



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월15일
 (11) 등록번호 10-1979071
 (24) 등록일자 2019년05월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 HO1M 10/63 (2014.01) HO1M 10/04 (2015.01)
 HO1M 10/0525 (2010.01) HO1M 10/058 (2010.01)
 HO1M 10/615 (2014.01) HO1M 10/6571 (2014.01)
 HO1M 2/30 (2006.01) HO1M 2/34 (2006.01)
 HO1M 4/66 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 HO1M 10/63 (2015.04)
 HO1M 10/0413 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7010745
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월08일
 심사청구일자 2018년05월29일
- (85) 번역문제출일자 2016년04월22일
- (65) 공개번호 10-2016-0070767
- (43) 공개일자 2016년06월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/059726
- (87) 국제공개번호 WO 2015/102708
 국제공개일자 2015년07월09일
- (30) 우선권주장
 61/890,012 2013년10월11일 미국(US)
 14/255,780 2014년04월17일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2001319636 A*
 JP2009118729 A*
 JP2010205710 A*
 KR1020060116723 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 이씨 파워, 엘엘씨
 미국, 펜실베니아 16803, 스테이트 콜리지, 사이언스 파크 로드 341
- (72) 발명자
 왕, 차오-양
 미국, 펜실베니아 16803, 스테이트 콜리지, 스위트 206, 노스 사이언스 파크 로드 341
- (74) 대리인
 청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 25 항

심사관 : 최준영

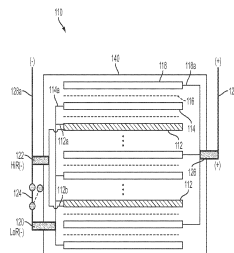
(54) 발명의 명칭 모든 기후 배터리, 및 그 제조 및 사용

(57) 요약

서로 다른 온도로 동작하는 내부 저항의 서로 다른 레벨들을 가진 재충전 가능한 배터리, 모듈 또는 팩이 개시된다. 빙점하의 환경에서, 배터리는 동작 또는 활성화될 시에 배터리의 열을 내부에서 신속하게 상승시키기 위해 열을 발생하는 고 저항을 포함할 수 있다. 배터리가 정상 동작 온도에 이르게 되면, 배터리는 저 저항 동작 모

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



드로 스위칭할 수 있어, 매우 낮은 주변 온도에서 동작함에도 불구하고 우수한 파워 및 에너지를 전달할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01M 10/0431 (2013.01)

H01M 10/0525 (2013.01)

H01M 10/058 (2019.01)

H01M 10/615 (2015.04)

H01M 10/6571 (2015.04)

H01M 2/30 (2013.01)

H01M 2/348 (2013.01)

H01M 4/66 (2013.01)

Y02E 60/122 (2013.01)

(72) 발명자

지, 안

미국, 펜실베이니아 16803, 스테이트 콜리지, 스위트
206, 노스 사이언스 파크 로드 341

수, 티안론편

미국, 펜실베이니아 16803, 스테이트 콜리지, 스위트
206, 노스 사이언스 파크 로드 341

명세서

청구범위

청구항 1

배터리가 정상적으로 동작되는 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2)의 배터리의 온도 범위에 걸쳐 제 1 내부 저항 (R_1)을 형성하는 적어도 하나의 음의 단자 및 적어도 하나의 양의 단자;

제 2 내부 저항 (R_2)을 형성하는 적어도 하나의 고 저항 단자, 여기서 상기 고 저항 단자는 상기 배터리의 전지 내에 있거나, 상기 전지에 인접한 적어도 하나의 저항기 시트와 전기적으로 연결되고, R_2 는 R_1 보다 높음; 및

상기 적어도 하나의 고 저항 단자를 상기 적어도 하나의 양의 단자 또는 상기 적어도 하나의 음의 단자와 전기적으로 연결 또는 분리시키도록 구성된 스위치, 여기서 상기 스위치는, 상기 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에 R_2 를 활성화시킴;를 포함하는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 상기 배터리의 전지 내에 있는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 고 저항 단자는 추가적인 양의 단자인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 니켈, 구리, 알루미늄 또는 이들의 조합들을 포함하는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 상기 배터리의 전지 내에 위치되는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 그래파이트 (graphite), 고 방향 피롤리틱 그래파이트 (highly ordered pyrolytic graphite, HOPG), 스테인리스 강, 니켈, 크롬, 니크롬, 구리, 알루미늄, 티타늄, 또는 이들의 조합들로 구성되는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 1-150 마이크로미터의 두께를 가지는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 전극-세퍼레이터 스택 내부에 개재되거나, 또는 젤리 롤 전극 조립체들 내부

또는 사이에 개재되는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 2 개의 탭들을 가지도록 구성되고,

상기 2 개의 탭들 중 일 측 탭은 상기 배터리에서 다른 전극 탭들과 전기적으로 연결되며, 그리고

상기 적어도 하나의 저항기 시트의 타 측 탭은 상기 적어도 하나의 고-저항 단자와 전기적으로 연결되는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

전극 세퍼레이터 조립체들의 스택 내에 매립된 여러 저항기 시트들을 포함하며, 각각의 저항기 시트는 2 개의 탭들을 가지고, 상기 2 개의 탭들 중 일 측 탭은 상기 배터리에서 다른 전극 탭들과 전기적으로 연결되며, 그리고 상기 저항기 시트의 타측 탭은 상기 적어도 하나의 고-저항 단자와 전기적으로 연결되는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는, 0.1 내지 5를 배터리의 용량 Ah (Amp-hours)로 나눈 수치 값과 동일한 옴 (Ohm, Ω)의 단위인 저항을 가지는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 고 저항 단자는 추가적인 옴의 단자인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 스위치는, 상기 배터리의 온도가 T_1 아래에 있을 시에, 상기 적어도 하나의 고 저항 단자를 상기 적어도 하나의 양의 단자 또는 상기 적어도 하나의 음의 단자와 전기적으로 연결 또는 분리시키도록 구성된 열 활성화 (thermally activated) 스위치인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 배터리는 니켈-수소 합금(nickel-metal hydride) 배터리인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 배터리는 리튬 이온 배터리인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 16

청구항 1에 따른 재충전 가능한 배터리, 및 상기 배터리의 온도가 T_1 아래에 있을 시에 스위치를 동작시켜 제 1 내부 저항을 R_2 로 변화시키도록 구성된 제어기를 포함하는, 배터리 시스템.

청구항 17

배터리가 정상적으로 동작되는 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2)의 배터리의 온도 범위에 걸쳐 제 1 내부 저

항 (R_1)을 형성하는 적어도 하나의 음의 단자 및 적어도 하나의 양의 단자;

상기 음의 단자와 전기적으로 연결되는 애노드;

상기 양의 단자와 전기적으로 연결되는 캐소드;

상기 음의 단자 또는 상기 양의 단자와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 저항기 시트와 전기적으로 연결되는 고 저항 단자, 여기서 상기 고 저항 단자는 R_1 보다 높은 제 2 내부 저항 (R_2)을 형성함; 및

상기 고 저항 단자를 상기 음의 단자 또는 상기 양의 단자와 전기적으로 연결 또는 분리시키도록 구성된 스위치, 여기서 상기 스위치는, 상기 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에 R_2 를 활성화시킴;를 포함하는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 상기 배터리의 전지에 인접하는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 19

청구항 17에 있어서,

상기 적어도 하나의 고 저항 단자는 추가적인 음의 단자인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 20

청구항 17에 있어서,

상기 적어도 하나의 고 저항 단자는 추가적인 양의 단자인, 재충전 가능한 배터리.

청구항 21

청구항 17에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 그래파이트, 고 방향 피롤리틱 그래파이트 (HOPG), 스테인리스 강, 니켈, 크롬, 니크롬, 구리, 알루미늄, 티타늄, 또는 이들의 조합들로 구성되는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 22

청구항 17에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는, 0.1 내지 5를 배터리의 용량 Ah (Amp-hours)로 나눈 수치 값과 동일한 음 (Ω)의 단위인 저항을 가지는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 23

배터리가 정상적으로 동작되는 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2)의 배터리의 온도 범위에 걸쳐 제 1 내부 저항 (R_1)을 형성하는 적어도 하나의 음의 단자 및 적어도 하나의 양의 단자;

상기 음의 단자와 전기적으로 연결되는 애노드;

상기 양의 단자와 전기적으로 연결되는 캐소드;

상기 음의 단자 또는 상기 양의 단자와 전기적으로 연결된 적어도 하나의 저항기 시트와 전기적으로 연결되는 고 저항 단자, 여기서 상기 적어도 하나의 저항기 시트는 배터리의 전지 내에 있고, 상기 고 저항 단자는 R_1 보다 높은 제 2 내부 저항 (R_2)을 형성함; 및

상기 고 저항 단자를 상기 음의 단자 또는 상기 양의 단자와 전기적으로 연결 또는 분리시키도록 구성된 스위치, 여기서 상기 스위치는, 상기 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에 R_2 를 활성화시킴;를 포함하는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 24

청구항 23에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는 니켈, 구리, 알루미늄, 또는 이들의 조합들을 포함하는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 25

청구항 23에 있어서,

상기 적어도 하나의 저항기 시트는, 0.1 내지 5를 배터리의 용량 Ah (Amp-hours)로 나눈 수치 값과 동일한 옴 (Ω)의 단위인 저항을 가지는, 재충전 가능한 배터리.

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2014년 4월 17일자로 출원된 미국 출원 제14/255,780호, 2013년 10월 11일자로 출원된 미국 가출원 제61/890,012호의 우선권 주장 출원이며, 이들 출원 둘 다는 본원에서 참조로 병합된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 재충전 가능한 배터리들에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 빙점하의 온도에서 고 파워 및 에너지를 전달하는 재충전 가능한 배터리에 관한 것이다. 상기와 같은 배터리들은 차량, 그리드 (grid) 에너지 저장부 및 실외 파워 백업 시스템용 리튬-이온 배터리들을 포함한다.

배경 기술

[0003] 전자 기기, 이송 및 그리드 에너지 저장부용 재충전 가능한 배터리들은 극도의 온도에서 저 성능 및 안전성 우려를 일반적으로 겪는다. 저온에서, 특히 빙점하의 온도에서, 재충전 가능한 배터리들, 특히 리튬-이온 배터리들은 부진한 전기 화학 운동 및 배터리 전지에서 일어나는 운반 과정으로 인해 매우 낮은 파워 성능 및 저 에너지를 보인다. 고온에서, 리튬-이온 배터리들은 안전성에 있어 위험하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 모든 주변 온도에서 고성능을 효율성 있게 그리고 안전성 있게 전달하는 모든 기후 배터리들 (all climate batteries, ACB)이 절실하게 필요하다.

과제의 해결 수단

[0005] 본원의 이점은 리튬 이온 배터리와 같은 재충전 가능한 배터리이고, 상기 재충전 가능한 배터리는 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2) 사이의 배터리의 온도 범위에 걸쳐 제 1 레벨의 내부 저항 (R_1) 및 T_1 또는 T_2 밖에 있는 제 2 레벨의 내부 저항 (R_2), 및 상기 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에, R_2 를 활성화시키는 스위

치를 가진다. 상기와 같은 재충전 가능한 배터리는 온도 범위에 걸친 제 1 내부 저항 레벨로 동작될 수 있고, 예컨대, 상기 배터리는 정상 동작 온도에 걸친 배터리의 정상 동작 동안 저 레벨의 내부 저항으로 동작될 수 있으며, 그리고 다른 온도 또는 범위에 걸친 다른 내부 저항 레벨로 동작될 수 있다. 예를 들면, 재충전 가능한 배터리는 바람직하게 빙점하의 온도에서 특이한 고 내부 저항을 포함할 수 있고, 그 결과 R_2 로 배터리를 동작시킴으로써 발생된 내부 열은 충분히 증대되어 배터리의 열이 빠르게 오를 수 있도록 하고, 이는 그 뒤에 배터리가 저 주변 온도 환경에서 동작함에도 불구하고 고 파워 및 에너지를 출력하는 것을 가능하게 한다.

[0006] 이들 및 다른 이점들은 재충전 가능한 배터리에 의해 적어도 부분적으로 만족되고, 이때 상기 재충전 가능한 배터리는: 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2) 사이의 배터리의 온도 범위에 걸친 제 1 레벨의 내부 저항 (R_1)으로 배터리를 동작시키는 적어도 하나의 음의 단자 및 적어도 하나의 양의 단자; T_1 또는 T_2 밖에서는 제 2 레벨의 내부 저항 (R_2)으로 배터리를 동작시키는 적어도 하나의 고 저항 단자; 및 상기 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에, R_2 를 활성화시키는 스위치를 포함한다. 본원의 실시예들에서 포함되는 바와 같이, R_2 의 값이 T_1 아래로 약 2 °C에서 결정되고 R_1 이 T_1 에서 결정될 시에, R_2/R_1 의 값은 2 내지 500이고, 예컨대, R_2/R_1 의 값은 2 내지 100, 또는 2 내지 50이다. 추가적인 또는 대안적인 실시예들에서 포함되는 바와 같이, R_2 의 값이 T_2 위로 약 2 °C에서 결정되고 R_1 이 T_2 에서 결정될 시에, R_2/R_1 의 값은 2 내지 500이고, 예컨대, R_2/R_1 의 값은 2 내지 100, 또는 2 내지 50이다.

[0007] 본원의 소정의 양태들에서, 재충전 가능한 배터리에서 포함되는 바와 같이, 적어도 하나의 고 저항 단자는 배터리의 전지 내의 또는 배터리의 전지들 사이의 적어도 하나의 저항기 시트에 전기적으로 연결되거나, 또는 상기 적어도 하나의 고 저항 단자는 배터리의 전지 내의 적어도 하나의 저항기 시트에 전기적으로 연결되거나, 또는 적어도 하나의 저항기 시트는 배터리의 전지의 전극의 전류 콜렉터의 일체형 부분이다. 예를 들면, 재충전 가능한 배터리는 종래의 배터리의 전극-세퍼레이터 시트들의 스택들 또는 젤리-롤들 (jelly-rolls) 내에 매립된 하나 이상의 저항기 시트들, 및 배터리를 동작시키는 3 개의 단자들을 포함할 수 있다. 상기 단자들은 저-저항 레벨 (R_1)에서 또는 고-저항 레벨 (R_2)에서 배터리의 동작을 허용한다. 3 개의 단자들은 1 개의 양의 및 2 개의 음의 단자들 또는 2 개의 양의 단자들 및 1 개의 음의 단자를 포함할 수 있다. 전자 쪽의 구성이 바람직하다. 2 개의 동일-극성 단자들은 열로 자가 활성화되거나 (self-activated), 또는 온도 제어기에 의해 구동되는 스위치에 의해 더 연결될 수 있고, 그 결과 상기 배터리는 배터리 온도에 의존하여, R_1 로 배터리를 동작시키는 단자들과 R_2 로 배터리를 동작시키는 단자들 사이를 스위칭한다.

[0008] 본원의 실시예들에서 포함되는 바와 같이, 적어도 하나의 저항기 시트는 2 개의 탭들을 가지도록 구성되고, 상기 2개의 탭들 중 일 측의 탭은 저-저항 단자를 형성하기 위해 상기 배터리에서 다른 전극 탭들과 전기적으로 연결되며, 그리고 상기 적어도 하나의 저항기 시트 중 타 측 탭은 상기 적어도 하나의 고-저항 단자를 형성하거나, 또는 상기 적어도 하나의 저항기 시트는 배터리 전지에 사용된 2 개의 금속 전류 콜렉터들, 또는 상기 2 개의 금속 전류 콜렉터들의 일부 중 하나 또는 둘 다와 동일하다.

[0009] 본원의 추가적인 실시예들에서 포함되는 바와 같이, 재충전 가능한 배터리는 모듈 내의 배터리 전지들 외부에서 그리고 상기 배터리 전지들 사이에서 하나 이상의 저항기 시트들 또는 호일들을 포함하고, 그 결과 저항기 시트들은 배터리 전해액과 직접적으로 접촉하지 않으며, 그리고 배터리 전지들은 수정될 필요가 없다. 저항기 시트들은 그들 사이에서 열 활성화 스위치로 배터리 전지들과 직렬로 연결된다. 상기와 같은 구성은 온도의 함수로서 배터리 모듈의 저항 레벨들을 변화시키기 위해 작동될 수 있다.

[0010] 본원의 또 다른 양태는 재충전 가능한 배터리를 동작시키는 방법이다. 상기 방법은 제 1 온도 (T_1)와 제 2 온도 (T_2) 사이의 배터리의 온도 범위에 있는 제 1 레벨의 내부 저항 (R_1)을 포함한 배터리를 동작시키는 단계, 및 상기 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에, R_2 를 활성화시키는 스위치를 활성화함으로써, T_1 또는 T_2 밖에서는 제 2 레벨의 내부 저항 (R_2)으로 상기 배터리를 동작시키는 단계를 포함한다.

[0011] 본원의 또 다른 양태는 고 파워 및 에너지 출력을 위해 매우 낮은 주변 온도, 예컨대 -40 °C에서 재충전 가능한 배터리를 활성화시키는 방법이다. 상기와 같은 추운 환경에서, 배터리는 고 저항 레벨로 초기에 있으며, 그리고 활성화 처리는 정-전압, 정-전류 (CVCC) 사이클에 의해 배터리를 방전하는 단계를 포함하고, 이때 정전압은 예를 들면, 0.2 내지 1 V로 설정되고, 전류 한계는 1 C 내지 10 C의 범위로 설정된다. 그 후, 상기 한계에 있는

정전류가 뒤따른다. 이러한 활성 처리는 배터리 내의 상당한 내부 열의 발생을 초래하고, 매우 짧은 기간, 예컨대 30 초에서 매우 높게 배터리 온도를 상승시킨다. 보다 높은 배터리 온도에서, 모든 기후 배터리는 자동으로 저 저항 모드로 스위칭하여, 실내 온도의 것에서 비교할만한 고 파워 및 에너지를 출력할 수 있다.

[0012] 방법들의 실시예들은 본원의 재충전 가능한 배터리의 다양한 특징들 및 구성들의 각각 또는 조합을 포함한다. 일부 실시예들에서, 예를 들면, R_2 의 값이 T_1 아래로 약 2 °C에서 결정되고 R_1 이 T_1 에서 결정될 시에, R_2/R_1 의 값은 2 내지 500이고, 예컨대, R_2/R_1 의 값은 2 내지 100, 또는 2 내지 50이다. 추가적인 또는 대안적인 실시예들에서 포함되는 바와 같이, R_2 의 값이 T_2 위로 약 2 °C에서 결정되고 R_1 이 T_2 에서 결정될 시에, R_2/R_1 의 값은 2 내지 500이고, 예컨대, R_2/R_1 의 값은 2 내지 100, 또는 2 내지 50이다.

[0013] 본 발명의 추가적인 이점들은 기술 분야의 통상의 기술자에게 다음의 상세한 설명으로부터 손쉽게 명백해 질 것이며, 단지 본 발명의 바람직한 실시예는 본 발명을 수행할 시에 고려된 최적의 모드의 설명 방식으로 간단하게 도시 및 기술된다. 인식될 바와 같이, 본 발명은 다른 및 서로 다른 실시예들을 가능케 하며, 그리고 그의 여러 개의 세부 사항들은 본 발명으로부터 전혀 벗어남 없이 다양한 명백한 사항들로 수정될 수 있다. 이에 따라서, 도면 및 설명은 사실상 제한적이지 않고 예시적인 것으로 간주되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 첨부된 도면에서 참조가 이루어지고, 동일한 참조 번호 지정을 가진 요소들은 유사한 요소들로 전부 나타내며, 도면에서:

도 1은 본원의 실시예에 따른, 전극-세퍼레이터 (separator) 조립체들의 스택 내에 매립된 여러 개의 저항기 시트들/호일들 (foils), 하나의 고-저항 음의 단자 HiR (-) 및 하나의 저-저항 음의 단자 LoR (-), 하나의 양의 단자 (+), 및 HiR (-) 및 LoR (-) 단자들을 연결하는 열 활성화 스위치를 가진, 모든 기후 배터리 (ACB)의 구성을 개략적으로 도시한다.

도 2는 본원의 실시예에 따른, 전극-세퍼레이터 조립체의 스택의 중간에 매립된 하나의 저항기 시트/호일로 구성된 모든 기후 배터리의 구성을 도시한다.

도 3a-3f는 본원의 실시예들에 따른, 2 개의 탭들을 갖는 저항기 시트/호일의 6 개의 설계들을 도시한다. 일측의 탭은 LoR (-) 단자를 형성하기 위해 음의 전극 시트들의 모든 탭들에 전기적으로 연결 또는 용접되며, 그리고 타 측의 탭은 HiR (-) 단자에 연결된다. 도 3a는 2 개의 탭들 사이의 저항 경로를 제어하기 위해 중간에서 작은 컷에 의해 분리된 시트의 동일 측면 상에 위치한 2 개의 탭들을 도시하고; 도 3b는 서로 마주하는 측면 상에 위치한 2 개의 탭들을 도시하고; 도 3c는 외부 예지들을 향하여 동일 측면 상에 위치한 2 개의 탭들을 도시하고; 도 3d는 외부 예지들을 향하여 서로 마주하는 측면 상에 위치한 2 개의 탭들을 도시하고; 도 3e는 패턴화된 저항기 시트를 도시하고; 도 3f는 선택적인 코팅을 갖는 저항기 시트를 도시한다.

도 4는 본원의 실시예에 따른, 2 개의 전지들 사이에, 즉 배터리 전해액과 직접적인 접촉 없이 각각의 전지 케이스 외부에 하나의 저항기 시트/호일을 갖는 트윈-전지 배터리 모듈의 구성을 도시한다.

도 5는 본원의 실시예에 따른, 하드 케이스 내에 삽입되기 전에, 또는 파우치 전지에 패키징되기 전에, 하나의 저항기 시트/호일이 개재된 한 쌍의 젤리 롤들을 도시한다.

도 6은 본원의 실시예에 따른, 파우치 전지에 포함되어 펼쳐진 젤리 롤을 개략적으로 도시한 것으로, 이때 양의 전극 시트는 양의 단자 (+)를 형성하기 위해 함께 용접되고 밀접하게 이격된 다수의 탭들을 가지며, 음의 전극 시트는 저-저항 단자 LoR (-)를 형성하기 위해 함께 용접되고 밀접하게 이격된 일부 탭들, 나아가 고-저항 단자 HiR (-)을 형성하는 멀리 있는 탭을 가진다. LoR (-) 단자는 열 활성화 스위치에 의해 HiR (-) 단자와 연결된다.

도 7은 본원의 실시예에 따른, 다수의 밀접하게 이격된 탭들 및 멀리 있는 탭을 특징으로 하는 양의 및 음의 전극 시트들 둘 다를 각각 가져 펼쳐진 젤리 롤의 서로 다른 설계를 도시한다. 이러한 설계는 전지 케이스 외부의 4 개의 단자들, 즉 2 개의 양의 LoR (+) 및 HiR (+), 및 2 개의 음의 LoR (-) 및 HiR (-)을 가진다. 두 측면들 상의 2 개의 스위치들은 배터리 온도 및 스위칭 알고리즘에 따라 3 개 이상의 레벨들의 내부 저항을 제공한다.

도 8, 9 및 10은 본원의 실시예들에 따른, 하나 이상의 저항기 시트들을 가진 평탄한 젤리 롤 전극 조립체들을

도시한다.

도 11a-11b는 본원의 실시예에 따른, 26 Ah의 모든 기후 배터리 (ACB)의 -30 °C에서 1 C 방전 거동을 도시한 일련의 그래프들을 도시한다. 도 11a는 -30 °C에서, ACB의 1 C 방전 곡선과 종래의 리튬-이온 배터리 (LiB)를 비교한다. 도 11b는 배터리 온도 전개와 ACB와 종래의 LiB 사이의 시간을 비교한다.

도 12a 및 12b 각각은 ACB 및 종래의 LiB 둘 다에 대한 주변 온도의 함수로서 배터리 용량 및 에너지를 도시한다.

도 13a-13c는 하이브리드 파워 펄스 특성 (hybrid power pulse characterization, HPPC) 테스트 하에, -30 °C에서 ACB의 파워 성능을 도시한 일련의 그래프들이다. 도 13a는 하이브리드 파워 펄스 특성 (HPPC) 테스트의 전류 프로파일을 도시한다; 도 13b는 HPPC 테스트에서 26Ah의 ACB의 전압 응답을 도시한다; 그리고 도 13c는 -30 °C에서 26Ah의 ACB의 방전 및 충전 파워를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본원은 종래의 재충전 가능한 배터리들에 비교하여 빙점하의 온도에서 개선된 파워 및 에너지를 전달할 수 있는 재충전 가능한 배터리에 관한 것이다. 상기와 같은 배터리들은 본원에서 모든 기후 배터리 (ACB)를 의미한다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 배터리는 하나 이상의 전기 화학 전지들을 포함한 임의의 재충전 가능한 전기 화학 에너지 저장 디바이스를 나타낸다. 배터리 전지의 기본적인 요소들은 전류 콜렉터 상에 코팅된 애노드 전극, 세퍼레이터, 또 다른 전류 콜렉터 상에 코팅된 캐소드 전극, 및 전해액을 포함한다.
- [0016] 본원의 일 양태에서, 재충전 가능한 배터리는 저 주변 온도에서 배터리 전지들 내에 내부 열을 증대할 수 있고, 그 결과 배터리 성능을 제어하는 전기 화학 및 운반 과정은 크게 향상될 수 있다. 배터리의 내부 열은, 배터리의 전지들 중 하나 이상을 가열시키는 하나 이상의 저항기 시트들을 갖는 배터리, 및 상기 배터리가 배터리 온도에 의존하여 고 저항 또는 저 저항으로 동작하도록 할 수 있는 스위치를 구성함으로써, 부분적으로 해결될 수 있다.
- [0017] 본원의 배터리 구성은 리튬-이온, 리튬-폴리머, 납-산, 니켈-수소 합금 (nickel-metal hydride), 니켈-망간-코발트, 리튬-황, 리튬-에어 및 모든 솔리드-스테이트 배터리들 등을 포함하지만 이에 제한되지 않은 다양한 배터리들에 적용될 수 있다. 재충전 가능한 배터리는 예를 들면, 파워치형, 원통형, 각기둥형, 또는 각진 형태로 형성될 수 있다. 상기와 같은 배터리들은 수송, 항공우주, 군사 및 고정 에너지 저장 적용들에 대해 유용하다.
- [0018] 본원의 모든 기후 배터리의 이점은, 배터리의 내부 저항이 정상 동작 온도 미만의 온도, 예컨대, 5 °C 미만, 또는 빙점하의 온도 (약 0 °C 미만의 온도, 예컨대, 약 -10 °C, -20 °C, -30 °C, 또는 -40 °C 미만)에서 매우 높게 된다는 점이다. 배터리의 고 내부 저항은 배터리의 열을 오르게 하기 위해 사용될 수 있는 배터리 내에 열을 생성한다. 바람직하게, 배터리의 내부 저항은 몇 초 내에 또는 최대 몇 분 내에 10 도의 섭씨 온도까지 배터리의 열을 빠르게 오르게 하기에 충분히 높게 된다. 배터리 온도가 0 °C 내지 배터리의 정상 동작 온도 범위, 통상적으로 약 5 °C 또는 그 초과 온도도에 도달한 이후에, 고 내부 저항은 비활성되어, 종래의 배터리들과 같이 낮게 저 내부 저항 모드로 ACB가 동작되도록 함으로써, 배터리가 매우 낮은 주변 온도 환경에 있음에도 불구하고, 고 파워 및 에너지를 전달하는 것을 가능하게 한다. 바람직하게, 본원의 재충전 가능한 배터리들은 온도를 갖는 배터리의 내부 저항을 변화시키기 위해 전압 부스터들을 필요로 하지 않는다. 예를 들면, 본원의 재충전 가능한 배터리들은 실시예로서, 온도를 갖는 배터리의 내부 저항을 변화시키기 위해, 저항기에 파워를 가하는 트랜스포머 또는 DC/DC 컨버터를 포함하지 않는다.
- [0019] 본원의 양태에서, 재충전 가능한 배터리는 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2) 사이의 배터리의 온도 범위에 걸친 제 1 레벨의 내부 저항 (R_1), 및 T_1 또는 T_2 밖에 있는 제 2 레벨의 내부 저항 (R_2)을 포함한다. 일부 실시예들에서, R_2 의 값이 T_1 아래로 약 2 °C에서 결정되고 R_1 이 T_1 에서 결정될 시에, R_2/R_1 의 값은 2 내지 500이고, 예컨대, R_2/R_1 의 값은 2 내지 100, 또는 2 내지 50이다. 추가적인 또는 대안적인 실시예들에서 포함되는 바와 같이, R_2 의 값이 T_2 위로 약 2 °C에서 결정되고 R_1 이 T_2 에서 결정될 시에, R_2/R_1 의 값은 2 내지 500이고, 예컨대, R_2/R_1 의 값은 2 내지 100, 또는 2 내지 50이다. 추가적 또는 대안적 실시예들에서, T_1 은 약 5 °C 미만, 예컨대, 바람직하게 약 0 °C, -10 °C, -20 °C, -30 °C, 또는 -40 °C 미만이고; T_2 는 주어진 재충전 가능한 배터

리의 정상 또는 최적 동작 온도 정도보다 큰 온도, 예컨대, 약 50 °C보다 큰 온도이다.

- [0020] 상기와 같은 배터리의 예시는 T_1 내지 T_2 에서, R_1 로, 예컨대 저 내부 저항 레벨 (LoR)로 배터리를 동작시키는 적어도 하나의 음의 단자 및 적어도 하나의 양의 단자, 배터리 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있게 될 시에, R_2 에서, 예컨대 고 내부 저항 레벨 (HiR)에서, 배터리를 동작시키는 적어도 하나의 고 저항 단자를 포함한 재충전 가능한 배터리를 포함한다. 고 저항 단자는 추가적인 음의 단자 (즉, HiR (-)) 또는 추가적인 양의 단자 (즉, HiR (+))일 수 있다.
- [0021] 상기와 같은 재충전 가능한 배터리는 배터리의 저항 레벨들을 스위칭하는 스위치를 포함할 수 있다. 예를 들면, 스위치는, 배터리의 온도가 T_1 내지 T_2 에 있을 시에, 배터리를 동작시키기 위해, 배터리의 저 저항 단자들, 예컨대, LoR (-) 및/또는 LoR (+)과 맞닿을 수 있으며, 그리고 배터리 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에, 하나 이상의 고 저항 단자, 예컨대, HiR (-) 및/또는 HiR (+)과 맞닿을 수 있다.
- [0022] 본원의 스위치는, 예를 들면 결빙될 시에 팽창하고 스위치 열림을 푸싱하는 (push) 글리콜-물 (glycol-water) 액체 캡슐, T_1 또는 T_2 , 또는 둘 다에서 상 전이 (phase transition) 및 주목할 만한 볼륨 변화를 겪게 되는 상-변화 (phase-change) 물질, 또는 바이메탈 (bimetal) 스위치, 또는 볼륨이 온도 T_1 또는 T_2 , 또는 둘 다에서 주목할 정도로 팽창되는 솔리드 물질과 같은 열 감지 디바이스들에 의해 활성화된 스위치를 포함할 수 있다.
- [0023] 본원의 스위치는 전기 기계 릴레이 및 온도 제어기, 또는 온도 센서를 갖는 솔리드-스테이트 릴레이, 온도 센서를 갖는 파워 MOSFET, 또는 온도 센서를 갖는 고-전류 스위치로 구성될 수 있다. 대안적으로, LoR (-) 및 HiR (-) 단자들을 연결하는 스위치는 배터리 관리 시스템에서 전기 회로 및 전지 온도 센서를 가진 제어기에 의해 수행될 수 있다.
- [0024] 본원의 실시예에서, 상기 재충전 가능한 배터리는 고 저항 단자에 전기적으로 연결된 적어도 하나의 저항기 시트를 포함한다. 상기 적어도 하나의 저항기 시트는 배터리 전지 (전해액에 노출됨) 내부에, 또는 2 개의 배터리 전지들 외부에 그리고 상기 2 개의 배터리 전지들 사이에, 또는 전지들 내부의 일부 저항기 시트들과 전지들 외부의 일부 저항기 시트들의 조합에 위치될 수 있다. 추가로, 배터리의 전지 내에 구성된 저항기 시트는 배터리의 전지의 전극의 전류 콜렉터의 일체형 부분일 수 있다.
- [0025] 본원에서 사용되는 바와 같이, 저항기 시트는 배터리 전극의 변형되지 않은 전류-수집 호일에 대해 유사하거나 낮은 전기 전도도를 가지지만, 배터리 동작 동안 활성화될 시에 배터리의 내부 전기 저항에 상당한 증가를 일으키는 물질이다. 저항기 시트는 바람직하게 0.1 내지 5를 배터리의 용량 Ah (Amp-hours)로, 예컨대 약 0.5 내지 2를 배터리의 용량 Ah로 나눈 수치 값과 동일한 Ohm의 단위인 저항을 가진다. 예를 들면, 20 Ah 배터리용 저항기 시트는 바람직하게, 약 0.005 Ohm (0.1을 20으로 나눔) 내지 약 0.25 Ohm (5를 20으로 나눔), 예컨대 약 0.025 Ohm (0.5를 20으로 나눔) 내지 약 0.1 Ohm (2를 20으로 나눔)이다.
- [0026] 본원의 저항기 시트들은, 배터리 전해액에 노출될 시에 안정되며 그리고 저항기 시트가 상기와 같은 환경에 노출될 시에 모든 기후 배터리의 전기 화학 전압 창 (window) 내에 있는 임의의 충분한 물질일 수 있다. 상기와 같은 저항기 시트들은 예를 들면, 그라파이트, 고 방향 피롤리틱 그라파이트 (highly ordered pyrolytic graphite, HOPG), 스테인리스 강, 니켈, 크롬, 니크롬, 구리, 알루미늄, 티타늄, 또는 그의 조합들로 구성될 수 있다. 배터리 전지들 외부에서 그리고 모듈 내의 2 개의 인접한 전지들 사이에서 사용되는 경우, 저항기 시트들은 내부식성일 필요가 없으며, 이로써, 추가 물질들이 본원의 저항기 시트들로서 사용되기에 이용 가능하다. 소정의 실시예들에서, 본원의 저항기 시트는 바람직하게 평탄하고 표면적이 크고, 그 결과 인접한 배터리 컴포넌트들과 우수한 접촉을 할 수 있다. 본원의 저항기 시트들은 약 1 마이크로미터 내지 약 150 마이크로미터의 두께, 바람직하게는 약 5 내지 약 60 마이크로미터의 두께 범위를 가질 수 있다. 큰 전기 저항, 높은 열 전도도, 및 작은 열 용량을 가진 저항기 시트들은 본원의 소정의 실시예들에 대해 유용하다.
- [0027] 저항기 시트의 저항은 시트를 패터닝함으로써, 즉 저항기 시트로부터 물질을 제거함으로써 조정될 수 있다. 패터닝은 저항기 시트가 기계적 강도 및 용접성에 대해 충분한 두께를 가지지만 감소된 저항을 가지도록 한다. 원형 코너들을 가진 패턴들은 패턴의 코너에서 온도 증가 (build-up)를 줄이는 이점을 가진다. 패터닝된 저항기 시트들은 포토 에칭, 방전 가공, 워터 제트 커팅, 레이저 커팅, 스탬핑 등에 의해 제조될 수 있다.
- [0028] 일부 실시예들에서, 저항기 시트 표면의 실질적인 부분은 전해액과의 원치 않는 화학 반응 또는 전기 연결을 방지하기 위해 코팅될 수 있다. 예를 들면, 저항기 시트들은 선택적으로 코팅될 수 있고, 이때 그들의 표면 일

부는 다른 탭들 또는 단자들과 전기 연결을 위해 코팅되지 않고, 표면의 나머지는 코팅되고, 이로써, 전기적으로 그리고 화학적으로 격리된다. 보호 코팅은 시작 시에 저항기 시트들의 전체 표면을 완전하게 덮기 위해 적용될 수 있고, 그 이후에 소정의 구역에서의 코팅은 다른 탭들 또는 단자들과의 필요한 전기 연결을 허용하기 위해 선택적으로 제거될 수 있다. 보호 코팅은 열 전도성이 있고, 전기적으로 절연되고, 배터리 전지 내에서 화학적으로 안정되어야 한다. 보호 코팅은 폴리머들, 금속 산화물들, 및 다른 것들로 구성될 수 있다. 보호 코팅에 대한 폴리머 물질들의 예시들은 다음을 포함한다: 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 염소화 (chlorinated) 폴리프로필렌, 폴리에스터, 폴리아미드, PVDF, PTFE, 나일론, 또는 이들의 코 (co)-폴리머들. 보호 코팅에 대한 금속 산화 물질들의 예시들은 Mg, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, 및 그의 조합물의 산화물들을 포함한다. 보호 코팅은 고 유전율 (dielectric constant)을 가지는 것이 바람직하다. 일부 실시예들에서, 접착제는 저항기 시트들과 보호 코팅 사이에서 사용될 수 있다. 보호 코팅의 두께는 10nm 내지 100um, 바람직하게 10 nm 내지 50 um일 수 있다. 코팅은 우수한 열 전달을 허용하지만 배터리 전지 내부의 전해액과 저항기 시트가 접촉되는 것을 보호하기 위해 불침투성이기에 충분히 얇아야 한다. 보호 코팅은 테이블링, 라미네이팅, 딥 코팅, 스핀 코팅, 스프레이 코팅, 화학 증기 증착, 원자 층 증착, 용해 주조, 전착 (electrodeposition), 자가-조립 모노층, 스테레오리소그라피 (stereolithography), 표면 산화 및 기타 등등과 같은 방법에 의해 저항기 시트들 상에 도포될 수 있다.

[0029] 본원의 소정의 구성들에서, 재충전 가능한 배터리는 하나 이상의 고 저항 탭들 또는 단자들 및 하나 이상의 저 저항 탭들 또는 단자들을 포함한다. 고 저항 단자들은 전기적으로 하나 이상의 저항 시트들을 연결하며, 그리고 저 저항 탭들 또는 단자들은 저 내부 저항 모드로 배터리를 동작시키기 위해 구성된다.

[0030] 바람직하게, 본원의 재충전 가능한 배터리는 소정의 실시예들에서 최소 변형으로 종래의 재충전 가능한 배터리 컴포넌트들로 손쉽게 구성될 수 있다. 일반적인 말로, 리튬-이온 배터리와 같은 종래의 배터리는, 젤리 롤로 스택화되거나 권취되고 파우치 커버 또는 하드 케이스로 패키징될 수 있는 애노드 전극들, 세퍼레이터들 및 캐소드 전극들 중 하나 이상의 시트들을 포함한다. 그 후에, 파우치 또는 케이스는 전해액으로 충전된다. 캐소드 활성 물질들은 예를 들면, 리튬 코발트 산화물, 리튬 인산철 (iron phosphate), 리튬 망간 산화물, 리튬 니켈-코발트-망간 산화물들, 리튬-풍부 층 산화물들, 또는 이들의 혼합물들 등을 포함할 수 있다. 애노드 활성 물질들은 예를 들면, 그라파이트, 실리콘, 실리콘 합금들, 리튬 금속, 리튬 합금들 예를 들면 리튬 티탄산염, 이들의 혼합물들 등을 포함할 수 있다.

[0031] 예를 들면, 종래의 리튬-이온 배터리는 양의 전극, 음의 전극, 세퍼레이터, 양의 전극 전류 콜렉터, 음의 전극 전류 콜렉터, 전해액 및 배터리 커버 또는 캔을 포함한다. 하나의 전류 수집 호일 (예컨대 Al 호일) 상에 코팅된 양의 전극 및 또 다른 전류 수집 호일 (예컨대 Cu 호일) 상에 코팅된 음의 전극은 그 사이에 개재된 세퍼레이터와 함께 스택화되거나 권취되며, 그리고 전해액이 솔벤트에서 용해되는 전해액 용액은 세퍼레이터 및 2 개의 다공성 전극들에 스며들게 된다.

[0032] 양의 및 음의 전극들 둘 다는 필요하면 상술된 활성 물질들, 바인더들 및 도전제들 (conducting agents)을 포함한다. 공통 바인더들은 PVDF (Polyvinylidene fluoride) 및 SBR (styrene-butadiene rubber) 및 CMC (carboxymethyl cellulose)의 소듐 염을 포함한다. 도전제들은 일반적으로 탄소를 기반으로 하고 활성 물질들과 혼합되어, 전극 전도도를 증가시킨다.

[0033] 리튬 염들 예를 들면 LiPF₆, LiBF₄ 등은 전해액으로서 단독으로 또는 조합하여 사용될 수 있다. 연쇄형 카보네이트 (chained carbonate), 환형 카보네이트, 환형 에스테르, 니트로 화합물 등은 리튬 염들을 용해시키기 위해 사용된 솔벤트로서 사용될 수 있다. 그의 특정 예시들은 에틸렌 카보네이트 (ethylene carbonate, EC), 에틸 메틸 카보네이트 (ethyl methyl carbonate, EMC), 디메틸 카보네이트 (dimethyl carbonate, DMC), 프로필렌 카보네이트 (propylene carbonate, PC), 디에틸 카보네이트, 디메톡시에탄 (dimethoxyethane) 등을 포함한다. 추가로, 폴리머-젤 (gel) 전해액 또는 솔리드 전해액이 전해액으로 사용될 수 있다.

[0034] 본원의 재충전 가능한 배터리는 재충전 가능한 배터리의 종래의 컴포넌트들을 포함하고, 추가적으로 예를 들면 하나 이상의 저항기 시트들에 연결된 하나 이상의 고 저항 단자들을 포함할 수 있다. 하나 이상의 저항기 시트들은 배터리의 전지 내에, 또는 배터리의 전지들 사이에, 또는 이들의 일부 조합에 위치되어, 배터리 내에 열을 발생시킬 수 있다. 다음의 도면은 본원의 소정의 실시예들을 도시한다.

[0035] 도 1 및 2는 본원의 실시예들을 도시한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 재충전 가능한 배터리 (110)는 전극-세퍼레이터 조립체들의 스택 내에 매립된 여러 개의 저항기 시트들 (112)을 가진다. 전극-세퍼레이터 조립체들은 애노드 탭들 (114a)을 가진 애노드 전극들 (114), 세퍼레이터들 (116) 및 캐소드 탭들 (118a)을 가진 캐소드

전극들 (118)을 포함한다. 배터리 (110)는 하나의 저-저항 음의 단자 LoR (-) (120) 및 하나의 고-저항 음의 단자 HiR (-) (122), 스위치 (124) 및 양의 단자 (+) (126)를 더 포함한다.

[0036] 이러한 실시예에서, 각각의 저항기 시트는 용접에 의해 부착될 수 있는 2 개의 탭들 (112a, 112b)을 가진다. 저항기 탭 (112a) 및 애노드 전극들 (114)의 애노드 탭들 (114a)은 저 전기 저항 회로를 형성하기 위해 저-저항 음의 단자 LoR (-) (120)에 전기적으로 연결된다. 저항기 탭 (112b)은 스위치 (124)에 의해 활성화되는 고 전기 저항 레벨 회로를 형성하기 위해 고-저항 음의 단자 HiR (-) (122)에 전기적으로 연결된다. 캐소드 전극들 (118)의 캐소드 탭들 (118a)은 함께 양의 단자 (126)에 전기적으로 연결된다. 이러한 특정 예시에서, 스위치 (124)는 LoR (-) 단자 (120) 및 HiR (-) 단자 (122)를 전기적으로 연결 또는 분리시킬 수 있는 열 활성화 (thermally activated) 스위치이다.

[0037] 애노드-세퍼레이터-캐소드-저항기 시트 조립체는 적절한 패키지에, 예컨대 파워치 전지의 케이스에 위치되어 전해액으로 충전될 수 있다. 이러한 실시예에서, 애노드-세퍼레이터-캐소드-저항기 시트 조립체는 케이스 (140)에 포함된다. 음의 및 양의 단자들은 외부 회로 (128a 및 128b)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0038] 요약해서 말하면, 도 1에 도시된 재충전 가능한 배터리는 케이스 (140)의 외부 상의 3 개의 단자들, 2 개의 음의 단자들 (LoR (-) 및 HiR (-)), 및 하나의 양의 단자 (+)의 특징을 이룬다. 2 개의 음의 단자들 (LoR (-) 및 HiR (-))은 배터리의 외부에서 온도-감지 스위치에 의해 즉각적으로 더 연결된다. 동작 시에, 배터리 온도가 제 1 온도 (T_1) 내지 제 2 온도 (T_2)로 정의된 정상 동작 범위 내에 있을 시에, 스위치는 닫히게 되며 (CLOSED), 그리고 배터리 전류는 저항기 시트들을 우회하는데, 이는 전류가 저-저항 회로를 통해 흐르는 것을 선호하기 때문이다. 이러한 경우에, 배터리는 단자들 (+)과 LoR (-) 사이에서 동작되어, 저 내부 저항을 보인다. 배터리 온도가 T_1 및 T_2 의 정상 범위를 벗어날 시에, 스위치는 열리게 되어 (OPEN), 단자들 (+) 및 HiR (-)가 동작하게 된다. 이는 배터리 전류가 저항기 시트들을 통해 흐르도록 힘이 가해지며, 이로써, 고 내부 저항을 보인다. 예를 들면, 배터리 온도가 정상 범위 미만일 시에, 예를 들면 약 5 °C 미만, 또는 빙점하의 환경에 있을 시에, 배터리의 내부 저항은 전류 흐름 경로에 저항기 시트들의 존재로 인해, 몇 배 높게 (several-fold higher) 된다. 동작 또는 활성화되면, 강렬한 내부 열이 있고 (배터리의 열 발생은 그의 내부 저항에 비례하기 때문임), 이는 온도-감지 스위치를 CLOSED로 트리거링하는 지점으로 배터리 온도를 빨리 상승 시킨다. CLOSED 스위치는 즉각적으로 LoR (-) 단자가 동작되도록 할 수 있으며, 배터리 내부 저항을 낮춘다. 저 내부 저항 및 고 내부 온도의 조합은 실질적으로 빙점하의 환경에서 동작함에도 불구하고, 배터리의 파워 및 에너지 출력을 개선시킨다.

[0039] 도 2는 배터리에서 열을 발생시키는 전극-세퍼레이터 조립체들의 스택 사이에 삽입된 적어도 하나의 저항기 시트들을 가진 재충전 가능한 배터리의 또 다른 구성을 도시한다. 이러한 실시예에서, 재충전 가능한 배터리 (210)는 2 개의 전극-세퍼레이터 조립체들 (213a 및 213b) 사이에 위치한 저항기 시트 (212)를 포함한다. 저항기 시트는 열이 보다 균일해지도록 전극들의 스택의 중간에 바람직하게 위치되며, 그리고 세퍼레이터들 (216)과 동일하거나 서로 다를 수 있는 세퍼레이터들 (217)에 의해 개재될 수 있다. 각각의 전극-세퍼레이터 조립체는 애노드 전극들 (214), 세퍼레이터들 (216) 및 캐소드 전극들 (218)을 포함한다. 배터리 (210)는 하나의 저-저항 음의 단자 LoR (-) (220), 하나의 고-저항 음의 단자 HiR (-) (222), 스위치 (224) 및 양의 단자 (+) (226)를 더 포함한다.

[0040] 이러한 실시예에서, 저항기 시트 (212)는 용접에 의해 부착될 수 있는 2 개의 탭들 (212a, 212b)을 가진다. 저항기 탭 (212a) 및 애노드 전극들 (214)의 애노드 탭들 (214a)은 저 전기 저항 회로를 형성하기 위해 저-저항 음의 단자 LoR (-) (220)에 전기적으로 연결된다. 저항기 탭 (212b)은 스위치 (224)에 의해 활성화되는 고 전기 저항 레벨 회로를 형성하기 위해 고-저항 음의 단자 HiR (-) (222)에 전기적으로 연결된다. 캐소드 전극들 (218)의 캐소드 탭들 (218a)은 함께 양의 단자 (226)에 전기적으로 연결된다. 이러한 특정 예시에서, 스위치 (224)는 LoR (-) 단자 (220) 및 HiR (-) 단자 (222)를 전기적으로 연결 또는 분리시킬 수 있는 열 활성화 스위치이다.

[0041] 애노드-세퍼레이터-캐소드-저항기 시트 조립체는 적절한 패키지에, 예컨대 파워치 전지의 케이스에 위치되어 전해액으로 충전될 수 있다. 이러한 실시예에서, 애노드-세퍼레이터-캐소드-저항기 시트 조립체는 케이스 (240)에 포함된다. 음의 및 양의 단자들은 외부 회로 (228a 및 228b)에 전기적으로 연결될 수 있다. 도 2의 재충전 가능한 배터리 (210)는 도 1에 대해 기술된 바와 동일한 방식으로 동작될 수 있다.

[0042] 도 3은 도 1 및 도 2에 도시된 구성들에 포함되는, 본원의 재충전 가능한 배터리들에 사용될 수 있는 서로 다른

저항기 시트 구성들을 도시한다. 각각의 저항기 시트 (310, 320, 330, 340, 350, 360)는 용접에 의해 부착될 수 있는 2 개의 탭들을 가진다. 다양한 저항기 시트들 상의 탭들은 도 3에 도시된 바와 같이, 다양한 구성들에 위치될 수 있다. 이러한 구성들은 다음을 포함한다: (a) 컷 (314)에 의해 분리된 동일 측면 상의 2 개의 탭들 (311, 312); (b) 저항기 시트의 서로 마주하는 측면 상에 있고 에지의 중간 가까이에 위치된 2 개의 탭들 (321, 322); (c) 및 (e) 동일 측면 상에 있지만, 저항기 시트의 외부 에지들 상에 있고 컷 (334)에 의해 분리된 2 개의 탭들 (331, 332); 및 (d) 및 (f) 저항기 시트의 서로 마주하는 측면 상에 있지만 외부 에지들 상에 있는 2 개의 탭들 (341, 342).

[0043] 일부 실시예들에서, 저항기 시트의 저항은 패터닝 (patterning)을 통해 조정될 수 있다. 상기와 같은 패터닝은, 시트를 보다 얇게 하여 시트의 저항을 조정하는 경우 (다른 탭들과의 저항기 시트의 기계적 강도 또는 용접성 (weldability)에 악영향을 줄 수 있음)보다 더 저항기 시트를 두껍게 하는 것을 허용한다. 패터닝할 시에, 핫 스팟들을 최소화시키기 위해, 원형 코너들이 직선 코너들에 비해 선호된다. 패터닝된 저항기 시트들은 포토 에칭 (photo etching), 방전 가공 (electrical discharge machining), 워터 제트 커팅 (water jet cutting), 레이저 커팅 (laser cutting), 스탬핑 등에 의해 제조될 수 있다. 도 3e는 본원의 재충전 가능한 배터리들에 사용될 수 있는 패터닝된 저항기 시트를 도시한다. 도 3e는 동일 측면 상에 있지만 저항기 시트의 외부 에지들 상에 있는 2 개의 탭들 (331, 332)을 도시하며, 또한 원형 코너들 (354)과 함께 시트의 내부 (즉, 일반적인 패턴 (352))로부터 제거된 물질을 도시한다. 다른 실시예들에서 또는 다른 실시예들과 조합하여, 저항기 시트는, 배터리 전지 내에서 열 전도성이고, 전기적으로 절연되며, 화학적으로 안정된 폴리머 또는 산화 박형 (thin) 층으로 코팅될 수 있다. 도 3f는 시트의 두 주요 측면들 상에 코팅을 가진 저항기 시트를 도시한다. 이러한 특정 실시예에서, 코팅은 저항기 시트 (364)를 완전하게 둘러싸지만 탭들 (341, 342)을 노출시킨 라미네이트 (laminate) (362)이다.

[0044] 본원의 일 실시예에서, 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 하나 이상은 도 1 또는 도 2의 구성들에 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 3에서의 임의의 저항기 시트에 대해, 탭 1로 라벨링된 탭들은 배터리에서 애노드 전극 시트들의 모든 탭들과 연결될 수 있다 (예컨대 용접될 수 있다). 함께, 그들은 도 1 또는 도 2에서의 저-저항 단자 LoR (-)를 형성한다. 도 3에 도시된 바와 같은 탭들 (2)은 도 1 또는 도 2에서의 고-저항 단자 HiR (-)를 형성하기 위해 함께 용접될 수 있다.

[0045] 본원의 다른 실시예들에서, 재충전 가능한 배터리는 배터리의 전지 외부에 하나 이상의 저항기 시트들을 위치시킴으로써 구성될 수 있다. 예를 들면, 다수의 전지들을 포함한 배터리 모듈에서, 하나 이상의 저항기 시트들은 배터리 모듈 내의 2 개의 인접한 전지들 사이에 개재될 수 있다. 도 4는 상기와 같은 실시예를 도시한다.

[0046] 도 4에 도시된 바와 같이, 배터리 모듈 (410)은 2 개의 전지들 (413a 및 413b) 사이에 위치된 저항기 시트 (412)를 포함한다. 저항기 시트는 전지들 및 배터리 모듈의 균일한 열을 제공하기 위해 전지들 사이에 바람직하게 위치되고, 예를 들면, 2 개의 전지들 사이에서 단단하게 개재된다. 각각의 전지는 애노드 전극들 (414), 설퍼레이터들 (416) 및 캐소드 전극들 (418)을 포함한다. 배터리 모듈 (410)은 상기 모듈의 각 전지에 전기적으로 연결된 하나의 저-저항 음의 단자 LoR (-) (420), 및 저항기 시트에 전기적으로 연결된 하나의 고-저항 음의 단자 HiR (-) (422)을 더 포함한다. 배터리 모듈은 또한 스위치 (424) 및 양의 단자들 (+) (426a 및 426b)을 포함한다. 음의 및 양의 단자들은 외부 회로 (428a 및 428b)에 전기적으로 연결될 수 있다. 도 4의 재충전 가능한 배터리 모듈 (410)은 도 1에 대해 기술된 바와 같이 동일한 방식으로 동작될 수 있다.

[0047] 도 4에서의 배터리 모듈 (410)이 2 개의 전지들 사이에 하나의 저항기 시트를 갖는 트윈-전지 모듈로서 도시되지만, 본원의 배터리 모듈들은 3 개 이상의 전지들을 가질 수 있고, 그리고/또는 전지 모듈들의 중간에 위치된 2 개 이상의 저항기 시트들을 가질 수 있다. 예를 들면, 배터리 모듈은, 전지들 사이에, 그리고 상기 전지들 근방의 다른 위치들 주위에 위치된 하나 이상의 저항기 시트들을 갖는 4 개, 5 개 또는 6 개의 전지들을 가질 수 있다.

[0048] 본원의 일 실시예에서, 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 하나 이상은 도 4의 구성들에서 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 3에서의 임의의 저항기 시트에 대해, 탭 1로 라벨링된 탭들은 전지들의 음의 단자들에 연결되어, 배터리 모듈용 저-저항 단자 LoR (-)를 형성할 수 있다. 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 어느 것의 탭 (2)은 배터리 모듈의 고 저항 단자 HiR (-)를 형성하기 위해 함께 용접될 수 있다. 상기와 같은 배터리 모듈의 활성 및 동작은 처음에 기술된 단일 전지와 동일하다.

[0049] 본원의 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 저항기 시트들은 재충전 가능한 배터리의 전극-설퍼레이터 조립체의 2 개의 젤리 롤들 사이에 개재될 수 있다. 도 5는 상기와 같은 실시예를 도시한다. 도 5에 도시된 바와 같이,

저항기 시트 (512)는 2 개의 젤리 롤들 (513a, 513b) 사이에 개재된다. 이러한 실시예에서의 설계는 젤리 롤 전극 조립체들을 포함한 임의의 종래의 재충전 가능한 배터리로 사용될 수 있다. 도 5에 더 도시된 바와 같이, 전기 저항기 시트 (512)는 용접에 의해 부착될 수 있는 2 개의 탭들 (512a, 512b)을 가진다. 저항기 탭 (512a)은 젤리 롤의 애노드 전극들 (설명 편의를 위해 미도시)의 애노드 탭들 (514a)에, 그리고 저-저항 음의 단자 LoR (-) (미도시)에 전기적으로 연결되어, 저 전기 저항 회로를 형성한다. 저항기 탭 (512b)은 고-저항 음의 단자 HiR (-) (미도시)에 전기적으로 연결되어, 고 전기 저항 레벨 회로를 형성한다. 젤리 롤의 캐소드 전극들의 캐소드 탭들 (518a)은 함께, 그리고 양의 단자 (설명 편의를 위해 미도시)에 전기적으로 연결된다. 이러한 실시예에서 재충전 가능한 배터리는 또한 LoR (-) 단자 및 HiR (-) 단자를 전기적으로 연결 또는 분리시킬 수 있는 배터리 외부에서 스위치를 포함할 수 있다. 도 5의 재충전 가능한 배터리 (510)는 도 1에 대해 기술된 바와 같이 동일한 방식으로 동작될 수 있다.

[0050] 도 5에서의 배터리 구성이 2 개의 젤리 롤들 사이에서 하나의 저항 시트를 갖는 2 개의 젤리 롤들로 도시되지만, 본원의 재충전 가능한 배터리들은 3 개 이상의 젤리 롤들 및/또는 상기 젤리 롤의 중간에 위치한 2 개 이상의 저항기 시트를 가질 수 있다. 추가적으로, 하나 이상의 저항기 시트들은 폴리머 또는 산화물의 박형 층으로 코팅되어, 배터리 내의 전해액으로부터 상기 시트를 격리시킬 수 있다. 예를 들면, 배터리는 한 쌍의 젤리 롤들 사이에, 그리고/또는 상기 젤리 롤들 각각 또는 일부 근방의 다른 위치들 주위에 위치한 하나 이상의 저항기 시트들을 갖는 3 개 또는 그 초과개의 젤리 롤들을 가질 수 있다.

[0051] 본원의 일 실시예에서, 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 하나 이상은 도 5의 구성들에 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 3에서의 임의의 저항기 시트에 대해, 탭 1로 라벨링된 탭들은 전지들의 음의 단자들에 연결되어, 배터리용 저-저항 단자 LoR (-)를 형성할 수 있다. 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 어느 것의 탭 (2)은 배터리의 고 저항 단자 HiR (-)를 형성하기 위해 함께 용접될 수 있다. 상기와 같은 배터리의 활성화 및 동작은 도 1의 배터리에 대해 기술된 바와 동일하다.

[0052] 본원의 실시예에서, 재충전 가능한 배터리는 고 전기 내부 저항 레벨의 배터리를 만들어 내기 위해 별개의 저항기 시트를 사용함 없이 구조화될 수 있다. 예를 들면, 고 전기 저항 회로는 배터리의 전지의 전극의 전류 콜렉터의 일체형 부분 (integrally part)으로 구성될 수 있다. 본원의 일 실시예에서, 재충전 가능한 배터리는 T_1 및 T_2 에 걸친 R_1 로 배터리를 동작시키는 적어도 하나의 음의 단자 및 적어도 하나의 양의 단자; T_1 또는 T_2 밖에서는 R_2 로 배터리를 동작시키는 적어도 하나의 고 저항 단자 (예컨대, 추가 음의 또는 양의 단자); 및 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에, R_2 를 활성화시키는 스위치를 포함하며, 상기 적어도 하나의 고 저항 단자는 배터리의 전지 내의 적어도 하나의 저항기 시트에 전기적으로 연결되며, 그리고 적어도 하나의 저항기 시트는 배터리의 전지의 전극의 전류 콜렉터의 일체형 부분이다.

[0053] 도 6은 상기와 같은 실시예를 도시한다. 도 6은 애노드 전극 (614), 세퍼레이터 (616) 및 캐소드 전극 (618)을 포함한 조립체를 도시한다. 이러한 조립체는 전지 케이스에서 젤리 롤 설계와 같은 매우 다양한 재충전 가능한 배터리 구성들에 적용 가능하다. 이러한 실시예에서, 캐소드 (양의) 전극 (618)은 단자 (+) (626)를 형성하기 위해 전기적으로 연결되고 (예컨대, 함께 용접된), 밀접하게 (closely) 이격된 다수의 탭들 (618a)을 포함한다. 다른 한편으로는, 애노드 (음의) 전극 (614)은 단자 LoR (-) (620)을 형성하기 위해 함께 전기적으로 연결되고, 밀접하게 이격된 소수의 탭들 (614a), 및 가장 가까운 탭 (614a)으로부터 떨어져 있는 탭 (614b)을 포함한다. 탭 (614b)은 고 전기 저항 단자에 전기적으로 연결될 수 있다. 이러한 예시에서, 탭 (614b)은 고 전기 저항 단자 HiR (-)를 형성한다.

[0054] 이러한 설계에서, 탭 (614b) (멀리 있는 탭) 및 가장 가까이에 있는, 밀접하게 이격된 탭 (탭 (614a)) 사이에서, 음의 전극 호일의 부분, 즉 Cu 호일은 배터리 온도가 정상 범위 미만일 시, 즉 T_1 미만일 시에 동작되기 위해 큰 저항으로 작동한다. 다시 말하면, 탭들 (614a 및 614b) 사이의 물질 (630으로 지정)은 이러한 배터리 설계를 위한 저항기 시트로서 작동된다. 전지 케이스 외부 상에서, 단자들 LoR (-) 및 HiR (-)은 스위치 (624), 예컨대, 온도-감지 스위치를 통해 전기적으로 연결 및 분리될 수 있다. 도 6에 도시된 구성을 갖는 배터리의 활성화 및 동작은 도 1에서의 배터리에 대해 기술된 바와 같이 동일한 방식으로 이행될 수 있다.

[0055] 630의 전기 저항은 다른 것들 중에서, 탭 (614b)과 가장 가까운 탭 (614a) 사이의 거리, 전류 콜렉터를 형성하기 위해 사용된 물질, 예컨대 호일의 조성물, 및 2 개의 탭들 사이의 호일 상의 임의의 물질 및 고 저항 단자의 원하는 저항 레벨에 의존할 것이다. 재충전 가능한 배터리의 전극들은 바인더 (binder) 및/또는 전도성 희석액 (conductive diluent)을 갖거나 가지지 않은 하나 이상의 전기 화학 활성 물질들을 전류 콜렉터 상에 코팅함

으로써 통상적으로 형성된다. 상기와 같은 물질들은 또한 630의 전기 저항에 영향을 미칠 수 있다.

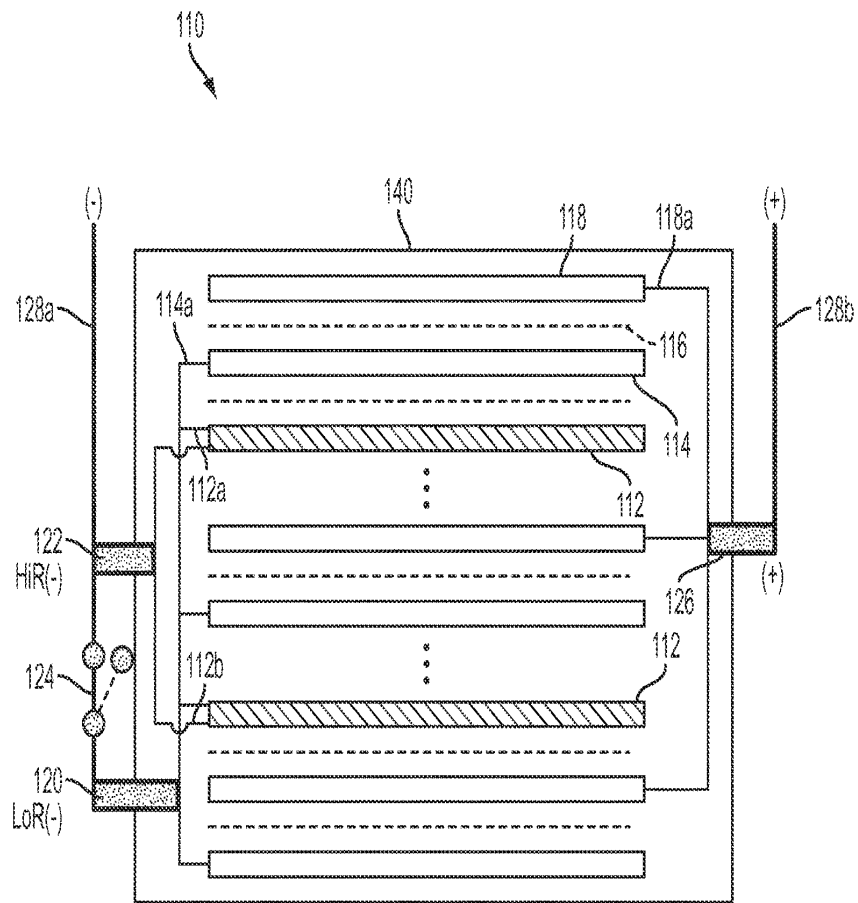
- [0056] 도 7은 배터리의 전지의 전극의 전류 콜렉터의 일체형 부분인 저항기 시트를 포함한 본원의 재충전 가능한 배터리의 또 다른 실시예를 도시한다. 이러한 실시예에서, 애노드 전극 (714), 세퍼레이터 (716) 및 캐소드 전극 (718)을 포함한 조립체가 도시된다. 도 6의 구성에 대해 유의한 바와 같이, 도 7에 도시된 조립체는 매우 다양한 재충전 가능한 배터리 구성들에 적용 가능하다. 이러한 예시에서, 캐소드 및 애노드 전극들 둘 다는 단자들 LoR (+) 및 LoR (-)을 형성하기 위해 전기적으로 연결되고 밀접하게 이격된 다수의 탭들, 나아가, HiR (+) 및 HiR (-)을 형성하기 위한 멀리 있는 탭들을 가진다. 특히, 캐소드 (양의) 전극 (718)은 단자 (+) (726)를 형성하기 위해 전기적으로 연결되고 밀접하게 이격된 다수의 탭들 (718a) 및 고 전기 저항 단자 HiR (+)을 형성하고 가장 가까운 탭 (718a)으로부터 떨어져 있는 탭 (718b)을 포함한다. 애노드 (음의) 전극 (714)은 단자 LoR (-) (720)를 형성하기 위해 함께 전기적으로 연결되고 밀접하게 이격된 소수의 탭들 (714a) 및 고 전기 저항 단자 HiR (-)을 형성하고 가장 가까운 탭 (714a)으로부터 떨어져 있는 탭 (714b)을 포함한다.
- [0057] 이러한 설계에서, 밀접하게 이격된 탭 그룹과 멀리 있는 탭 사이에서 음의 전극 호일의 부분 (즉 Cu) 및 양의 전극 호일의 부분 (즉 Al)은, 배터리 온도가 정상 범위 미만, 즉 T₁ 미만일 시에 동작되기 위해 큰 저항으로 작동한다. 다시 말하면, 탭들 (714a 및 714b) 사이의 물질 (730a로 지정) 및 탭들 (718a 및 718b) 사이의 물질 (730b로 지정)은 이러한 배터리 설계에 대한 저항기 시트들로서 작동한다.
- [0058] 전지 케이스 (740)의 외부 상에서, 2 개의 독립적인 스위치들 (724a, 724b) 각각은 단자 LoR (+)와 HiR (+)를 연결시키기 위해, 그리고 LoR (-)와 HiR (-)를 연결시키기 위해 사용될 수 있다. 2 개의 스위치들은 동시에 동작될 수 있거나, 또는 서로 독립적으로 동작될 수 있거나, 또는 배터리 온도의 함수로서 알고리즘에 따라 동작될 수 있다. 그렇지 않으면, 도 7에 도시된 구성을 갖는 배터리의 활성화 및 동작은 도 1에서의 배터리에 대해 기술된 바와 같은 동일한 방식으로 이행될 수 있다.
- [0059] 재충전 가능한 배터리의 젤리 롤 구성에 대한 보다 많은 탭 설계들은, 탭들의 일 측 그룹이 저 저항을 제공하고, 탭들의 타 측 그룹이 고 저항을 제공하는 한 가능하다.
- [0060] 본원의 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 저항기 시트들은 재충전 가능한 배터리의 롤링된 전극 조립체로 포함될 수 있다. 도 8, 9 및 10은 하나 이상의 저항기 시트들을 가진 젤리 롤형 전극 조립체의 실시예들을 도시한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 저항기 시트 (812)는 젤리 롤 조립체의 중앙 주위 내에 포함된다. 이러한 실시예에서, 저항기는 임의의 전극과 직접적으로 접촉하지 않으며, 그리고 전지의 용량에 악 영향을 미치지 않아야 한다. 저항기 시트는, 젤리 롤이 조립된 후에, 또는 젤리 롤을 조립하는 동안에 삽입될 수 있다. 저항기 시트는 또한 젤리 롤 조립체에 대한 구조적 지지체로서 바람직하게 작동될 수 있다. 이러한 실시예에서의 설계는 젤리 롤 전극 조립체들을 포함한 임의의 종래의 재충전 가능한 배터리로 사용될 수 있다. 도 8에 더 도시된 바와 같이, 젤리 롤 조립체 (813)는 전류 콜렉터 (815) 상의 애노드 전극 (814), 예컨대, 구리 호일, 제 1 세퍼레이터 (816a), 전류 콜렉터 (819) 상의 캐소드 전극 (818), 예컨대, 알루미늄 호일, 제 2 세퍼레이터 (816b)를 더 포함한다. 젤리 롤 조립체의 중앙 부근 (more or less)에 저항기 시트를 가지는 것과 더불어, 저항기 시트는 젤리 롤의 최외곽 층 상에 포함될 수 있다. 젤리 롤은 도 8에 도시된 바와 같이 형상이 평탄화될 수 있거나, 원통형이 될 수 있다.
- [0061] 도 9는 저항기 시트를 가진 젤리 롤 전극 조립체의 또 다른 실시예를 도시한다. 이러한 실시예에서, 일련의 저항기 시트들은 일련의 젤리 롤 조립체들 주위에서 랩핑된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 저항기 시트들 (912a 및 912b)은 젤리 롤 조립체들 (913a 및 913b) 주위에서 랩핑된다. 도 9는 외부 원주 상에서 저항기 시트를 가진 2 개의 젤리 롤 조립체들 각각을 도시한다. 이러한 구성은 추가적인 젤리 롤 조립체들로 확장될 수 있으며, 이때 상기 추가적 젤리 롤 조립체들 일부 또는 모두는 일련의 젤리 롤 조립체들 주위에서 랩핑된 일련의 저항기 시트들을 가진 젤리 롤 조립체를 형성하기 위해 외부 원주 상에 저항기 시트를 가진다. 상기와 같은 조립체는 젤리 롤 조립체를 권취하고, 그 후에 외부 원주 상에 저항기 시트를 랩핑하고, 그 다음에 저항기 시트들을 갖거나 가지지 않은 추가적 젤리 롤 조립체들을 권취함으로써 제조될 수 있다.
- [0062] 젤리 롤 조립체들 각각은 애노드 전극, 캐소드 전극, 및 세퍼레이터를 포함한다. 예를 들면 젤리 롤 조립체들 (913a 및 913b)은 전류 콜렉터 (915) 상의 애노드 전극 (914), 예컨대, 구리 호일, 제 1 세퍼레이터 (916a), 전류 콜렉터 (919) 상의 캐소드 전극 (918), 예컨대, 알루미늄 호일을 포함한다. 도면에서 도시되지 않은 제 2 세퍼레이터는 전류 콜렉터 (919) 다음에 포함될 수 있다. 젤리 롤의 최외곽 층 주위에 랩핑된 저항기 시트들을 가지는 것과 더불어, 저항기 시트는 최내곽 젤리 롤 조립체의 중앙 부근에 포함될 수 있다.

- [0063] 도 10은 저항기 시트를 가진 젤리 롤 전극 조립체의 또 다른 실시예를 도시한다. 이러한 실시예에서, 젤리 롤 조립체 또는 조립체들을 유지하는 컨테이너는 시트의 형상이 아닐지라도 저항기 시트로서 작동될 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 저항기 시트 (1012)는 2 개의 젤리 롤 조립체들 (1013a 및 1013b)를 둘러싼다. 저항기 시트 (1012)는 젤리 롤 조립체들의 최외곽 층의 실질적인 부분과 접촉하는 내부 표면 (1012a)을 가진다. 저항기 시트는 조립체들을 유지하는 컨테이너, 예컨대 스틸 캔 (steel can)일 수 있다. 이러한 실시예에서, 저항기 시트 (1012)는 2 개의 젤리 롤 조립체들을 유지하기 위해 2 개의 격실들 (compartments)을 가지는 것으로 형상화되지만, 그러나 이러한 실시예는 저항기 시트 (1012)의 내부 표면이 젤리 롤 조립체들 중 적어도 하나의 실질적인 부분과 접촉하는 한, 상기와 같은 형상에 제한되지 않으며, 저항기 시트는 본원에 기술된 바와 같은 기능을 할 수 있다. 추가로, 도 10의 구성은 추가적인 젤리 롤 조립체들로 확장될 수 있으며, 이때 상기 추가적 젤리 롤 조립체들 일부 또는 모두는 하나 이상의 격실들에 위치되거나, 또는 저항기 시트와 접촉된다.
- [0064] 각각의 젤리 롤 조립체들은 애노드 전극, 제 1 세퍼레이터, 캐소드 전극, 및 제 2 세퍼레이터를 포함한다. 예를 들면, 젤리 롤 조립체들 (1013a 및 1013b)은 전류 콜렉터 (1015) 상의 애노드 전극 (1014), 예컨대, 구리 호일, 제 1 세퍼레이터 (1016a), 전류 콜렉터 (1019) 상의 캐소드 전극 (1018), 예컨대 알루미늄 호일을 포함한다. 도면에서 도시되지 않은 제 2 세퍼레이터는 전류 콜렉터 (919) 다음에 포함될 수 있다. 저항기 시트 (1012)와 더불어, 저항기 시트는 이러한 실시예에서 젤리 롤 조립체들 중 하나 또는 모두의 중앙 부근에 포함될 수 있다.
- [0065] 도 8, 9, 및 10에서의 배터리 구성들이 비대칭 형상을 가진 젤리 롤들로서 도시되었지만, 젤리 롤들 및 저항기 시트들은 해당 원통형 저항기 시트들을 갖는 원통형 젤리 롤 조립체들과 같이 대칭적으로 이루어질 수 있다.
- [0066] 도 8, 9, 10에 도시된 요소들과 더불어, 설명 편의를 위해 미도시된 추가 요소들은 도 8, 9 및 10의 구성들을 갖는 워킹 배터리들을 형성하기 위해 포함된다. 이러한 요소들은 예를 들면, 고 전기 저항 레벨 회로의 일부로서 저항기 시트에 전기적으로 연결된 고 저항 단자; 저 전기 저항 회로를 형성하기 위해, 저항기 시트에 그리고 전극들 중 하나에 예컨대, 애노드 또는 캐소드 전극들에 전기적으로 연결된 저 저항 단자; 저 저항 및 고 저항 단자들을 전기적으로 연결 또는 분리시킬 수 있는 스위치를 포함한다. 도 8, 9 및 10 각각의 재충전 가능한 배터리 (810, 910 및 1010)는 예를 들면, 도 1에 대해 기술된 바와 같은 동일한 방식으로 동작될 수 있다.
- [0067] 본원의 또 다른 실시예에서, 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 하나 이상은 도 8, 9 및 10의 구성들에서 사용될 수 있다. 예를 들면, 도 3에서의 임의의 저항기 시트에 대해, 탭 1로 라벨링된 탭들은 전지들의 음의 단자들에 연결되어, 배터리용 저-저항 단자 LoR (-)를 형성할 수 있다. 도 3에 도시된 저항기 시트들 중 어느 것의 탭 (2)은 배터리의 고 저항 단자 HiR (-)를 형성하기 위해 함께 용접될 수 있다. 상기와 같은 배터리의 활성화 및 동작은 도 1의 배터리에 대해 기술된 바와 동일하다.
- [0068] 상술된 모든 배터리 설계들은 재충전 가능한 배터리들, 예를 들면, 리튬-이온 (Li-ion), 니켈-수소 합금, 납-산 등에 적용 가능하다. 바람직하게, 본원의 재충전 가능한 배터리는 모든 배터리 화학적 성질, 예를 들면 재충전 가능한 리튬 이온, 니켈-수소 합금, 또는 고급 리튬 배터리들, 예를 들면 리튬-황, 리튬-폴리머, 리튬-에어 배터리들 또는 모든 솔리드-스테이트 배터리들에 대해, 그리고 모든 형태의 팩터들, 파우치형, 원통형, 각기둥형, 또는 각진 형태에 대해 구현될 수 있다. 도 1-10에 대해 상기에서 기술된 전지 설계들은 일 세트의 단자들용 저 내부 저항 (R_1) 및 제 2 세트의 단자들용 고 내부 저항 (R_2)을 갖는 모든 기후 배터리를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 전지 구조체는 다른 설계들 중에서, 롤링형 전극 및 스택형 전극 설계들을 수용할 수 있다.
- [0069] 본원의 일 양태에서, 재충전 가능한 배터리는 배터리의 온도가 T_1 과 T_2 사이에 있을 시에 R_1 로 동작되며, 그리고 배터리의 온도가 T_1 또는 T_2 밖에 있을 시에 R_2 를 활성화시키는 스위치를 활성화시킴으로써, T_1 또는 T_2 밖에서 R_2 로 동작된다. 고 저항 레벨 (R_2)로 배터리를 동작시키는 것은 배터리의 내부 온도를 증가시키기 위해, 정전압 - 정전류 (constant voltage - constant current, CVCC) 사이클을 적용하는 것을 포함할 수 있다. 상기와 같은 활성화 사이클은 저 전지 전압 하에 고-저항 모드로 배터리를 동작시킴으로써 큰 양의 내부 열을 발생시킬 수 있다. 활성화 사이클은 정전압에 이은 정전류 한계 하에 배터리를 동작시키는 것을 포함할 수 있다. 소정의 실시예들에서, 정전압은 0.2 내지 1 V의 범위로 설정되며, 그리고 전류 한계는 1 C 내지 10 C (본원에서 정의된 C-비율은 배터리 공칭 용량에 대한 전류 (Amps)의 비율임; 말하자면, 10 Ah 배터리에 대해, 1 C는 10 A를 의미함)의 범위로 설정된다. 바람직하게 정전압은 0.4 V 내지 1.0 V의 범위에 있으며, 그리고 전류 한계는 2C 내지 5C, 예컨대 4C이다.

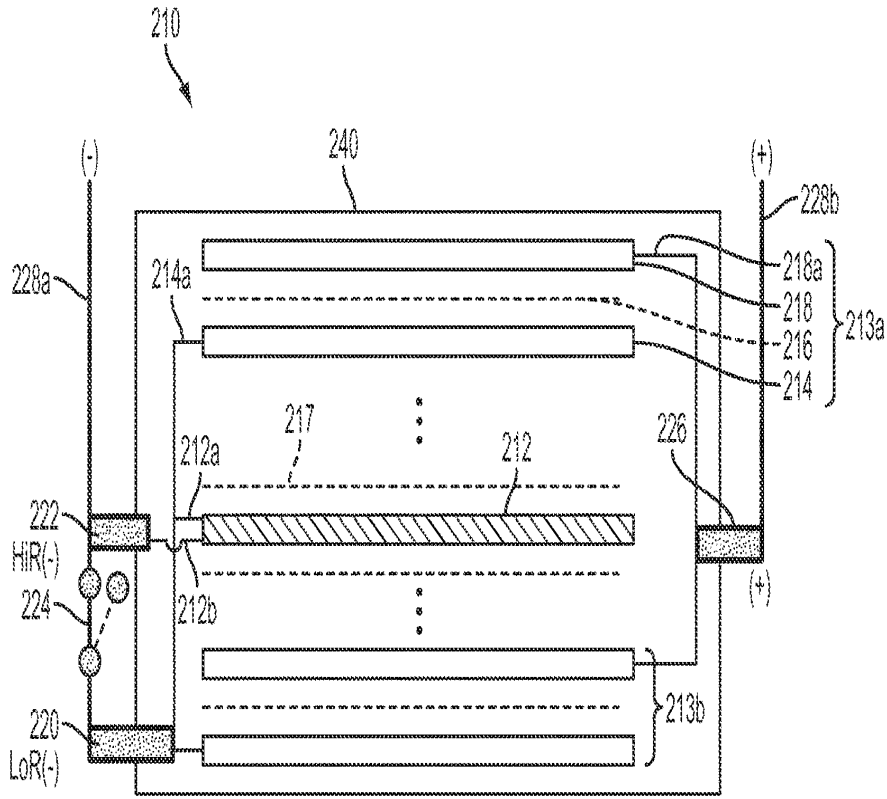
- [0070] 예시
- [0071] 다음 예시는 본 발명의 소정의 바람직한 실시예들을 더 도시하기 위한 것으로 의도되며, 그리고 사실상 제한되지 않는다. 기술 분야의 통상의 기술자라면 단지 일상적인 실험을 사용하여, 본원에서 기술된 특정 물질 및 절차에 대한 다수의 균등물을 인식하거나 또는 확인할 수 있을 것이다.
- [0072] 파우치 전지의 형태를 하고 리튬-니켈-망간-코발트 (NMC) 캐소드 및 그래파이트 애노드로 구성된 26Ah의 시험적 생산 (pilot-production) 배터리는 도 1에 기술된 구조에 따라 개발되었다. 저항기 시트는 25 cm 길이, 6 cm 폭 및 100 μm 두께를 가진 스테인리스 강 호일이다. 그의 저항은 대략 0.05 Ωm 이며, 그리고 그의 무게는 총 배터리 무게의 약 2.3%인 ~13 그램이다. LoR (-) 단자와 HiR (-) 단자 사이의 스위치는 온도 제어기에 의해 구동된 전기 기계 릴레이에 의해 이행된다. 릴레이는 약 0 $^{\circ}\text{C}$ 에서 스위치로 설정된다. 릴레이 무게는 약 7 그램이다. 테스트 이전에, 테스트 배터리는 완충되며, 그 이후에 빙점하의 온도로 사전설정된 열 챔버에서 5-6 시간 동안 있게 된다. 26Ah의 기후 배터리 모두를 테스트하는 동안, 여러 개의 써모 커플들 (thermo couples)은 배터리 상에 장착되며, 그리고 전압계들에 연결되어 릴레이를 구동하는 평균 배터리 온도를 관측한다. 저항기 호일 및 온도-감지 스위치가 없지만, 동일한 상태에 있는 베이스라인 전지는 또한 비교 연구를 위해 테스트된다.
- [0073] -30 $^{\circ}\text{C}$ 로부터 1C 방전하는 모든 기후 배터리 (도 11에서 ACB로 라벨링됨) 및 베이스라인 배터리 (도 11에서 conv. LiB로 라벨링됨)의 테스트 결과들은 도 11a에서 도시된다. ACB의 경우에서, 배터리 테스트는 2C (즉, 52A)와 동등한 정전류가 약 142 초 동안 고-저항 단자들에 인가되는 짧은 활성화 기간으로 시작된다. 전지 전압은 도 11a에서 0.6 내지 1.3 V에 있는 것으로 보인다. 이러한 활성화 기간에서, 전지 내부에 매립된 저항기 시트는 신속하게 가열되고, 도 11b에 도시된 평균 배터리 온도에 의해 나타난 바와 같이 전지의 열을 빨리 오르게 한다 (warm up). 배터리 온도가 약 0 $^{\circ}\text{C}$ 에, 배터리가 저 내부 저항에 스위칭하는 설정 지점에 이르게 될 시에, 활성화는 완료되며, 그리고 배터리는 도 11a에 도시된 바와 같이 표준 1C (즉 26A) 방전에 처하게 된다. ACB의 방전 곡선은 종래의 LiB의 방전 곡선과 대비되며, 이는 ACB의 경우에서 실질적으로 전압, 용량 및 에너지 출력이 개선됨을 보여준다. 다양한 주변 온도에서 ACB 및 종래의 LiB의 1C 방전 실험들이 유사하게 수행되었다. 용량 및 방전 에너지는 도 12a 및 12b 각각에 도시된다. 볼 수 있는 바와 같이, -30 $^{\circ}\text{C}$ 환경에서 ACB는 90%보다 큰 (> 90%) 실내-온도 용량, 및 82%보다 큰 (> 82%) 실내-온도 에너지를 전달한다. 비교하면, 종래의 LiB는 -30 $^{\circ}\text{C}$ 에서 단지 60% 및 50%의 실내-온도 용량 및 에너지를 출력한다. -40 $^{\circ}\text{C}$ 에서 ACB 성능은 보다 더 실질적으로 85% 및 70%의 실내-온도 용량 및 에너지를 유지하여 개선되는 반면, 종래의 LiB는 동일한 주변 조건 하에서 거의 제로의 용량 및 에너지 출력을 가진다. 2C 방전 실험들 또한 수행되었으며, 파워 및 에너지 출력은 동일하게 인상적이었다.
- [0074] 하이브리드 파워 펄스 특성 (hybrid power pulse characterization, HPPC) 테스트는 또한 26Ah ACB의 파워 능력을 정량화하기 위해 진행되었다. HPPC 테스트는 주어진 충전 상태 (state of charge, SOC)로부터 시작되었으며, 그리고 20 초, 그 후에 나머지 20 초 동안 3C 방전 펄스로 진행되고, 그 다음에 20 초 동안 1C 방전 펄스로 진행된다. 상기와 같은 HPPC 부하에 대한 전압 응답은 도 13b에 도시된다. 각각의 20-초 펄스 종료 시에 전지 전압과 방전/충전 전류를 곱함으로써 계산된 방전 및 충전 파워는 도 13c에 도시된다. -30 $^{\circ}\text{C}$ 에서 이러한 방전 및 충전 파워는 종래의 LiB에 의한 것보다 약 6-7 배이다.
- [0075] 상술된 테스트 결과들이 규칙적인 리튬-이온 배터리에 대해 도시되었지만, 고급 리튬-이온 배터리들, 니켈-수소 합금 (Ni-MH), 납-산 (Pb-acid) 및 다른 배터리 화학적 성질에 기반한 모든 기후 배터리들은 동일한 이점을 가지는 것으로 여겨진다.
- [0076] 단지 본 발명의 바람직한 실시예 및 다용도 목적의 예시들이 본원에 도시 및 기술된다. 이해되어야 하는 바와 같이, 본 발명은 다양한 다른 조합들 및 환경들에 사용될 수 있고 본원에 나타난 바와 같은 독창적인 개념의 권리 범위 내에 변화 또는 수정될 수 있다. 이로써, 예를 들면, 기술 분야의 통상의 기술자라면, 단지 일상적인 실험을 사용하여, 본원에서 기술된 특정 물질, 절차 및 배치에 대한 다수의 균등물을 인식하거나 또는 확인할 수 있을 것이다. 상기와 같은 균등물들은 본 발명의 권리 범위 내에 있는 것으로 고려되며, 그리고 다음 청구항들에 의해 포괄된다.

도면

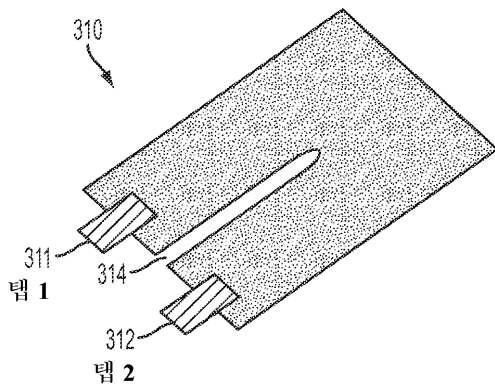
도면1



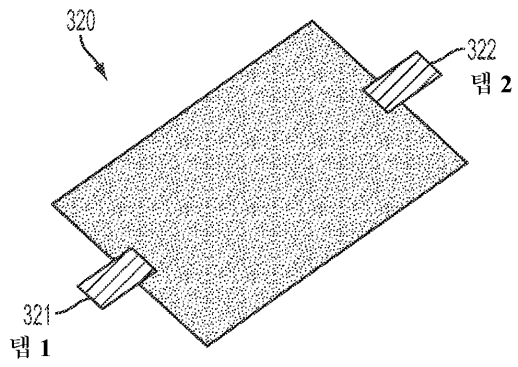
도면2



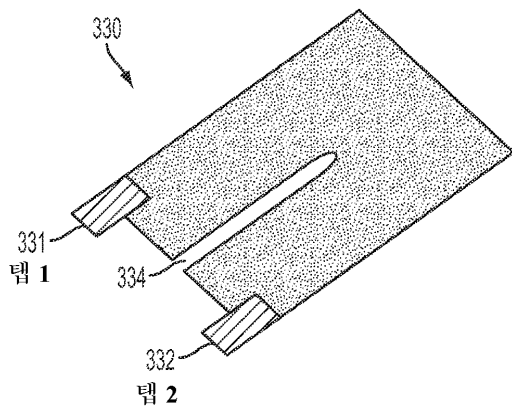
도면3a



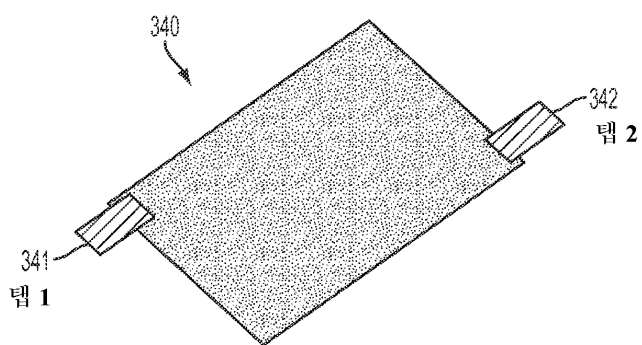
도면3b



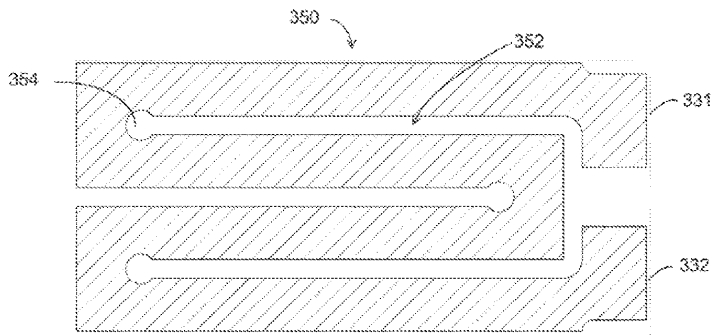
도면3c



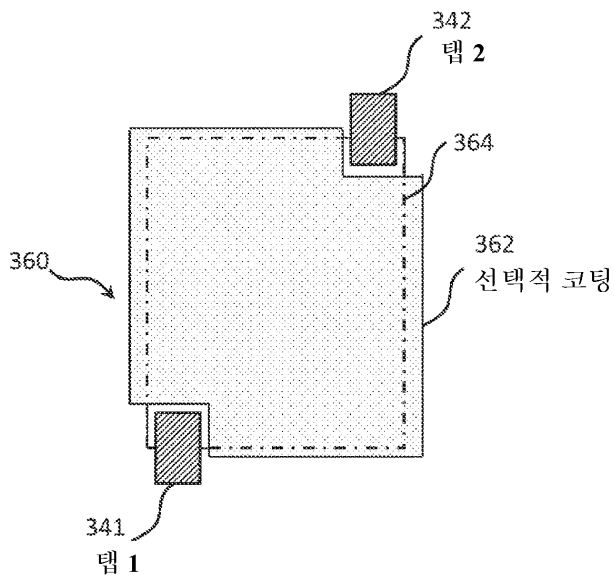
도면3d



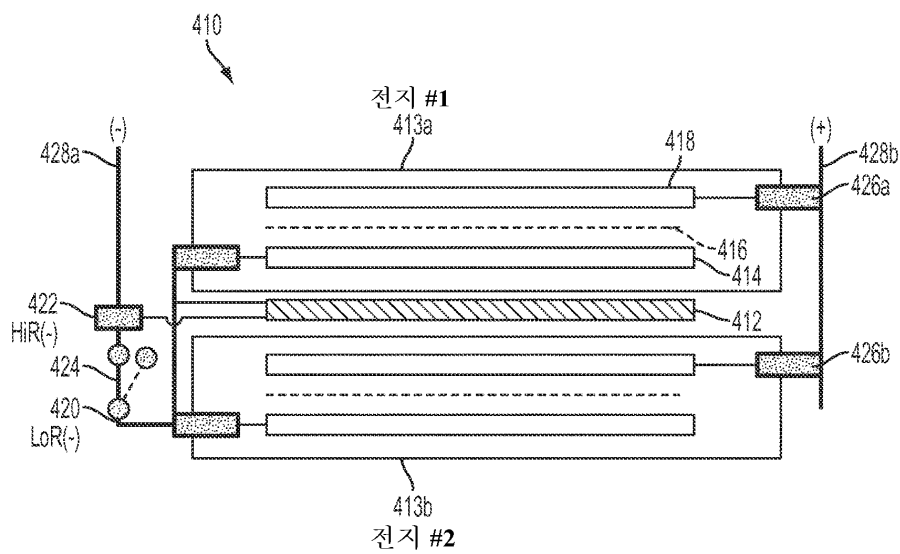
도면3e



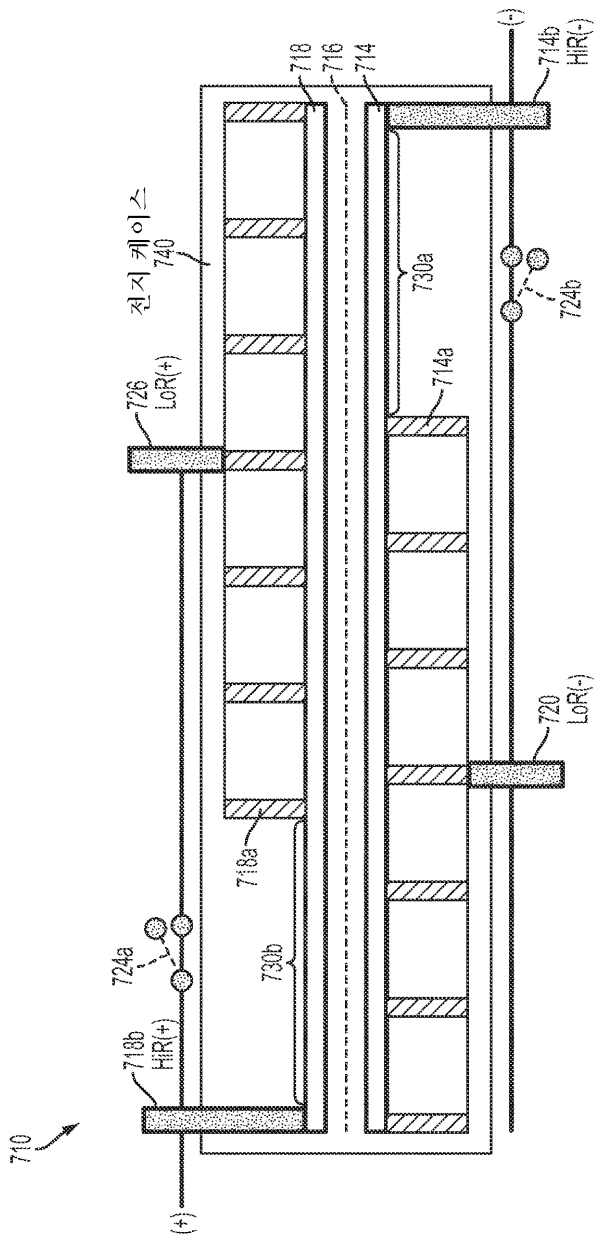
도면3f



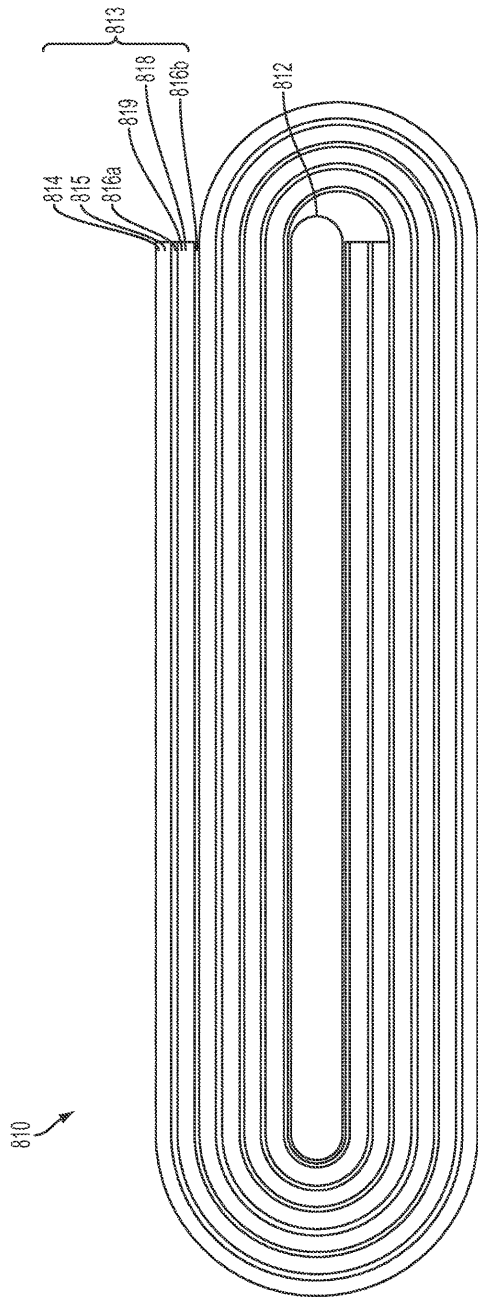
도면4



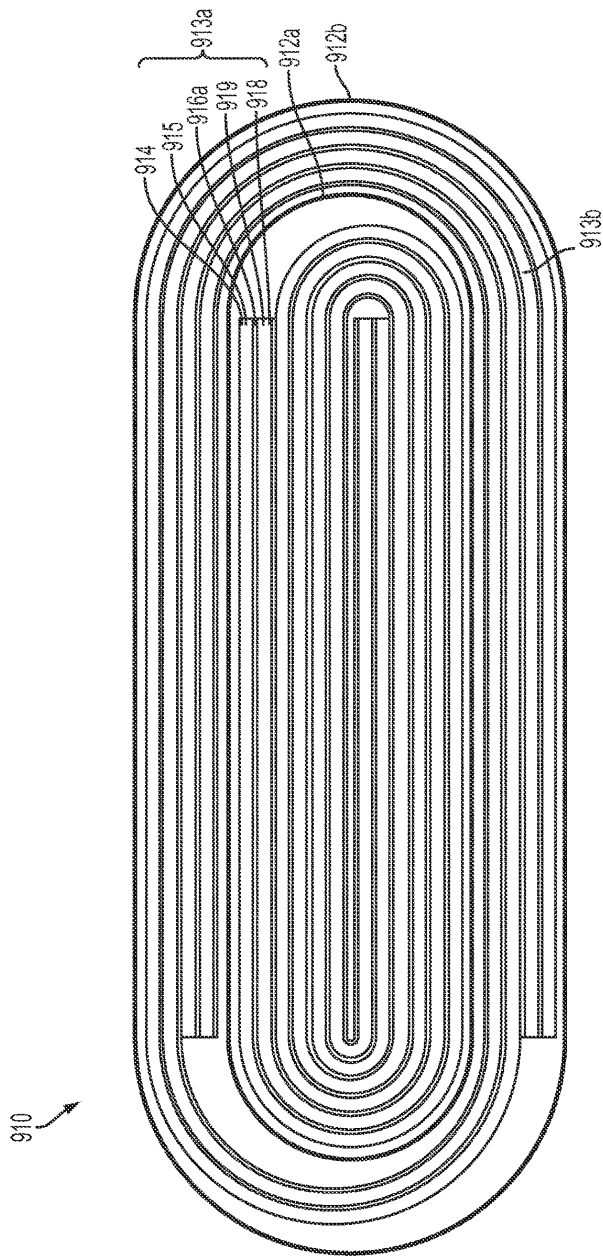
도면7



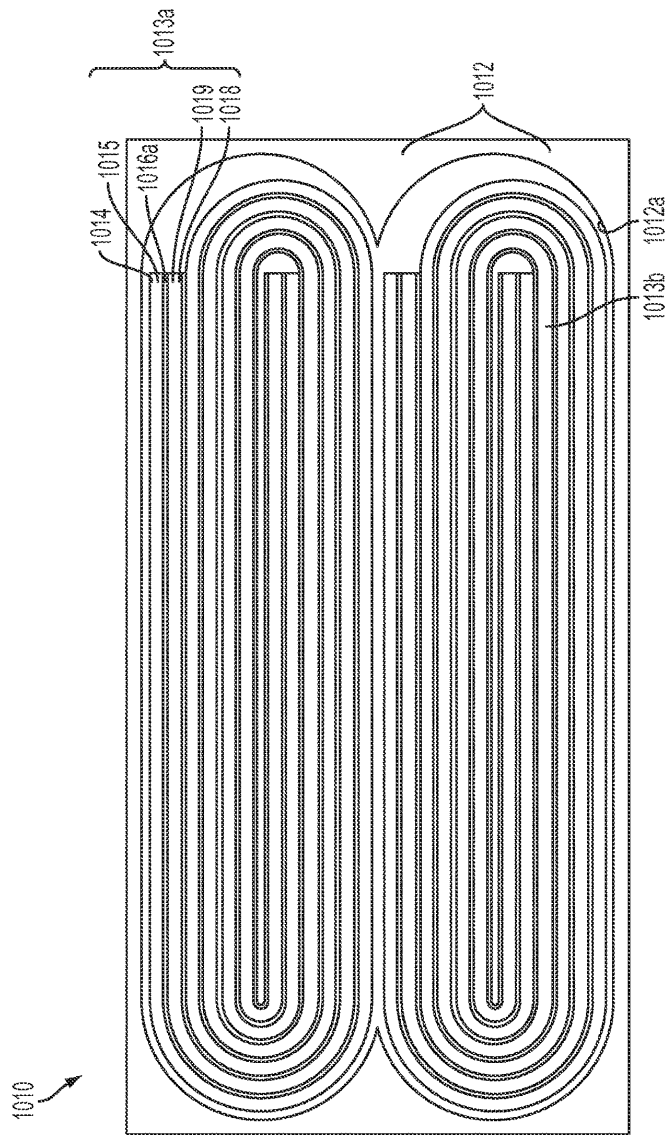
도면8



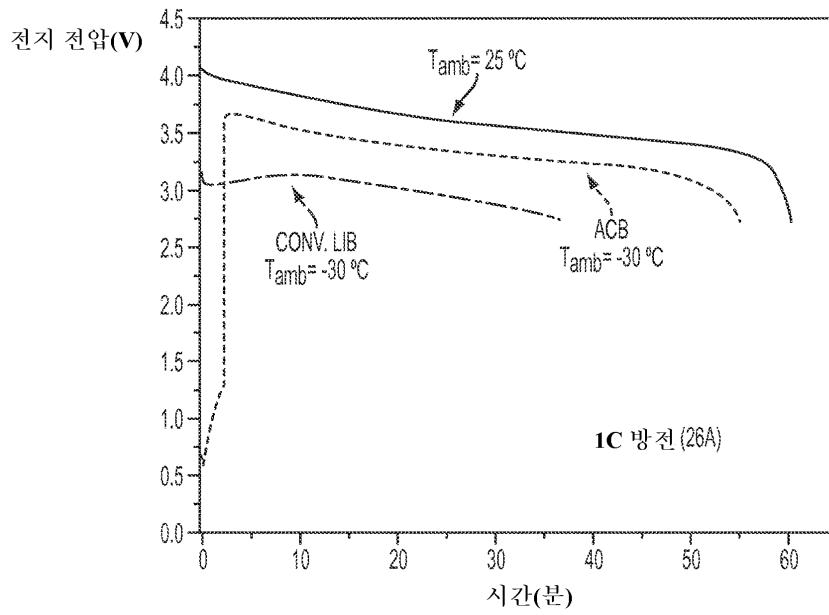
도면9



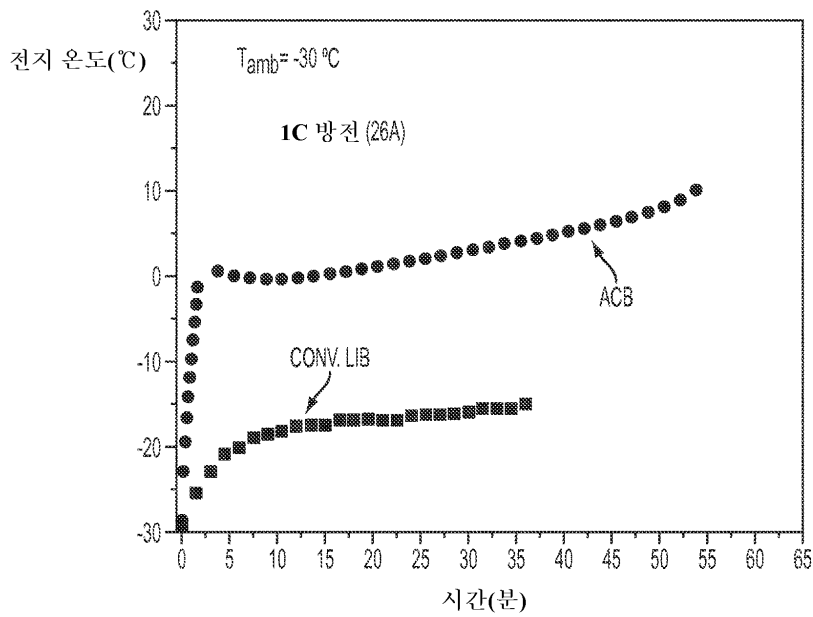
도면10



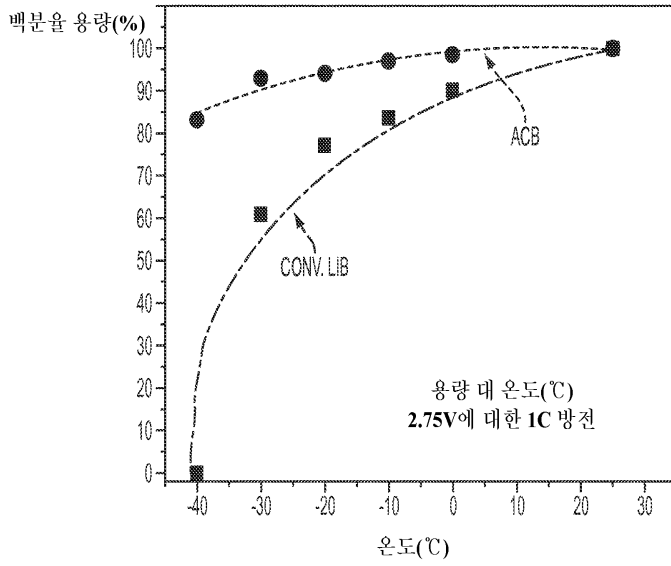
도면11a



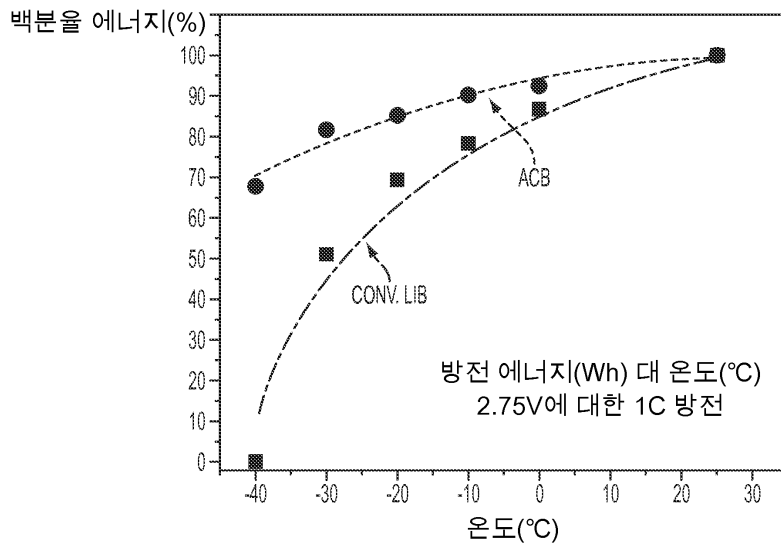
도면11b



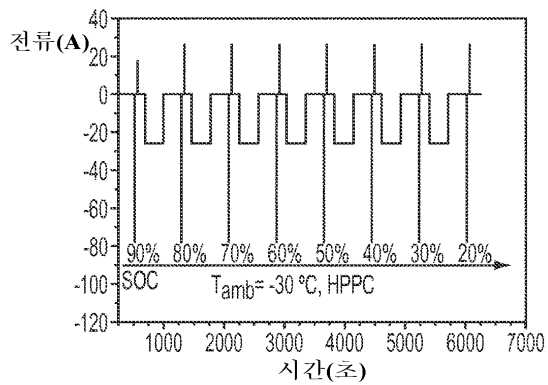
도면12a



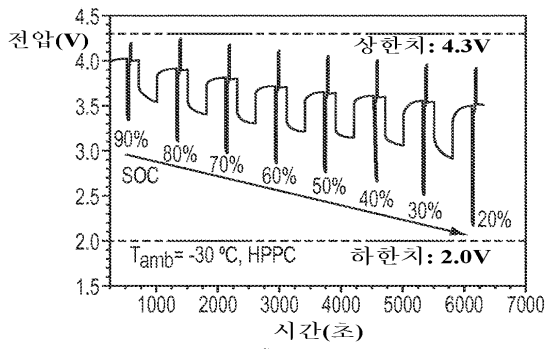
도면12b



도면13a



도면13b



도면13c

