



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0065010  
(43) 공개일자 2020년06월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 2/20 (2006.01) H01M 10/0525 (2010.01)  
H01M 10/42 (2014.01) H01M 10/653 (2014.01)  
H01M 2/02 (2015.01) H01M 2/04 (2006.01)  
H01M 2/10 (2006.01) H01M 2/12 (2006.01)  
H01M 2/34 (2006.01) H01M 2/36 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01M 2/206 (2013.01)  
H01M 10/0525 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7011479
- (22) 출원일자(국제) 2018년07월31일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년04월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/044598
- (87) 국제공개번호 WO 2019/060047  
국제공개일자 2019년03월28일
- (30) 우선권주장  
62/561,927 2017년09월22일 미국(US)

- (71) 출원인  
카덴차 이노베이션, 인크  
미국 코네티컷 06897 윌튼 밀스톤 로드 286
- (72) 발명자  
리포스키, 조슈아  
미국 코네티컷주 06483 시모어 아가일 서클 21  
람페-엔네루드, 마리아, 크리스티나  
미국 코네티컷주 06897 윌튼 마일스톤 로드 286  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
인비전 특허법인

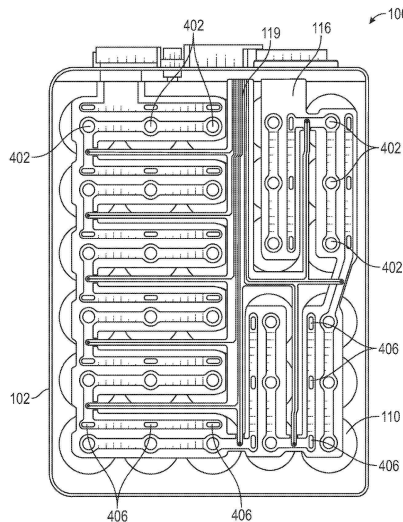
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 모듈식 모선 어셈블리를 갖는 리튬 이온 배터리

(57) 요약

컨테이너 또는 어셈블리 내에 배치된 복수의 전기화학 유닛을 포함하는 리튬 이온 배터리가 제공된다. 전기화학 유닛의 애노드 및 캐소드와의 전기적 연결을 설정하기 위한 다층 모선이 제공된다. 모선의 설계를 기초로 하여, 요구되는 전압 및 용량은 컨테이너 또는 어셈블리 내에서 전기화학 유닛의 재설계 또는 재배치 없이 배터리에 의해 전달될 수 있다. 복수의 모선은 상이한 전압 및/또는 용량을 전달하는 리튬 이온 배터리를 생산하기 위해 컨테이너/어셈블리에 교체 가능하게 도입될 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*H01M 10/653* (2015.04)

*H01M 2/0237* (2013.01)

*H01M 2/105* (2013.01)

*H01M 2/1077* (2013.01)

*H01M 2/1094* (2013.01)

*H01M 2/127* (2013.01)

*H01M 2/204* (2013.01)

*H01M 2/345* (2013.01)

*H01M 2/365* (2013.01)

(72) 발명자

엔네루드, 토드 퍼 젠스

미국 코네티컷주 06897 월튼 마일스톤 로드 286

시, 제이

미국 메사추세츠 01720 액턴 메인 스트리트 742

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

베이스 및 측벽을 한정하는 캔;

상기 캔에 대해 장착된 덮개 - 상기 캔과 상기 덮개는 내부 용적을 한정함 -;

복수의 전기화학 유닛; 및

모선(bus bar)을 포함하며,

상기 모선은 애노드 부분, 캐소드 부분 및 절연 중간층을 포함하는 다층 어셈블리를 한정하며;

상기 모선은 상기 복수의 전기화학 유닛에 대한 이의 전기적 연결을 기초로 하여 선택된 리튬 이온 배터리 구성을 전달하기에 효과적인, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 모선은 각 전기화학 유닛의 상기 애노드 및 상기 캐소드에 대해 전기적 연결을 위한 전기적 연결점을 한정하는, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 모선은 각 전기화학 유닛에 대해 상기 캐소드 연결로부터 상기 애노드 연결을 전기적으로 절연시키도록 구성된, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 모선은 복수의 모선 설계로부터 선택되며, 상기 복수의 모선 설계 각각은 상이한 전압, 상이한 용량, 또는 상이한 전압과 상이한 용량의 조합을 전달하는, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 모선은 병렬 전기적 구성의 특정 상기 전기화학 유닛 및 직렬 구성의 특정 상기 전기화학 유닛을 배치하는 데 효과적인, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 배터리 관리 시스템을 추가로 포함하는, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 압력 차단 장치 어셈블리를 추가로 포함하는, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 배기 어셈블리를 추가로 포함하는, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 배기 어셈블리는 상기 캔 및 상기 덮개 중 적어도 하나에서 형성된 개구에 대해 장착된, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 10

제8항에 있어서, 상기 배기 어셈블리에 인접하여 장착된 역화 방지기를 추가로 포함하는, 리튬 이온 배터리.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 역화 방지기는 메쉬 구조인, 리튬 이온 배터리.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 역화 방지기는 30 US 메쉬인, 리튬 이온 배터리.

**청구항 13**

제10항에 있어서, 상기 역화 방지기는 구리 와이어로부터 제작된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 상기 전기화학 유닛은 개별 전기화학 유닛의 수용을 위한 공동을 한정하는 지지 구조에 배치된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 전기화학 유닛은 밀봉되지 않고 공유 대기 영역과 연통된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 전기화학 유닛은 전해질의 도입을 위해 애퍼처(aperture)를 한정하는, 리튬 이온 배터리.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 전해질이 상기 전기화학 유닛으로 전달된 후에 상기 애퍼처 내로 도입하기 위한 플러그를 추가로 포함하는, 리튬 이온 배터리.

**청구항 18**

제1항에 있어서, 상기 다층 모선의 상기 애노드 부분 및 캐소드 부분은 전도성 재료로부터 제작된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 상기 전도성 재료는 금속 재료, 전도성 폴리머 재료, 및 이들의 조합으로부터 선택된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 상기 전도성 재료는 알루미늄, 구리 및 니켈로부터 선택된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 21**

제18항에 있어서, 상기 절연 중간층은 비전도성 폴리머, 세라믹 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택된 비전도성 재료로부터 제작된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 22**

제18항에 있어서, 상기 절연 중간층은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 및 폴리테트라플루오로에틸렌으로부터 선택된 절연 재료로부터 제작된, 리튬 이온 배터리.

**청구항 23**

베이스 및 측벽을 한정하는 캔;

상기 캔에 대해 장착된 덮개 - 상기 캔과 상기 덮개는 내부 용적을 한정함 -;

복수의 전기화학 유닛; 및

모선(bus bar)을 포함하며,

상기 모선은 애노드 부분, 캐소드 부분 및 절연 중간층을 포함하는 다층 어셈블리를 한정하며;

상기 모선은 상기 복수의 전기화학 유닛을 (전체적으로 또는 부분적으로) 직렬로 연결시키는, 리튬 이온 배터리.

**청구항 24**

베이스 및 측벽을 한정하는 캔;

상기 캔에 대해 장착된 덮개 - 상기 캔과 상기 덮개는 내부 용적을 한정함 -;

복수의 전기화학 유닛;

상기 복수의 전기화학 유닛 간에 (적어도 부분적으로) 직렬 전기적 연통을 제공하는 모선(bus bar); 및

상기 내부 용적 내에 배치된 배터리 관리 시스템(BMS)을 포함하며,

상기 내부 용적은 상기 복수의 전기화학 유닛과 연통하는 공유 대기 또는 영역을 한정하며;

상기 배터리 관리 시스템(BMS)은 상기 공유 대기 또는 영역에 배치되어 있는, 리튬 이온 배터리.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 상기 전기화학 유닛이 상기 내부 용적에 한정된 상기 공유 대기 또는 영역과 직접 연통되도록, 상기 전기화학 유닛 각각이 개방되거나 밀봉되지 않은, 리튬 이온 배터리.

**청구항 26**

제24항에 있어서, 상기 배터리 관리 시스템(BMS)이 외부 BMS 커넥터와 전기적 연통되어 있는, 리튬 이온 배터리.

**청구항 27**

공동 표면에 의해 한정된 복수의 공동을 포함하는 지지 부재 - 상기 복수의 공동 각각은 공동 개구를 통해 리튬 이온 코어 부재를 수용하도록 구성됨 -;

복수의 리튬 이온 코어 부재 - 상기 복수의 리튬 이온 코어 부재 각각은 애노드, 캐소드, 애노드와 캐소드 사이에 배치된 세퍼레이터, 및 전해질을 포함함 -; 및

상기 지지 부재를 둘러싸고 밀봉하는 기밀하게 밀봉된 외장(hermetically sealed enclosure)을 포함하며;

상기 복수의 리튬 이온 코어 부재 각각은, 전해질을 도입할 수 있고 전해질 도입 후 플러그의 수용을 위해 구성된, 애퍼처(aperture)를 포함하며,

상기 복수의 리튬 이온 코어 부재 각각은 상기 지지 부재의 상기 복수의 공동 중 하나에 배치되며,

상기 리튬 이온 코어 부재 각각은, 전해질이 전해질을 함유하는 상기 공동으로부터 벗어나는 것을 방지하도록 이의 길이를 따라 상기 복수의 공동 중 하나의 공동 표면에 의해 둘러싸여 있으며;

상기 기밀하게 밀봉된 외장은 (i) 상기 공동 각각이 개방되며, (ii) 이온 코어 부재 각각의 상기 애노드, 캐소드 및 전해질이 상기 지지 부재의 공동에 배치될 때 공동 개구를 통해 직접적으로 노출되도록 공유 대기 영역을 한정하는, 멀티 코어 리튬 이온 배터리.

**청구항 28**

제27항에 있어서, 상기 플러그는 상기 리튬 이온 코어 부재 내에서 적어도 하나의 소정의 조건을 기초로 하여 파손되도록 구성된, 멀티 코어 리튬 이온 배터리.

**청구항 29**

제28항에 있어서, 상기 적어도 하나의 소정의 조건은 압력 조건, 온도 조건, 또는 압력 조건과 온도 조건의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된, 멀티 코어 리튬 이온 배터리.

**청구항 30**

제27항에 있어서, 상기 플러그는 왁스로부터 제작된, 멀티 코어 리튬 이온 배터리.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001]

정부의 권리

[0002]

본 발명은 미국 에너지국(United States Department of Energy)이 수여한 DE-AR0000392 하의 정부 지원으로 이루어졌다. 정부는 본 발명에 일정한 권리를 갖는다.

[0003]

관련 출원에 대한 상호 참조

[0004]

본 출원은 2017년 9월 22일에 출원되었고 일련 번호 제62/561,927호로 부여된 "Lithium Ion Battery with Modular Bus Bar Assemblies"라는 명칭의 가출원에 대한 우선권 이익을 주장한다. 상기 가출원의 내용은 본원에 참고로 포함된다.

[0005]

또한, 본 출원은 본원에 하기 특허 출원 전문을 참조로 포함한다: (i) "Lithium Ion Battery"라는 명칭의 미국 특허 제9,685,644호, (ii) "Lithium Ion Battery with Thermal Runaway Protection"이라는 명칭의 미국 특허 공개 제2017/0214103호, 및 (iii) "Low Profile Pressure Disconnect Device for Lithium Ion Batteries"라는 명칭의 PCT 공개 WO 2017/106349호.

[0006]

기술 분야

[0007]

본 발명은 리튬 이온 배터리에 관한 것으로, 더욱 구체적으로, 안전성이 개선되고 제작 비용이 감소된, 멀티 코어 리튬 이온 배터리(multi-core lithium ion battery)에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 직렬 및 병렬 젤리 롤 구성을 제공하기 위해 다양한 모션 어셈블리(bus bar assembly)를 수용하여, 기본 배터리 설계 및 레이아웃(layout)을 변경하지 않고 증가된 전압 또는 더 높은 용량을 전달하도록 설계된 리튬 이온 배터리에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0008]

리튬 이온 셀(Li-ion cell)은 초기에 노트북, 휴대 전화 및 기타 휴대용 전자 기기용 배터리로서 사용되었다. 배출 저감 및 휘발유와 전기 비용의 절감뿐만 아니라 배출 제한의 필요성으로 인해, 배터리 전기 차량(BEV), 플러그인 하이브리드 전기 차량(PHEV), 및 하이브리드 전기 차량(HEV), 전기 기차와 같은 더 큰 용도의 증가뿐만 아니라, 그리드 스토리지(GRID), 건설, 광업 및 임업 장비, 포크리프트, 기타 구동 장치 및 납축전지 대체(LA R)와 같은 기타 더 큰 형태의 시스템은 시장에 진입하고 있다. 오늘날, 수천 개의 보다 작은 실린더형 및 각형 셀, 예컨대, 1 Ah 내지 7 Ah 용량 범위의 18650 및 183765 셀의 사용뿐만 아니라 수개 내지 수백 개의 보다 큰 셀, 예컨대 15 Ah 내지 100 Ah 범위의 용량을 갖는 각형 또는 폴리머 셀에 이르는 이들 대형 배터리 용도에서 매우 다양한 Li 이온 셀이 사용되고 있다. 이러한 타입의 셀은 Panasonic, Sony, Sanyo, ATL, JCI, Boston-Power, SDI, LG 화학, SK, BAK, BYD, Lishen, Coslight 및 기타 Li 이온 셀 제조업체와 같은 회사에서 생산되고 있다.

[0009]

일반적으로, 보다 긴 실행 시간(run time)을 달성하기 위해 업계는 에너지 밀도를 더 높일 필요가 있고, 이로 인해, 전기 차량의 경우 전기 범위가 증가되고, 그리드 스토리지 시스템의 경우 더 길고 더 비용 효과적인 배치로 이어진다. 전기 차량, 특히 BEV 및 PHEV의 경우, 에너지 밀도가 증가하면 더 많은 용량이 배터리 박스에 들어갈 수 있으므로 차량의 주행 거리를 증가시킬 수 있다. 또한 에너지 밀도가 더 높아지면, kWh 당 비활성 재료, 예컨대 배터리 박스, 배선, BMS 전자장치, 고정 구조, 냉각 시스템, 및 기타 부품의 비용이 더 적어지므로 kWh 당 비용을 더 낮출 수 있다. 마찬가지로, 그리드 스토리지와 같은 다른 배터리 시스템의 경우, 특히 피크부하 저감 용도(즉, 요금이 가장 높은 피크 시간 동안 유틸리티로부터의 구입 에너지량의 감소를 지원하는 용도)를 위한 더 높은 에너지 밀도에 대한 시장 요구가 존재한다. 또한, 높은 에너지 밀도의 경우 kWh 당 상대적으로 적은 건물 및 비활성 부품이 사용될 수 있으므로 kWh 당 비용이 적다. 또한, 뉴욕, 도쿄, 상하이 및 베이징의 대도시권과 같은 인구 밀집 지역의 경우, 시스템의 크기를 최소화할 필요가 있다. 그리드 피크 전력 감소 전략에 기여하여, 낮은 효율로 작동하는 피크 발전소(즉, 전기 수요가 높은 경우에만 가동되는 발전소)의 감소 및 전기료 절감을 유도하기 위해 배터리 시스템을 상업용 및 주거용 건물 및 컨테이너에 맞출 필요가 있다.

[0010]

다른 배터리 및 전력 공급 기술과 비교할 때 시장에서 경쟁 우위를 확보하려면 이러한 타입의 요구를 만족시키

는 Li 이온 배터리는 비용이 더 저렴해지고 에너지 밀도가 더 높아져야 한다. 그러나, Li 이온 셀들이 더 높은 밀도로 패키징됨에 따라, 오용으로부터 하나의 셀이 파손되면 폭발 및 화재의 위험과 함께 전체 시스템에서의 전파성(연쇄적) 폭주로 이어질 수 있는 위험이 있다. 이러한 오용은 충돌 및 화재와 같은 외부 이벤트로부터 비롯될 수 있고, 충전 전자 장치 고장으로 인한 의도치 않은 과충전 또는 제조 공정에서 발생한 금속 미립자로 인한 내부 단락과 같은 내부 이벤트로부터 비롯될 수도 있다.

[0011] 오용으로 인한 파손이 연쇄적 폭주로 이어지지 않고, 그로 인해 더 높은 에너지 밀도 및 더 낮은 비용의 시스템을 가능하게 하는 새로운 해결책을 찾을 필요가 있다. 신뢰성 있는 비연쇄적 특성을 갖는 셀은 적어도 부분적으로는 고가의 포장 구조의 감소에 기초하여 배터리 팩 비용을 더 낮출 수 있을 것이다.

[0012] 또한, 리튬 이온 배터리 분야에서 제작 효율성 및 비용을 개선시키는 것이 필요하다. 예를 들어, 특정 산업 적용은 제품 요건을 충족하기 위해 증가된 전압을 필요로 하는 반면, 다른 산업 적용은 더 높은 에너지 용량을 필요로 한다. 기본 리튬 이온 구성요소가 고전압/고용량 적용을 위한 설계에서 유사할 수 있지만, 셀을 전체적으로 또는 부분적으로 직렬로(더 높은 전압을 위해), 또는 전체적으로 또는 부분적으로 병렬로(더 높은 에너지 용량을 위해) 배열시키는 능력은, 일반적으로, 별도로 구현하기 위한 제작/재고 비용(manufacturing/inventory cost) 및 비효율성을 수반하는 독특한 배터리 설계를 필요로 한다.

[0013] 본 발명은 상기에서 개략된 요구 및 단점을 해결하는 유리한 설계를 제공한다. 개시된 배터리 시스템의 추가적인 특징, 기능 및 이점은 특히, 첨부된 도면(들), 실시예 및 실험 데이터와 함께 읽을 때 하기 설명으로부터 명백해질 것이다.

**발명의 내용**

[0014] 특히, (i) 전기화학 유닛을 수용하기 위한 베이스, 측벽 및 상부 또는 덮개를 한정하는 컨테이너 또는 어셈블리, (ii) 컨테이너 또는 어셈블리 내에 배치된 복수의 전기화학 유닛, 및 (iii) 컨테이너 또는 어셈블리 내에 배치되고 각 전기화학 유닛의 애노드 및 캐소드와 전기적 연통된 모선을 포함하는, 리튬 이온 배터리를 위한 유리한 케이싱(casing)이 제공된다. 예시적인 구현예에서, 전기화학 유닛은 "밀봉되지 않고(unsealed)", 즉, 공유 대기(shared atmosphere)와 연통된다. 대안적인 구현예에서, 전기화학 유닛은 개별적으로 밀봉될 수 있거나, 전기화학 유닛 내의 조건이 공유 대기 내로의 배기(venting) 및/또는 열의 방출을 필요로 한 경우에 배출되는 밀봉 기능을 제공하는 구성요소 또는 영역을 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 모선 어셈블리는 일반적으로, 비-전도성 구성요소(또는 코팅)에 의해 분리된 제1 전도성 구조 및 제2 전도성 구조를 포함하는 적층된 구조를 한정한다. 모선은 전기화학 유닛의 애노드를 외장 외부의 음극 단자 부재에 상호 연결하기 위해, 및 전기화학 유닛의 캐소드를 외장 외부의 양극 단자 부재에 상호 연결하기 위해 유리하게 기능한다.

[0016] 모선의 전도성 양태는 다양한 전도성 재료, 예를 들어, 금속 재료, 전도성 폴리머 재료, 및 이들의 조합으로부터 제작될 수 있다. 가장 일반적인 전도성 모선 재료에는 알루미늄, 구리 및 니켈이 있다. 실제로, 개시된 모선의 전도성 양태는 이러한 금속 재료와 관련된 높은 전기 전도도 및 낮은 비용으로 인해 알루미늄 및 구리로부터 유리하게 제작된다. 전도성 층들 사이에 배치된 절연 재료는 일반적으로, 공지된 비-전도성/절연 재료, 예를 들어, 비전도성 폴리머, 세라믹 및 이들의 조합으로부터 선택된다. 예시적인 절연 재료는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 및 폴리테트라플루오로에틸렌(예를 들어, Teflon™ 재료)을 포함한다.

[0017] 모선 어셈블리는 요구되는 수의 전기화학 유닛을 병렬 구성으로, 및 요구되는 수의 전기화학 유닛을 직렬 구성으로 배치시키기 위해 제작된다. 예를 들어, 30개의 전기화학 유닛을 포함하는 리튬 이온 배터리에 대하여, 모선 어셈블리는 10S-3P 구성, 즉, 직렬의 10개의 셀, 병렬의 3개의 셀의 구성을 한정하는 데 효과적일 수 있다. 제2 모선 어셈블리는 컨테이너 또는 어셈블리 내의 동일한 전기화학 유닛 배치에 대해 1S-30P 구성을 한정하는 데 효과적일 수 있다. 이에 따라, 다수의 모선 어셈블리 설계를 제공함으로써, 달리 변경되지 않는 리튬 배터리 설계/레이아웃을 갖는 다수의 전압/용량 옵션을 제공하는 것이 유리하게 가능하다. 이에 따라, 전압/용량에 관한 제작 결정은 컨테이너/어셈블리에 모선을 도입하는 포인트까지 리튬 이온 배터리의 어셈블리 후에 이루어질 수 있다. 다수의 모선 설계는 재고로 유지될 수 있고, 요구되는 경우에, 요구되는 전압/용량 성질을 갖는 리튬 이온 배터리를 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0018] 개시된 리튬 이온 배터리는 또한, 컨테이너 또는 어셈블리와 관련된 압력 차단 장치를 포함할 수 있다. 개시된 압력 차단 장치는 유리하게, 소정의 압력 임계치를 초과하는 컨테이너 내 압력 상승에 응답하여 리튬 이온 배터리와 관련된 전기화학 유닛들을 전기적으로 절연시킨다. 개시된 컨테이너는 또한 유리하게, 컨테이너 내부로부

터 압력을 방출하는 기능을 하는 배기 구조, 및 배기 구조에 근접하여 배치된 역화 방지기를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 예시적 구현예에서, 특히, (i) 베이스, 측벽 및 상부 또는 덮개를 한정하는 컨테이너/어셈블리, (ii) 컨테이너/어셈블리와 관련된 힙 돔 구조, 및 (iii) 임계 압력 레벨을 초과하는 컨테이너/어셈블리 내 압력 상승에 응답하여, 컨테이너 내에 배치된 리튬 이온 배터리 구성요소들을 전기적으로 절연시키도록 구성된, 컨테이너/어셈블리 외부에 배치된 퓨즈 어셈블리를 포함하는, 리튬 이온 배터리용 케이싱이 제공된다. 퓨즈 어셈블리는 컨테이너 외부에 배치된 퓨즈 홀더 내에 배치된 퓨즈를 포함할 수 있다. 퓨즈 홀더는 컨테이너/어셈블리의 측벽에 대해 장착될 수 있다. 개시된 케이싱은 컨테이너의 측벽에 대해 퓨즈 어셈블리에 인접하여 형성된 배기 구조, 및/또는 배기 구조에 인접하여 배치된 역화 방지기를 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 예시적 구현예에서, 힙 돔은 케이싱에 직접 장착된다. 보다 구체적으로, 힙 돔은 케이싱(케이싱의 베이스, 측벽 또는 상부/덮개)에 형성된 개구의 내부에 장착되고, 힙 돔이 장착된 케이싱 면에 대해, 케이싱에 의해 한정된 내부 용적 내로 처음에 휘어져 있다. 케이싱의 외면에 대해 장착된 퓨즈 어셈블리는 유리하게, 힙 돔의 중심선과 정렬되어 케이싱 내 압력 상승에 의해 힙 돔이 작동될 때 이들 사이의 전기적 연통을 용이하게 하는 해머 또는 다른 구조적 특징부를 포함한다.

[0021] 힙 돔은 유리하게, 힙 돔이 돔의 중심선 및 그 주위에서 더 큰 두께를 한정하고, 그 반경 방향 외측으로 더 작은 두께를 한정하는 두께 프로파일을 포함할 수 있다. 돔의 중심선 및 그 주위에서의 더 큰 두께는 개시된 해머 또는 다른 구조적 특징부와 힙 돔 사이에, 즉, 케이싱 내 증가된 압력에 의해 힙 돔이 작동될 때, 바람직한 전기적 연통 경로를 제공한다. 힙 돔에 의해 한정된 더 두꺼운 영역의 반경 방향 외측에 존재하는 더 작은 두께는 이러한 감소된 두께 영역으로부터 해머 또는 다른 구조적 특징부의 아크 발생 가능성을 줄인다. 또한, 돔은 가능한 한 낮은 압력에서 작동되어야 하고, 바람직하게는 최고의 안전성을 제공하기 위해 일단 활성화되면 빠르게 이동해야 한다. 더 주목할 것은, 힙 돔의 중심선 및 그 주위에서의 더 큰 두께가 유리하게는, 퓨즈 어셈블리와 관련된 해머 또는 다른 구조적 특징부와 힙 돔 사이에 전류가 통과할 때 연소 침식(burn through)의 가능성을 줄인다는 것이다.

[0022] 본 발명의 예시적인 구현예에서, 다수의 리튬 이온 코어(즉, 전기화학 유닛)는 지지 부재에 의해 한정된 개별 공동(cavity)에 배치되지만, 개별적으로 밀봉되지는 않는다는 것이다. 오히려, 전기화학 유닛 각각은 개방되고 케이스/컨테이너 내에 한정된 공유 대기 영역과 연통되어 있다. 그 결과, 단일 전기화학 유닛과 관련된 임의의 압력 상승은 공유 대기 영역으로 옮겨지고, 이로 인해 압력의 증가가 완화된다. 이러한 방식으로, 공유 대기 영역과 유리하게 압력 연통된 본 발명의 압력 차단 장치는 개별 전기화학 유닛에 장착된 것에 비해 더 큰 크기로 인해, 공유 대기 영역을 포함하지 않는 종래의 리튬 이온 배터리 시스템에 비해 더 낮은 임계 압력에서 작동될 수 있다.

[0023] 본 발명의 압력 차단 장치가 활성화되는 압력은 일반적으로 리튬 이온 배터리의 전체적인 설계에 의존한다. 그러나, 개시된 압력 차단 장치를 활성화시키는 케이싱 내 임계 압력은 일반적으로 10 psig 이상이고, 일반적으로 10 내지 40 psig의 범위이다. 배기 구조를 또한 포함하는 구현예에서, 배기 구조가 케이싱으로부터 가압 가스를 배기, 즉 방출시키도록 활성화되는 압력은 일반적으로, 압력 차단 장치가 활성화되는 압력보다 적어도 5 psig 더 크다. 케이싱 자체의 전체 압력 등급, 즉 케이싱이 파손될 수 있는 압력은 일반적으로, 배기 구조가 활성화되는 압력보다 적어도 5 psig 더 큰 압력으로 설정된다. 케이싱의 압력 등급은 파손이 일어날 가능성이 더 높은 밀봉 메커니즘을 포함하는 계면 용접부 및 기타 접합부/개구와 관련하여 특히 더 중요하다.

[0024] 본 발명의 예시적 압력 차단 장치에서, 해머 또는 다른 구조 요소는 장착면에서 퓨즈 어셈블리에 대해 장착되고, 장착면에 대해 유리하게는 힙 돔을 향해 연장되는 부분을 포함한다. 이러한 방식으로, 압력 차단 장치가 활성화되는 것이 요구될 때 힙 돔에 필요한 이동 거리는 감소된다. 일반적으로 해머 또는 다른 구조 요소는 둘 이상의 이격된 위치에서 퓨즈 어셈블리의 장착면에 대해 고정적으로 장착된다. 예를 들어, 해머 또는 다른 구조 장치는 실질적으로 U자형인 형상을 한정함으로써 해머를 힙 돔과 더 가까이 근접시킬 수 있다. 해머 또는 다른 구조의 U자형 형상의 중심선은 일반적으로 힙 돔의 중심선과 정렬됨으로써, 케이싱 내 압력 상승에 의해 힙 돔이 작동될 때 바람직한 접촉 영역을 한정한다.

[0025] 예시적 구현예에서, 힙 돔은 케이싱(예를 들어, 케이싱의 베이스, 측벽 또는 상부/덮개)에 의해 한정된 평면 내부에 장착되고, 해머 또는 다른 구조 부재는 케이싱에 의해 한정된 평면 외부에 장착된다. 그러나, 해머 또는 다른 구조 요소는, 케이싱에 의해 한정된 평면을 가로질러 연장됨으로써 적어도 부분적으로 이러한 평면의 내부에 배치된 형상, 예를 들어, U자형 형상을 한정한다. 해머 또는 다른 구조 요소의 U자형 형상이 구체적으로 고려되지만, 대안적 형상, 예를 들어 포물선 형상, 실질적으로 편평한 접촉 영역을 갖는 톱니 형상 등도 사용될

수 있다.

- [0026] 본 발명의 예시적 구현예에 제공될 수 있는 배기 구조로 돌아가서, 배기 구조는 새김선에 의해 한정될 수 있다. 컨테이너/어셈블리 내부의 배기 구조에 의해 한정된 영역을 가로질러 연장되도록 컨테이너/어셈블리에 대해 역화 방지기가 유리하게 장착될 수 있다. 예시적 구현예에서, 역화 방지기는 메쉬 구조, 예를 들어 30 US 메쉬의 형태를 가질 수 있다. 다른 예시적 구현예에서, 역화 방지기는 구리 와이어로 제작될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 배기 구조는 약 10 psi 내지 140 psi의 배기 압력에 응답하여 배기하도록 구성될 수 있다. 컨테이너의 구조적 한계 압력(P4)은 배기 압력보다 적어도 약 10 퍼센트 더 클 수 있다.
- [0028] 지지 부재는 운동 에너지 흡수 재료를 포함할 수 있다. 운동 에너지 흡수 재료는 알루미늄 폼, 세라믹, 세라믹 섬유, 및 플라스틱 중 하나로 형성될 수 있다.
- [0029] 상응하는 하나의 리튬 이온 코어 부재와, 상응하는 하나의 공동의 표면 사이에 각각 배치된 복수의 공동 라이너(cavity liner)가 제공될 수 있다. 공동 라이너는 폴리머 및 금속 포일 적층 과우치를 한정할 수 있다. 각각의 리튬 이온 코어 부재와, 상응하는 하나의 공동의 표면 사이에 공동 라이너가 배치될 수 있다. 공동 라이너는 플라스틱 또는 알루미늄 재료로 형성될 수 있다. 복수의 공동 라이너는 단일체형(monolithic) 라이너 부재의 일부로서 형성될 수 있다.
- [0030] 각각의 리튬 이온 코어 부재 내에는 일반적으로 전해질이 함유되어 있다. 전해질은 내연제, 가스 발생제, 및/또는 산화환원 서플을 포함할 수 있다.
- [0031] 각각의 리튬 이온 코어 부재는 애노드, 캐소드 및 각각의 애노드와 캐소드 사이에 배치된 세퍼레이터를 포함한다. 전기 커넥터가 컨테이너 내에 배치되고, 코어 부재를 컨테이너 외부의 전기 단자에 전기적으로 연결한다. 퓨즈는 컨테이너 외부의 전기 단자에 또는 그에 인접하여 위치할 수 있다.
- [0032] 개시된 리튬 이온 배터리 구성요소는 다양한 적용에서, 예를 들어, 배터리 전기 차량(BEV), 플러그-인 하이브리드 전기 차량(PHEV), 하이브리드 전기 차량(HEV), 전기 열차, 그리드 스토리지(grid storage, GRID), 건설, 광업, 및 임업 장비, 포크리프트(forklift), 납축전지 대체(lead acid replacement, LAR), 전기 자전거(electronic bicycle, ebike), 휴대용 장비(예를 들어, 의료 장비, 마당, 정원 및 조경 툴/장비, 수공구(hand tool), 등) 및 통상적으로 다수의 리튬 이온 셀을 사용하는 다른 배터리-지지 장치 및 시스템에서 사용하기 위해 설계될 수 있다.
- [0033] 지지 부재는 벌집 구조의 형태를 가질 수 있다. 컨테이너는 압축가능 요소를 갖는 벽을 포함할 수 있고, 압축가능 요소는, 벽에 충격을 가하는 힘으로 인해 압축될 때, 리튬 이온 배터리의 전기적 단락 회로를 생성한다. 지지 부재 내에 한정된 공동 및 이에 상응하는 코어 부재는 실린더형, 장방형, 또는 각형 형상을 가질 수 있다. 본 발명에 따른 리튬 이온 배터리에서, 컨테이너는 내부 영역에 난연성 부재를 포함한다.
- [0034] 개시된 리튬 이온 배터리는 난연성 부재, 예를 들어 컨테이너의 외면에 부착된 난연성 메쉬 재료를 포함할 수 있다.
- [0035] 개시된 리튬 이온 배터리는, 예를 들어 세라믹 매트릭스 내에, 하나 이상의 흡열 재료를 포함할 수 있다. 흡열 재료(들)는 무기 가스 발생 흡열 재료일 수 있다. 흡열 재료(들)는 근접한 하나 이상의 리튬 이온 코어 부재와 관련된 상한 정상 작동 온도 이상에서 단일 특성을 제공할 수 있다. 흡열 재료(들)는 상한 정상 작동 온도와 더 높은 임계 온도(이보다 온도가 높으면 리튬 이온 코어 부재가 열 폭주를 일으키기 쉽다) 사이에서 하나 이상의 흡열 반응을 겪도록 선택될 수 있다. 흡열 재료(들)와 관련된 흡열 반응은 가스를 발생시킬 수 있다.
- [0036] 흡열 재료(들)는 세라믹 매트릭스 내에 포함될 수 있고, 세라믹 매트릭스는 흡열 재료(들)와 관련된 흡열 반응에 의해 생성된 가스를 배기시켜 흡열 재료로부터 열을 제거할 수 있도록 충분한 다공성을 나타낼 수 있다. 예를 들어, US 2017/0214103호(Onnerud 등, 그 내용은 이미 본원에 참조로 포함됨)를 참조한다. 열 폭주에 대한 보호를 제공하기 위해 대안적인 재료, 예를 들어, FryeWrap® LiB 성능 재료(Unifrax I LLC, Tonawanda, NY) 및 Outlast® LHS™ 재료(Outlast Technologies LLC; Golden, CO)가 사용될 수 있다.
- [0037] 개시된 리튬 이온 배터리는 흡열 재료(들)와 관련된 흡열 반응에 적어도 부분적으로 기초하여 작동되는 배기 구조를 포함할 수 있다. 리튬 이온 배터리는 케이싱과 관련된 압력 차단 장치를 포함할 수 있다. 압력 차단 장치는 유리하게는 힙 돔-기반 활성화 메커니즘을 포함할 수 있다. 힙 돔-기반 활성화 메커니즘은 연소 침식을 방지하도록 구성되고 치수화될 수 있다. 연소 침식은 (i) 돔-기반 활성화 메커니즘의 질량 증가, (ii) 돔-기반 활성화

화 메커니즘에 재료(예를 들어, 포일)의 첨가, 또는 (iii) 이들의 조합에 의해 방지될 수 있다.

[0038] 돔-기반 활성화 메커니즘의 증가된 질량 및/또는 돔-기반 활성화 메커니즘에 첨가된 재료는 돔-기반 활성화 메커니즘을 제작하는 데 사용된 것과 동일한 타입의 재료를 사용할 수 있다. 돔-기반 활성화 메커니즘의 증가된 질량 및/또는 돔-기반 활성화 메커니즘에 첨가된 재료는 돔-기반 활성화 메커니즘을 제작하는 데 사용된 재료와 비교하여 (적어도 부분적으로) 다른 타입의 재료를 또한 사용할 수 있다.

[0039] 타겟 트리거 압력에서 돔-기반 활성화 메커니즘이 응답하는 속도에 적어도 부분적으로 기초한 돔-기반 활성화 메커니즘의 설계(예를 들어, 구성 재료(들), 형상, 및/또는 두께/질량)는 연소 침식을 방지하는 데 효과적일 수 있다.

[0040] 본 발명의 다른 예시적 구현예에서, (i) 베이스, 측벽 및 상면을 한정하는 컨테이너, (ii) 컨테이너와 관련된 휨 돔 구조, 및 (iii) 컨테이너에 대해 외부에 배치된 전기 단자에 또는 그에 인접하여 위치하는 퓨즈를 포함하는 퓨즈 어셈블리를 포함하는 리튬 이온 배터리가 제공된다. 퓨즈는 임계 압력 레벨을 초과하는 컨테이너 내 압력 상승에 응답하여, 컨테이너 내에 배치된 리튬 이온 배터리 구성요소들을 전기적으로 절연시키도록 구성될 수 있다. 퓨즈는 퓨즈 홀더 내에 배치될 수 있다. 개시된 리튬 이온 배터리는 약 10 psi 내지 140 psi의 배기 압력에 응답하여 배기하도록 구성된 배기 구조를 또한 포함할 수 있다.

[0041] 본 발명의 추가적인 특징, 기능 및 이점은 특히 첨부된 도면과 함께 읽을 때 하기 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0042] 개시된 어셈블리, 시스템 및 방법을 제조하고 사용함에 있어서 당업자에게 도움이 되도록, 첨부된 도면이 참조된다.

도 1은 본 발명에 따른 제1 예시적인 모션을 갖는 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리의 분해 사시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 도 1의 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리(덮개가 제거됨)의 평면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 도 1 및 도 2의 어셈블링된 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리의 사시도이다.

도 4는 본 발명에 따른 제2 예시적인 모션을 갖는 대안적인 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리의 분해 사시도이다.

도 5는 본 발명에 따른 도 4의 대안적인 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리(덮개가 제거됨)의 평면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 도 4 및 도 5의 어셈블링된 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리의 사시도이다.

도 7은 본 발명에 따른 예시적인 전기화학 유닛의 상부 사시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0043] 상기에서 언급한 문제들을 극복하고, 대형 각형 셀을 포함하는, 소정 범위의 크기에 대한 안전하고 신뢰성 있는 각형 셀을 실현시키기 위해, 본 발명은 특히, 제작 효율성 및 비용 장점을 제공하는 유리한 설계를 제공한다. 본원에 개시된 설계는 조합하여 사용될 수 있고/있거나 요구되는 각형 셀 시스템을 달성하기 위해 전체적으로 또는 부분적으로 구현될 수 있다. 당업자에게 명백한 바와 같이, 개시된 설계는 광범위한 적용 가능성을 가지고, 배터리 전기 차량(BEV), 플러그-인 하이브리드 전기 차량(PHEV), 하이브리드 전기 차량(HEV), 전기 열차, 그리드 스토리지(GRID), 건설, 광업 및 임업 장비, 포크리프트, 납축전지 대체(LAR), 전기 자전거(ebike), 휴대용 장비(예를 들어, 의료 장비, 마당, 정원 및 조경 툴/장비, 수공구, 등) 및 통상적으로, 다수의 Li-이온 셀을 사용하는 다른 배터리 지지 장치 및 시스템에서 사용하기 위해 설계된 리튬 이온 배터리 시스템을 포함하는, 다수의 적용에서 상당한 이점을 제공한다. 일 예로서, 휴대용 장비의 일반적인 분야에서, 개시된 설계는 더 높은 전압, 예를 들어, 48V를 전달하기 위해 직렬 전기화학 유닛(예를 들어, 10S 시스템)을 포함하고 반복된 시작/정지 작동을 수용하는 구성으로 이용될 수 있다. 본원에 개시된 모션 어셈블리는 배터리 컨테이너 또는 어셈블리 내에서 전기화학 유닛을 재설계하고/하거나 재배치시킬 필요 없이 리튬 이온 배터리에 대한 요구되는 전압/용량 파라미터의 선택을 허용한다.

[0044] 개시된 설계/시스템이 본원에 참고로 포함된 특허 출원에 기술된 바와 같이, 개별 젤리 롤의 어레이를 이용하여 Li-이온 셀의 맥락에서 주로 기술되어 있지만, 개시된 설계 및 솔루션이 또한, 하나 또는 복수의 셀(예를 들어,

AESC, LG에 의해 제조된 것)을 패키징하거나 하나 이상의 분리되지 않은 편평한 권선형 또는 적층된 전극 구조를 갖는 표준 각형 셀(예를 들어, SDI, ATL 및 Panasonic에 의해 제조된 것)을 패키징하는 다른 각형 및 다른 실린더형 셀 시스템에 배치될 수 있다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 개시된 설계/시스템은 또한, 밀봉된 Li-이온 셀의 모듈을 캡슐화하기 위해 사용될 수 있다.

- [0045] 도 1 내지 도 3을 참조하여, 본 발명에 따른 제1 예시적인 리튬 이온 배터리 구현의 개략적 예시가 제공된다. 먼저 도 1을 참조하면, 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리(100)의 분해도가 제공된다. 리튬 이온 배터리(100)의 평면도(덮개가 제거됨)는 도 2에 제공되며, 예시적인 리튬 이온 배터리의 조립도는 도 3에 제공된다.
- [0046] 배터리(100)는 하기와 같이, 구성요소들을 수용하기 위한 내부 영역을 한정하는, 외부 캔 또는 케이싱(102)을 포함한다:
- [0047] ● 젤리 롤/젤리 롤 슬리브 하위어셈블리를 수용하도록 구성되고 치수화된 복수(30)의 이격된, 실질적으로 실린더형 영역 또는 공동을 한정하는 하우징 또는 지지 구조(106);
- [0048] ● 지지 구조(106)에서 한정된 실린더형 영역 내에 배치되도록 구성되고 치수화된, 복수(30)의 젤리 롤(110), 즉, 전기화학 유닛;
- [0049] ● 그 안에 상기 구성요소들을 케이싱화하기 위해 외장 캔(102)과 협력하도록 구성되고 치수화된 실질적으로 직사각형 상부 커버(120);
- [0050] ● 단자 접촉을 용이하게 하는 플랜지 부분(116a, 116b)을 포함하는 일체형(one piece) 모선(116);
- [0051] ● 모선(116) 및 외부 BMS 커넥터(121)와 전기적 연통되는 배터리 관리 시스템(BMS)(119);
- [0052] ● 외장 캔(102)에 대해 장착된 배기 어셈블리(200); 및
- [0053] ● 외장 캔(102)에 대해 외부적으로 장착된 애노드 단자(308) 및 캐소드 단자(310).
- [0054] 주목할 것은, 지지체(106) 내에 배치된 젤리 롤(110)은 외장 캔(102) 및 상부 커버(120) 내에서 헤드공간(headspace)을 일반적으로 공유하는 멀티 코어 어셈블리를 한정하지만, 서로 병렬로 연통하지 않는다. 이에 따라, 젤리 롤(110) 중 임의의 하나 이상의 작동과 관련된 압력 및/또는 온도의 임의의 증가는 공유 헤드공간 전반에 걸쳐 확산될 것이고, 필요한 경우에, 개시된 배터리 시스템과 관련된 안전성 특징에 의해 해결될 것이다. 그러나, 제1 젤리 롤(110)과 관련된 전해질은 일반적으로, 하우징(106)에 의해 한정된 실질적으로 실린더형 영역이 일반적으로 병렬적 관점으로부터 서로 젤리 롤(110)을 절연시키도록 설계되기 때문에, 인접한 젤리 롤(110)과 연통하지 않는다. 젤리 롤(110)을 둘러싸고 지지체(106)의 공동 내에 끼워지는 슬리브가 제공될 수 있고, 인접한 젤리 롤(110) 사이에서 병렬적(side-to-side) 전해질 절연에 추가로 기여할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 모선 어셈블리에 특별히 초점을 맞추면, 개시된 모선의 애노드 부분 및 캐소드 부분이 단일 어셈블리 내에 통합된다는 것이 주지된다. 애노드 부분 및 캐소드 부분은 중간 절연 요소에 의해 서로 전기적으로 절연된다. 도 2의 평면도에 도시된 바와 같이, 예시적인 모선(116)은 개별 전기화학 유닛의 애노드 및 캐소드에 대한 전기적 연결을 위한 전기적 연결/용접 포인트를 포함한다. 이에 따라, 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, 실질적으로 원형 연결/용접 포인트(402)는 각 전기화학 유닛(110) 상에 한정된 중심에 위치한 전기적 연결점/영역, 예를 들어, 니켈 연결 영역(404)(도 7 참조)에 대한 전기적 연결을 용이하게 하기 위해 모선(116)을 따라 이격된다.
- [0056] 모선(116)은 적절한 전도성 부분, 즉, 모선(116)의 애노드 부분 또는 캐소드 부분이 전기화학 유닛(110)의 전기적 연결 영역과 전기적 연통되도록 유리하게 설계된다. 본원에 도시된 예시적인 구현예에서, 니켈 연결 영역(404)은 전기화학 유닛(110)의 캐소드에 해당하고, 연결/용접 포인트(402)에서 모선(116)의 캐소드 부분과 전기적 연통된다(그리고, 모선(116)의 애노드 부분으로부터 전기적으로 절연된다). 모선(116)의 캐소드 부분은 구리로부터 유리하게 제작될 수 있다.
- [0057] 또한, 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, 실질적으로 타원형 연결/용접 포인트(406)는 각 전기화학 유닛(110) 상에 한정된 플랜지-형 전기적 연결 영역, 예를 들어, 알루미늄 연결 영역(408)(도 7 참조)에 대한 전기적 연결을 용이하게 하기 위해 모선(116)을 따라 이격된다. 본원에 도시된 예시적인 구현예에서, 알루미늄 플랜지 영역(408)은 전기화학 유닛(110)의 애노드에 해당하고, 타원형 용접 영역(406)에서 모선(116)의 애노드 부분과 전기적 연통된다(그리고, 모선(116)의 캐소드 부분으로부터 전기적으로 절연된다). 모선(116)의 애노드 부분은 알루미늄으로부터 유리하게 제작될 수 있다.

- [0058] 모선(116) 상에 한정된 연결 영역과 관련된 원형/타원형 형상이 예시되어 있으며, 본 발명이 이러한 형상에 의해 또는 이러한 형상으로 제한되지 않는 것으로 이해될 것이다. 오히려, 전기화학 유닛에 대한 모선(116)의 전기적 연결을 위한 연결 영역은 본질적으로 임의의 기하학적 형상을 가질 수 있고, 당업자에게 자명한 바와 같이, 캐소드 연결 및 애노드 연결 둘 모두와 동일할 수 있다. 그러나, 중요한 것은, 모선이 캐소드 부분과 애노드 부분 사이에 전기적 절연이 존재하도록 제작되며 전기화학 유닛의 캐소드/애노드 부분에 대한 전기적 연결의 보존성이 별도로(discretely) 유지되며, 즉, 모선의 애노드 부분이 단지 전기화학 유닛의 애노드와 전기적으로 연통하며, 모선의 캐소드 부분이 단지 전기화학 유닛의 캐소드 부분과 전기적으로 연통한다는 사실이다.
- [0059] 상기에서 주지된 바와 같이, 모선의 전도성 양태는 다양한 전도성 재료, 예를 들어, 금속 재료, 전도성 폴리머 재료, 및 이들의 조합으로부터 제작될 수 있다. 가장 일반적인 전도성 모선 재료는 알루미늄, 구리 및 니켈이다. 개시된 모선의 전도성 양태는 이러한 금속 재료와 관련된 높은 전기 전도성 및 낮은 비용으로 인해 알루미늄 및 구리로부터 유리하게 제작될 수 있다. 전도성 층들 사이에 배치된 절연 재료는 일반적으로, 공지된 비-전도성/절연 재료, 예를 들어, 비전도성 폴리머, 세라믹 및 이들의 조합으로부터 선택된다. 예시적인 절연 재료는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 및 폴리테트라플루오로에틸렌(예를 들어, Teflon™ 재료)을 포함한다.
- [0060] 특별한 리튬 이온 배터리 구현을 위한 모선의 선택은 일반적으로 다양한 파라미터에 의해 유도된다. 예를 들어, 리튬 이온 배터리에 의해 전달되는 용량/전압은 개별 전기화학 유닛이 본 출원에 따라 서로에 대해 전기적으로 연결되는 방식을 유도한다. 또한, 재료의 선택은 예를 들어, 전기화학 유닛의 설계, 및 전도도/저항 파라미터의 측면에서, 내부식성의 고려에 의해 영향을 받을 수 있다. 또한, 모선 설계는 예를 들어, 모선이 적용 가능한 전류 밀도, 등에 대한 신뢰성 있고 안전한 작동을 제공하기 위해 적절한 크기/치수를 갖게 하도록, 배터리의 전체 크기 및 용량에 의해 영향을 받을 수 있다.
- [0061] 도 2에 도시된 바와 같이, 예시적인 모선(116)은 직렬 및 병렬 성질을 조합한 배터리 구성, 상세하게는, 10S-3P 구성을 지지하고 전달한다. 이에 따라, 배터리(100)가 모선(116)과 함께 구현될 때, 직렬로 구성된 전기화학 유닛은 더 높은 전압을 발생시키며, 구성의 병렬 양태는 더 큰 용량에 기여한다.
- [0062] 주목할 것은, 배터리(100) 내에서 전기적 조건을 관리하기 위해 BMS 시스템(119)이 제공된다. 본 발명에 따르면, BMS 시스템(119)은 캔 또는 케이싱(102) 내에 유리하게 배치되고, 전기화학 유닛 "위"에 한정된 공유 대기 영역(123), 즉, 적절한 경우에/적절한 때에 내부 조건을 기초로 하여 각각의 전기화학 유닛이 배기될 수 있는 공유 용적 또는 영역에 위치된다. 배기 어셈블리(200) 및 PDD 어셈블리(300)는 또한, 일반적으로, 리튬 이온 배터리(100)의 안전한 작동을 용이하게 하기 위해 공유 대기 영역(123)과 연통한다. BMS 시스템(119)은 일반적으로 리튬 이온 배터리(100)에 대한 내부의 조건을 반영하는 데이터를 수신할 수 있는 프로세서/처리 시스템에 대한 연결을 용이하게 하고, 프로세서/처리 시스템에 의해 작동되는 이러한 데이터 및 제어 소프트웨어를 기초로 하여 제어 신호를 제공하고, 일반적으로, 당해 분야에 공지된 바와 같이 그 안에 배치된 전기화학 유닛(110)의 직렬 전도도의 측면에서 리튬 이온 배터리(100)의 작동을 관리하는 외부 BMS 커넥터(121)와 전기적 연통한다.
- [0063] 도 4 내지 도 6으로 돌아가서, 리튬 이온 배터리(500)는 하기 2가지를 제외하고 도 1 내지 도 3을 참조하여 상기 본원에 기술된 리튬 이온 배터리(100)와 동일하다: (i) 리튬 이온 배터리(500)는 모선(116)과 비교하여 상이한 설계를 특징으로 하는 모선(516)을 포함하고, (ii) 리튬 이온 배터리(500)는 BMS 시스템을 포함하지 않음. 리튬 이온 배터리의 구성이 1S-30P 구성에 해당하기 때문에, BMS 시스템의 부재가 가능하며, BMS 시스템은 일반적으로, 이러한 배터리 구성에서 필요하지 않다.
- [0064] 또한 도 5를 참조하면, 모선(516)은 전기화학 유닛의 캐소드 및 애노드에 대한 연결을 위한 전기적 연결점을 포함한다. 모선(116)과 같이, 실질적으로 원형 연결점(602)은 전기화학 유닛(110) 상에 한정된 중심에 위치한 전기적 연결점/영역, 예를 들어, 니켈 연결 영역(404)(도 7 참조)과 전기적 연결을 용이하게 하기 위해 모선(516)을 따라 이격되며, 타원형 연결/용접 포인트(606)는 각 전기화학 유닛(110) 상에 한정된 플랜지-형 전기적 연결 영역, 예를 들어, 알루미늄 연결 영역(408)(도 7 참조)에 대한 전기적 연결을 용이하게 하기 위해 모선(516)을 따라 이격된다. 모선(116)과 같이, 도 5의 모선(516)은 캐소드 부분 및 애노드 부분을 포함하는 다층 적층 구조이다. 이에 따라, 전기적 연결은 리튬 이온 배터리(100)의 설계와 유사한 방식으로 리튬 이온 배터리(500)에서 별도로 달성된다. 그러나, 전기적 연결이 모선(516)에서 나타나는 방식은 모선(116)의 표시(manifestation)와 근본적으로 상이하며, 이에 따라, 전체 병렬 구성이 모선(516) 및 리튬 이온 배터리(100)로 달성된다.
- [0065] 도 1 내지 도 3과 도 4 내지 도 6의 비교로부터 명백해지는 바와 같이, 근본적으로 상이한 리튬 이온 배터리는

모선(116)의 모선(516)으로의 단순 치환에 의해 달성 가능하다. 대안적인 모선 구성은 또한, 배터리의 내부 구성요소의 재설계 또는 재배치를 필요로 하지 않으면서(BMS 시스템의 가능한 포함/배제를 제외함), 추가 리튬 이온 배터리 변경, 즉, 상이한 직렬/병렬 구성을 여전히 생산하도록 설계/구현될 수 있다. 전기화학 유닛의 동일한 단부 상에(즉, 도 1 및 도 4의 관점으로부터 "상부"에서) 애노드 연결 및 캐소드 연결 둘 모두를 배치시킴으로써, 단일 모선은 애노드/캐소드 연결 둘 모두를 만들기 위해 사용될 수 있으며, 이에 의해, 설정된 리튬 이온 배터리 형성 인자 내에서 모선의 상호교환 능력을 더욱 용이하게 한다.

[0066] 본 발명의 예시적인 구현에 따르면, 개별 배터리 구성/성질을 전달하는 복수의 모선 설계가 설계되고, 제작되고, 목록화된다. 이후에, 특히, 개시된 외부 캔, 내부 지지체 및 복수의 전기화학 유닛을 포함하는 리튬 이온 배터리 하위어셈블리를 제작하는 것이 가능하다. 주지된 하위어셈블리는 각각의 모선 설계와 함께 작동할 것이며, 복수의 선택 중에서 요구되는 모선의 선택을 기초로 하여, 요구되는 전압/용량을 전달하는 리튬 이온 배터리가 생산될 수 있다.

[0067] 도 7을 참조하면, 전기화학 유닛(110)은 전해질을 전기화학 유닛에 도입하는 데 사용하기 위한 애퍼처 또는 홀(hole)(410)을 포함할 수 있다. 충전 홀(410)은 위에 모선을 배치시킨 후에 전해질 충전 작업을 가능하게 하기 위해 배치될 수 있지만, 예시적인 구현에는 전기화학 유닛과 전기적 연통하게 모선을 배치시키기 전에 전해질 충전 작업을 고려한다. 예시적인 구현에서, 진공은 전기화학 유닛 내에 설정되며, 전해질은 전기화학 유닛 내의 진공 조건을 적어도 부분적으로 기초로 하여 충전 홀(410)을 통해 인출된다. 플러그는 전해질의 도입 후에 충전 홀(410)에 적용될 수 있으며, 이러한 플러그는 전기화학 유닛 내의 소정의 조건, 예를 들어, 소정의 압력, 소정의 온도, 또는 이들의 조합을 기초로 하여 파손되도록 구성될 수 있다. 플러그는 다양한 재료, 예를 들어, 왁스로부터 제작될 수 있다.

[0068] 도 7의 예시적인 전기화학 유닛(110)이 일반적으로, 실질적으로 밀봉된 전기화학 유닛/젤리 롤을 도시하지만, 본 발명은 상세하게, 캔 내에 배치될 때, 각각의 전기화학 유닛/젤리 롤이 캔 내에 한정된 공유 대기/영역과 연통하도록, 밀봉되지 않고 개방된 전기화학 유닛/젤리 롤을 포함하는 리튬 이온 배터리를 고려하는 것으로 이해될 것이다. 이와 관련하여, Lithium Ion Battery라는 명칭을 가지고 전기화학 유닛/젤리 롤과 연통하는 "공유 대기"를 설명하는 미국 특허 제9,685,644호가 참조된다. 미국 특허 제9,685,644호는 본원에서 이미 참고로 포함된다.

[0069] 개시된 리튬 이온 배터리와 관련된 예시적인 안전성 특징은 도 1 내지 도 3의 리튬 이온 배터리(100)를 참조로 하여 본원에 기술되고, 배기 어셈블리(200) 및 압력 차단 장치(PDD) 어셈블리(300)를 포함한다. 상응하는 안전성 특징은 또한 당업자에게 자명한 바와 같이, 도 4 내지 도 6의 대안적인 리튬 이온 배터리(500) 내에 도시되고 포함된다. 예시적 배터리(100)에 따르면, 배기 어셈블리(200)와 PDD 어셈블리(300)의 작동 구성요소는 외장 캔(102)의 벽을 따라 장착/배치된다. 그러나, 본 발명을 기초로 당업자에게 명백한 바와 같이, 본 발명의 사상/범위에서 벗어나지 않고, 배기 어셈블리(200) 및/또는 PDD 어셈블리(300) 중 하나 또는 모두의 대안적인 (전체적 또는 부분적) 배치가 달성될 수 있다. 개시된 배기 어셈블리 및 PDD 어셈블리의 추가적인 특징, 기능 및 이점(하기 본원에 기술된 것 이상의 것)은 "Low Profile Pressure Disconnect Device for Lithium Ion Batteries"의 명칭을 갖는 PCT 공개 WO 2017/106349호에 개시되어 있으며, 이러한 문헌은 본원에 이미 참고로 포함되었다.

[0070] 외장 캔 또는 케이싱(102)의 벽은 일반적으로, 개구를 한정한다. 개구를 가로질러 역화 방지기(202) 및 배기 디스크(204)가 장착된다. 밀봉은 역화 방지기(202) 및 배기 디스크(204)의 영역에서, 예를 들어, 배기 어댑터 링에 의해 유지된다. 배기 어댑터 링을 벽에 고정하기 위해 다양한 장착 메커니즘, 예를 들어 용접, 접착제, 기계적 장착 구조 등(이들의 조합을 포함)이 사용될 수 있다. 주목할 것은, 배기 디스크(204)는 벽에 대해 반드시 밀봉식으로 결합되고, 당업계에 알려진 바와 같이, 예를 들어 새김선(들) 및/또는 상부 벽에 비해 감소된 두께에 의해 본래의 환경에서(*in situ*) 형성될 수 있다는 것이다.

[0071] 개별 젤리 롤(또는 다수의 젤리 롤)이 파손되는 경우, 많은 양의 가스가 발생될 수 있고(약 10 리터), 이러한 가스는 고온(약 250 내지 300°C)일 뿐만 아니라 가연성이다. 이러한 가스는 배기가 일어난 후 멀티 젤리 롤 외장의 외부에서 발화할 가능성이 있다. 화염면이 케이싱에 들어가는 것을 방지하기 위해, 메쉬가 제공되어 화염 방지기(202)로서 기능할 수 있고, 유리하게는 배기 영역 상에 위치되거나 배치될 수 있다. 이러한 메쉬는 배출 가스 스트림의 온도를 이의 자동 발화 온도 미만으로 감소시키는 기능을 한다. 메쉬는 열교환기 역할을 하므로, 표면적이 클수록 그리고 개구가 작을수록 더 많은 열이 제거되지만, 메쉬의 개구 면적이 감소하면 배기 중에 메쉬에 가해지는 힘이 증가한다.

- [0072] 배터리(100)의 전기적 양태로 돌아가면, 개시된 리튬 이온 배터리를 위한 애노드로서 기능하고 외부 캔 또는 케이싱(102)의 벽에 형성된 개구를 통해 상향으로 연장하도록 구성되고 치수화되는 직립 구리 단자가 일반적으로 제공된다. 직립 단자는 케이싱(102) 내부의 모션(116) 및 플랜지 부분(116a)의 구리 부분과 전기적 연통한다. 직립 구리 단자의 상단은, 외장 캔/케이싱(102)의 벽을 따라 장착된 실질적으로 직사각형인 비전도성(예를 들어, 폴리머) 구조를 한정할 수 있는 퓨즈 홀더(302) 내에 배치된다. 직립 단자는 퓨즈(304)를 통해 단자 접촉면과 전기적으로 연통된다.
- [0073] 퓨즈(304)는 퓨즈 홀더(302) 내에, 그리고 직립 구리 단자와 전기적으로 연통된 외장 캔/케이싱(102)의 외부에 배치된다. 퓨즈 홀더(302) 및 직립 단자에 대해 퓨즈(304)를 고정하기 위해 단자 나사가 제공될 수 있고, 퓨즈 구성요소들은 퓨즈 커버에 의해 퓨즈 홀더(302) 내에서 전기적으로 절연될 수 있다.
- [0074] 실질적으로 U자형인 단자(310)는 외장 캔/케이싱(102)의 벽에 장착되어 전기적으로 접촉되는 이격된 플랜지 표면을 한정한다. 케이싱(102) 내부에 있는 모션(116)의 알루미늄 모션 부분은 외장 캔/케이싱(102)과 전기적으로 연통됨으로써 단자(310)와 전기적 연통을 설정한다. 당업자에게 자명한 바와 같이, 단자(310)는 다양한 기하학적 형태를 가질 수 있다. 단자(310)는 통상적으로, 알루미늄으로부터 제작되고, 개시된 리튬 이온 배터리용 케이스로서 기능한다.
- [0075] 이에 따라, 애노드 단자 접촉면(308) 및 케이스 단자(310)는 케이싱(102)의 벽에 병렬적(side-by-side) 관계로 배치되고 전기적 연결이 가능하므로, 배터리(100)로부터 원하는 용도(들)에 에너지를 공급하도록 할 수 있다.
- [0076] 예시적 PDD 어셈블리(300)를 참조하면, 외장 캔/케이싱(102)의 벽에 한정된 다른 개구에 대해 전도성 돔이 배치된다. 돔은 처음에 외장 캔/케이싱(102)에 대해 내측으로 휘어져 있고, 이에 따라 돔의 외향/상향 휨에 의해 외장 캔 내의 압력 증가에 응답하도록 배치된다. 돔은 통상적으로 벽에 대해 용접되어 있는 돔 어댑터 링에 의해 벽에 대해 장착될 수 있다. 예시적 구현에서 그리고 제조의 용이성을 위해, 돔 어댑터 링은 돔 둘레에 미리 용접될 수 있고, 이에 따라 돔 어댑터 링에 의해 제공되는 증가된 표면적으로 인해 벽에 대한 돔의 장착과 관련된 용접 작업을 용이하게 할 수 있다.
- [0077] 사용시 그리고 외장 캔/케이싱(102) 및 상부 커버(120)에 의해 한정된 어셈블리 내 압력 상승에 응답하여, 돔은 외장 캔/케이싱(102)의 벽에 대해 위로 휘어질 것이다. 충분히 위로 휘어지면(즉, 임계 레벨에 도달한 배터리(100)와 관련된 내부 압력에 기초한 휨), 차단 해머는 퓨즈 홀더(302) 내 퓨즈(304)와 전기적으로 연통된 단자 접촉면의 하측과 접촉된다. 차단 해머(전도성임) 간의 접촉은 회로를 완성하고, 퓨즈(302)를 "블로우(blow)"되게 하여, 외장 캔(102) 및 상부 커버(120)에 의해 한정된 어셈블리 내에 배치된 멀티 코어 구성요소로부터 회로를 파괴시킨다. 전류는 외장 캔(102)을 통해 우회된다. 주목할 것은, 휨 돔(312)을 제외하고 PDD 어셈블리(300)의 모든 작동 구성요소는 외장 캔(102) 및 상부 커버(120)의 외부에 유리하게 배치된다.
- [0078] 본 발명의 PPD 및/또는 배기 구조를 지지하기 위해 어떤 중간 구조 또는 보조 구조도 필요하지 않다. 실제로, 본 발명의 구현예에 따라 배터리의 내부에 대한 하나의 추가 개구, 즉 Cu 단자의 통로를 수용하기 위한 개구만 필요하다. 개시된 배터리 시스템의 단순성 및 제조/조립 용이성은 개시된 배터리 시스템의 제조 가능성 및 비용 파라미터를 개선한다. 또한, 개시된 배터리의 캔 및/또는 덮개에 대한 PDD 및 배기 어셈블리의 직접 장착은 개시된 배터리의 로우 프로파일(low profile)을 더 향상시킨다. 로우 프로파일이란 배터리 시스템의 높은, 예를 들어 30 Ah 이상의 용량을 전달하면서, 개시된 PDD 및 배기 안전 구조/시스템을 수용하는 데 필요한 용적 또는 공간의 감소를 의미한다.
- [0079] 예시적 멀티 코어 리튬 이온 배터리 시스템/어셈블리
- [0080] 본 발명의 예시적 구현예에서, 멀티 코어 리튬 이온 배터리 컨테이너의 덮개에 배기 구조가 한정된다. 배기 압력에 도달하면, 배기 구조가 금속 뚜껑, 즉 배기 구조의 새겨지지 않은 영역에 대해 휘어짐에 따라 새김선을 따라 배기 구조의 실질적으로 순간적인 파손이 발생하여, 배기 개구로부터 (30 메쉬 역화 방지기를 통해) 압력/가스를 방출한다.
- [0081] 본 발명에 따른 유리한 멀티 코어 리튬 이온 배터리 구조는 배터리의 어레이의 용이한 조립 및 전력 대 에너지 비율을 맞출 수 있는 능력과 같은 대형 배터리의 이점을 제공하면서, 제조 비용의 감소 및 안전성 개선을 제공한다. 본원에 개시된 유리한 시스템들은 멀티 코어 셀 구조 및 멀티 셀 배터리 모듈에 적용 가능하다. 당업자는 하기에 기술된 Li 이온 구조가 대부분의 경우에 젤리 롤과 같은 활성 코어 및 전해질을 이용하는 기타 전기화학 유닛용으로 이용될 수도 있음을 이해한다. 가능한 대안적인 구현예로는 미국 특허 제8,233,267호에 기술된 것들과 같은 울트라 커패시터, 그리고 니켈 금속 수소화물 배터리 또는 권취 납 축전지 시스템을 포함한다.

- [0082] 본 발명에 따르면, 지지 부재가 내부에 배치된 밀봉된 외장을 갖는 예시적인 멀티 코어 리튬 이온 배터리도 기술된다. 지지 부재는 복수의 공동, 및 복수의 공동 중 상응하는 하나의 공동 내에 배치된 복수의 리튬 이온 코어 부재를 포함한다. 복수의 공동 라이너가 존재하고, 각각의 공동 라이너는 상응하는 하나의 리튬 이온 코어 부재와, 상응하는 하나의 공동의 표면 사이에 배치된다. 지지 부재는 운동 에너지 흡수 재료를 포함하고, 운동 에너지 흡수 재료는 알루미늄 폼, 세라믹 및 플라스틱 중 하나로 형성된다. 플라스틱 또는 알루미늄 재료로 형성된 공동 라이너가 존재하고, 복수의 공동 라이너는 단일체형 라이너 부재의 일부로서 형성된다. 코어 부재들을 수용하기 위하여, 플라스틱 라이너 대신 개방형 알루미늄 실린더형 슬리브 또는 캔 구조도 이용될 수 있다. 각각의 코어 내에 들어있는 전해질이 추가로 포함되고, 전해질은 내연제, 가스 발생제, 및 산화환원 서플 중 적어도 하나를 포함한다. 각각의 리튬 이온 코어 부재는 애노드, 캐소드 및 각각의 애노드와 캐소드 사이에 배치된 세퍼레이터를 포함한다. 코어 부재를 밀봉된 외장 외부의 전기 단자에 전기적으로 연결하는 전기 커넥터가 상기 외장 내에 추가로 포함된다.
- [0083] 본 발명의 다른 양태에서, 코어 부재는 병렬로 연결되거나, 직렬로 연결된다. 대안적으로, 코어 부재의 제1 세트는 병렬로 연결되고 코어 부재의 제2 세트는 병렬로 연결되고, 코어 부재의 제1 세트는 코어 부재의 제2 세트와 직렬로 연결된다. 지지 부재는 벌집 구조의 형태이다. 운동 에너지 흡수 재료는 압축가능 매체를 포함한다. 외장은 압축가능 요소를 갖는 벽을 포함하고, 압축가능 요소는, 벽에 충격을 가하는 힘으로 인해 압축될 때, 리튬 이온 배터리의 전기적 단락 회로를 생성한다. 지지 부재 내의 공동 및 이에 상응하는 코어 부재는 실린더형, 장방형, 및 각형 형상 중 하나이다. 공동 중 적어도 하나 및 이에 상응하는 코어 부재는 다른 공동 및 이에 상응하는 코어 부재와는 다른 형상을 가질 수 있다.
- [0084] 본 발명의 다른 양태에서, 코어 부재 중 적어도 하나는 높은 전력 특성을 갖고, 코어 부재 중 적어도 하나는 높은 에너지 특성을 갖는다. 코어 부재의 애노드는 동일한 재료로 형성되고, 코어 부재의 캐소드는 동일한 재료로 형성된다. 각각의 세퍼레이터 부재는 세라믹 코팅을 포함할 수 있고, 각각의 애노드 및 각각의 캐소드는 세라믹 코팅을 포함할 수 있다. 코어 부재 중 적어도 하나는 다른 코어 부재의 애노드 및 캐소드의 두께와는 다른 두께의 애노드 및 캐소드 중 하나를 포함한다. 적어도 하나의 캐소드는 화합물 A 내지 M 그룹의 재료 중 적어도 2개를 포함한다. 각각의 캐소드는 표면 개질제를 포함한다. 각각의 애노드는 탄소 또는 흑연 중 하나 또는 Li 금속을 포함한다. 각각의 애노드는 Si를 포함한다. 각각의 코어 부재는 압연된 애노드, 캐소드 및 세퍼레이터 구조를 포함하거나, 각각의 코어 부재는 적층된 애노드, 캐소드 및 세퍼레이터 구조를 포함한다.
- [0085] 본 발명의 다른 양태에서, 코어 부재는 실질적으로 동일한 전기 용량을 갖는다. 코어 부재 중 적어도 하나는 다른 코어 부재와 비교하여 상이한 전기 용량을 갖는다. 코어 부재 중 적어도 하나는 전력 저장을 위해 최적화되고, 코어 부재 중 적어도 하나는 에너지 저장을 위해 최적화된다.
- [0086] 본 발명의 또 다른 양태에서, 코어 부재의 전기적 모니터링(monitors) 및 밸런싱(balancing)을 가능하게 하도록 구성된, 코어 부재와 전기적으로 상호 연결된 감지 와이어(sensing wire)가 포함된다. 밀봉된 외장은 난연성 부재를 포함하고, 난연성 부재는 외장의 외면에 부착된 난연성 메쉬 재료를 포함한다.
- [0087] 다른 구현예에서, 밀봉된 외장을 포함하는 멀티 코어 리튬 이온 배터리가 기술된다. 복수의 공동들을 포함하는 지지 부재가 밀봉된 외장 내에 배치되고, 지지 부재는 운동 에너지 흡수 재료를 포함한다. 복수의 공동 중 상응하는 하나의 공동 내에 배치된 복수의 리튬 이온 코어 부재가 존재한다. 복수의 공동 라이너가 추가로 포함되고, 각각의 공동 라이너는 상응하는 하나의 리튬 이온 코어 부재와, 상응하는 하나의 공동의 표면 사이에 배치된다. 공동 라이너는 플라스틱 또는 알루미늄 재료(예를 들어, 폴리머 및 금속 포일 적층 파우치)로 형성되고, 복수의 공동 라이너는 단일체형 라이너 부재의 일부로서 형성될 수 있다. 운동 에너지 흡수 재료는 알루미늄 폼, 세라믹 및 플라스틱 중 하나로 형성된다.
- [0088] 본 발명의 다른 양태에서, 각각의 코어 내에 전해질이 들어있고, 전해질은 내연제, 가스 발생제, 및 산화환원 서플 중 적어도 하나를 포함한다. 각각의 리튬 이온 코어 부재는 애노드, 캐소드 및 각각의 애노드와 캐소드 사이에 배치된 세퍼레이터를 포함한다. 코어 부재를 밀봉된 외장 외부의 전기 단자에 전기적으로 연결하는 전기 커넥터가 외장 내에 추가로 포함된다. 코어 부재는 병렬로 연결될 수 있다. 코어 부재는 직렬로 연결될 수 있다. 코어 부재의 제1 세트는 병렬로 연결될 수 있고 코어 부재의 제2 세트는 병렬로 연결될 수 있으며, 코어 부재의 제1 세트는 코어 부재의 제2 세트와 직렬로 연결될 수 있다.
- [0089] 다른 양태에서, 지지 부재는 벌집 구조의 형태이다. 운동 에너지 흡수 재료는 압축가능 매체를 포함한다. 리튬 외장은 압축가능 요소를 갖는 벽을 포함하고, 압축가능 요소는, 벽에 충격을 가하는 힘으로 인해 압축될 때, 리튬 이온 배터리의 전기적 단락 회로를 생성한다. 지지 부재 내의 공동 및 이에 상응하는 코어 부재는 실린더형,

장방형, 및 각형 형상 중 하나이다. 공동 중 적어도 하나 및 이에 상응하는 코어 부재는 다른 공동 및 이에 상응하는 코어 부재와 비교하여 상이한 형상을 가질 수 있다. 코어 부재 중 적어도 하나는 높은 전력 특성을 가질 수 있고, 코어 부재 중 적어도 하나는 높은 에너지 특성을 가질 수 있다. 코어 부재의 애노드는 동일한 재료로 형성될 수 있고, 코어 부재의 캐소드는 동일한 재료로 형성될 수 있다. 각각의 세퍼레이터 부재는 세라믹 코팅을 포함할 수 있다. 각각의 애노드 및 각각의 캐소드는 세라믹 코팅을 포함할 수 있다. 코어 부재 중 적어도 하나는 다른 코어 부재의 애노드 및 캐소드의 두께와 비교하여 상이한 두께의 애노드 및 캐소드 중 하나를 포함할 수 있다.

[0090] 또 다른 양태에서, 적어도 하나의 캐소드는 화합물 A 내지 M 그룹의 재료 중 적어도 2개를 포함한다. 각각의 캐소드는 표면 개질제를 포함할 수 있다. 각각의 애노드는 Li 금속, 탄소, 흑연 또는 Si를 포함한다. 각각의 코어 부재는 압연된 애노드, 캐소드 및 세퍼레이터 구조를 포함할 수 있다. 각각의 코어 부재는 적층된 애노드, 캐소드 및 세퍼레이터 구조를 포함할 수 있다. 코어 부재는 실질적으로 동일한 전기 용량을 가질 수 있다. 코어 부재 중 적어도 하나는 다른 코어 부재와 비교하여 상이한 전기 용량을 가질 수 있다. 코어 부재 중 적어도 하나는 전력 저장을 위해 최적화될 수 있고, 코어 부재 중 적어도 하나는 에너지 저장을 위해 최적화될 수 있다.

[0091] 본 발명의 다른 구현예에서, 감지 와이어는 코어 부재의 전기적 모니터링 및 밸런싱을 가능하게 하도록 구성된 코어 부재와 전기적으로 상호 연결된다. 밀봉된 외장은 난연성 부재를 포함할 수 있고, 난연성 부재는 외장의 외면에 부착된 난연성 메쉬 재료를 포함할 수 있다.

[0092] 다른 구현예에서, 외장 내부에 리튬 이온 셀 영역 및 공유 대기 영역이 있는 밀봉된 외장을 포함하는 멀티 코어 리튬 이온 배터리가 기술된다. 지지 부재는 밀봉된 외장의 리튬 이온 셀 영역 내에 배치되고, 지지 부재는 복수의 공동들을 포함하며, 각각의 공동은 공유 대기 영역에 대해서 개방된 말단부를 갖는다. 복수의 리튬 이온 코어 부재가 제공되는데, 각각의 리튬 이온 코어 부재는 복수의 공동 중 상응하는 공동 내에 배치된 애노드 및 캐소드를 가지고 있고, 애노드 및 캐소드는 공동의 개방 말단부에 의해서 공유 대기 영역에 노출되고, 애노드 및 캐소드는 이들의 길이를 따라 공동에 의해 실질적으로 둘러싸여 있다. 지지 부재는 운동 에너지 흡수 재료를 포함할 수 있다. 운동 에너지 흡수 재료는 알루미늄 폼, 세라믹 및 플라스틱 중 하나로 형성된다.

[0093] 다른 양태에서, 복수의 공동 라이너가 존재하고, 각각의 공동 라이너는 상응하는 하나의 리튬 이온 코어 부재와, 상응하는 하나의 공동의 표면 사이에 배치된다. 공동 라이너는 플라스틱 또는 알루미늄 재료로 형성될 수 있다. 복수의 공동 라이너는 단일체형 라이너 부재의 일부로서 형성될 수 있다. 각각의 코어 내에 전해질이 들어있고, 전해질은 내연제, 가스 발생제, 및 산화환원 서플 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 각각의 리튬 이온 코어 부재는 애노드, 캐소드 및 각각의 애노드와 캐소드 사이에 배치된 세퍼레이터를 포함한다. 코어 부재를 밀봉된 외장 외부의 전기 단자에 전기적으로 연결하는 전기 커넥터가 외장 내에 존재한다.

[0094] 또 다른 양태에서, 코어 부재는 병렬로 연결되거나 코어 부재는 직렬로 연결된다. 대안적으로, 코어 부재의 제1 세트는 병렬로 연결되고 코어 부재의 제2 세트는 병렬로 연결되고, 코어 부재의 제1 세트는 코어 부재의 제2 세트와 직렬로 연결된다.

[0095] 다른 구현예에서, 리튬 이온 배터리가 기술되고, 밀봉된 외장 및 밀봉된 외장 내에 배치된 적어도 하나의 리튬 이온 코어 부재를 포함한다. 리튬 이온 코어 부재는 애노드 및 캐소드를 포함하고, 캐소드는 화합물 A 내지 M의 그룹으로부터 선택되는 적어도 2개의 화합물을 포함한다. 하나의 리튬 이온 코어 부재만 존재할 수 있다. 밀봉된 외장은 폴리머 백(bag)일 수 있거나, 밀봉된 외장은 금속 용기일 수 있다. 각각의 캐소드는 화합물 B, C, D, E, F, G, L 및 M의 그룹으로부터 선택되는 적어도 2개의 화합물을 포함할 수 있고, 표면 개질제를 더 포함할 수 있다. 각각의 캐소드는 화합물 B, D, F, G 및 L의 그룹으로부터 선택되는 적어도 2개의 화합물을 포함할 수 있다. 배터리는 4.2 V보다 더 높은 전압까지 충전될 수 있다. 각각의 애노드는 탄소 및 흑연 중 하나를 포함할 수 있다. 각각의 애노드는 Si를 포함할 수 있다.

[0096] 또 다른 구현예에서, 밀봉된 외장 및 밀봉된 외장 내에 배치된 적어도 하나의 리튬 이온 코어 부재를 갖는 리튬 이온 배터리가 기술된다. 리튬 이온 코어 부재는 애노드 및 캐소드를 포함한다. 외장 내의 전기 커넥터는 적어도 하나의 코어 부재를 밀봉된 외장 외부의 전기 단자에 전기적으로 연결하고; 전기 커넥터는, 소정의 전류가 초과되었을 때, 전기 커넥터를 통해 전류가 흐르는 것을 차단시키기 위한 수단/메커니즘/구조를 포함한다.

[0097] 본 발명은, 예를 들어 열/온도 조건을 관리하고 잠재적인 열 폭주 조건의 가능성 및/또는 규모를 감소시킴으로써, 특히 배터리의 안전성 및/또는 안정성에 기여하는 유리한 흡열 기능을 제공하는 재료를 포함하는 리튬 이온 배터리를 더 제공한다. 본 발명의 예시적인 구현예에서, 흡열 재료/시스템은 무기 가스 발생 흡열 재료를 포함

하는 세라믹 매트릭스를 포함한다. 개시된 흡열 재료/시스템은 아래에서 더욱 상세히 기술되는 바와 같이 다양한 방식 및 다양한 레벨로 리튬 배터리에 도입될 수 있다.

[0098] 사용에 있어서, 개시된 흡열 재료/시스템은, 온도가 소정의 레벨, 예컨대, 정상 작동과 관련된 최대 레벨을 초과하여 상승하는 경우, 흡열 재료/시스템이 열 폭주의 가능성을 방지 및/또는 최소화하기 위한 목적으로 하나 이상의 기능을 제공하는 역할을 하도록 작동한다. 예를 들어, 개시된 흡열 재료/시스템은 유리하게는 다음의 기능 중 하나 이상을 제공할 수 있다: (i) (특히 고온에서) 단열; (ii) 에너지 흡수; (iii) 흡열 재료/시스템과 관련된 흡열 반응(들)으로부터, 전체적으로 또는 부분적으로, 생성된 가스의 배기, (iv) 배터리 구조 내의 전체 압력 상승; (v) 흡열 재료/시스템과 관련된 흡열 반응(들) 중에 생성된 가스의 배기를 통한 배터리 시스템으로부터 흡수 열의 제거, 및/또는 (vi) 유독 가스(존재할 경우)의 회석 및 배터리 시스템으로부터 (전체적으로 또는 부분적으로) 유독 가스의 안전한 방출. 또한, 흡열 반응(들)과 관련된 배기 가스는 전해질 가스를 회석시켜 전해질 가스와 관련된 발화점 및/또는 가연성을 낮추거나 제거할 기회를 제공한다는 점이 주목된다.

[0099] 개시된 흡열 재료/시스템의 단열 특성은 이러한 흡열 재료/시스템을 리튬 이온 배터리 시스템에 적용하는 상이한 단계들에서 그 성질들을 조합하는 데 유리하다. 제조된 대로의 상태에서, 흡열 재료/시스템은 작은 온도 상승 동안, 또는 열적 이벤트의 초기 부분 동안 단열을 제공한다. 이러한 비교적 낮은 온도에서, 단열 기능은 열 에너지를 열 용량 전체에 서서히 확산시키기 위하여 제한된 전도를 허용하는 한편, 열 발생을 억제하는 작용을 한다. 이러한 낮은 온도에서, 흡열 재료/시스템 재료는 어떤 흡열 가스 발생 반응도 겪지 않도록 선택 및/또는 설계된다. 이는 전체적으로 단열 및/또는 리튬 이온 배터리에 어떤 영구적인 손상도 입히지 않고 온도 이탈을 가능하게 하는 창(window)을 제공한다. 리튬 이온 타입의 저장 장치의 경우, 이탈 또는 낮은 레벨의 상승과 관련된 일반적인 범위는 60°C 내지 200°C이다. 언급된 온도 범위에서 흡열 반응에 견디는 무기 흡열 재료/시스템의 선택을 통해, 원하는 높은 온도에서 제2의 흡열 기능을 개시하는 리튬 이온 배터리가 제공될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 개시된 흡열 재료/시스템과 관련된 흡열 반응(들)은 60°C에서 200°C를 훨씬 초과하는 온도까지의 온도 범위에서 먼저 개시되는 것이 일반적으로 바람직하다. 본 발명에 따른 사용을 위한 예시적인 흡열 재료/시스템은 하기 표 3에 기재된 것들을 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0100] 표 3

광물	화학식	대략적인 분해 개시(°C)
네스케호나이트	MgCO <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	70 - 100
석고	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	60 - 130
인산마그네슘 팔수화물	Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	140 - 150
수산화알루미늄	Al(OH) <sub>3</sub>	180 - 200
하이드로마그네사이트	Mg <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	220 - 240
도소나이트	NaAl(OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	240 - 260
수산화마그네슘	Mg(OH) <sub>2</sub>	300 - 320
탄산마그네슘 서브하이드레이트	MgO·CO <sub>2(0.96)</sub> ·H <sub>2</sub> O(0.3)	340 - 350
베마이트	AlO(OH)	340 - 350
수산화칼슘	Ca(OH) <sub>2</sub>	430 - 450

[0101]

[0102] 통상적으로, 이들 흡열 재료는 가능하게는 기타 탄산염 또는 황산염과 조합된 하이드록실 또는 함수 성분을 함유한다. 대안적인 재료로는 비함수 탄산염, 황산염 및 인산염을 포함한다. 일반적인 예는 50°C보다 높은 온도에서 분해되어 탄산나트륨, 이산화탄소 및 물을 생성하는 중탄산나트륨일 것이다. 리튬 이온 배터리와 관련된 열적 이벤트가 선택된 흡열 가스 발생 재료의 흡열 반응(들)을 위한 활성화 온도를 초과하는 온도 상승을 초래할 경우, 개시된 흡열 재료/시스템 재료는 유리하게도 열 에너지를 흡수하기 시작함으로써 리튬 이온 배터리 시스템을 냉각시킬 뿐만 아니라 단열시킬 것이다. 가능한 에너지 흡수량은 일반적으로 포뮬러(formula)에 도입된 흡열 가스 발생 재료의 양 및 타입뿐만 아니라, 리튬 이온 배터리 내의 에너지 발생 공급원에 대한 흡열 재료/시스템의 전체적인 설계/배치에 의존한다. 주어진 용도에 대한 흡열 재료/시스템의 정확한 첨가량 및 타입(들)은, 흡수된 열이 이러한 단열 재료가 나머지 간헐 열을 전체 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리의 열 용량까지 전도하도록 허용하기에 충분하도록, 단열 재료와 함께 작용하도록 선택된다. 제어된 방식으로 열을 전체 열 용량까지 분산시킴으로써, 인접 셀의 온도는 결정적인 분해 또는 발화 온도 미만으로 유지될 수 있다. 그러나, 단열 재료를 통한 열의 흐름이 너무 클 경우, 즉, 에너지 전도가 임계 레벨을 초과하면, 인접 셀은 전체 열 용량이 저장된 열을 소산시키기 전에 분해 또는 발화 온도에 도달할 것이다.

[0103] 이러한 파라미터를 고려하여, 본 발명과 관련된 단열 재료는 900°C를 초과하는 온도에 이를 수 있는, 리튬 이온 배터리 시스템에 대한 일반적인 열적 이벤트의 전체 온도 범위에 걸쳐 과도한 수축에 대해 열적으로 안정하도록 설계 및/또는 선택된다. 이러한 단열 관련 요건은 낮은 융점의 유리 섬유, 탄소 섬유, 또는 300°C를 초과하는 온도에서 광범위하게 수축하고 심지어 발화하는 충전재를 기초로 하는 여러 단열 재료와는 대조적이다. 또한,

본원에 개시된 재료는 팽창 압력을 견디기 위한 장치 구성요소의 설계를 필요로 하지 않으므로, 이러한 단일 관련 요건은 본원에 개시된 단일 기능을 팽창성 재료와 구별 짓는다. 따라서, 상 변화 재료를 이용하는 다른 에너지 저장 단일 시스템과는 달리, 본 발명의 흡열 물질/시스템은 유기물이 아니므로 높은 온도에서 산소에 노출되었을 때 연소하지 않는다. 더욱이, 개시된 흡열 재료/시스템에 의한 가스의 발생은, 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리 시스템으로부터 열을 제거하고 임의의 유독 가스를 회색시키는 이중적인 목적과 함께, 열 폭주 조건을 제어 및/또는 회피하는 데 특히 유리하다.

[0104] 예시적인 구현예에 따르면, 개시된 흡열 재료/시스템은 바람직하게는, 그것들이 이용되는 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리에 기계적 강도 및 안정성을 제공한다. 개시된 흡열 재료/시스템은 높은 다공성, 즉, 재료가 약간 압축될 수 있도록 하는 다공성을 가질 수 있다. 이는 부품들이 서로 압입되어 매우 단단히 고정된 패키지를 만들 수 있기 때문에 조립시 유리할 수 있다. 이는 결과적으로 자동차, 우주 항공 및 산업 환경에 요구되는 진동 및 충격 저항력을 제공한다.

[0105] 주목할 것은, 흡열 반응(들)이 개시되는 충분한 규모의 열적 이벤트가 발생하는 경우, 개시된 흡열 재료/시스템의 기계적 특성은 일반적으로 변한다는 것이다. 예를 들어, 흡열 반응(들)과 관련된 가스의 발생은 초기의 조립된 압력을 유지하는 흡열 재료/시스템의 기계적 능력을 감소시킬 수 있다. 그러나 이러한 규모의 열적 이벤트를 경험하는 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리는 일반적으로 더 이상 서비스에 적합하지 않으므로, 기계적 특성의 변화는 대부분의 용도에서 받아들여질 수 있다. 본 발명의 예시적인 구현예에 따르면, 흡열 반응(들)과 관련된 가스의 발생은 다공성 단일 매트릭스를 남겨둔다.

[0106] 개시된 흡열 가스 발생 흡열 재료/시스템에 의해 생성된 가스로는 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O 및/또는 이들의 조합을 포함한다(그러나 이에 한정되지는 않는다). 이들 가스의 발생은 일련의 후속 기능 및/또는 관련 기능을 제공한다. 첫 번째로, 상한 정상 작동 온도와 더 높은 임계 온도(이보다 온도가 높으면, 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리가 제어되지 않은 방전/열 폭주를 일으키기 쉽다) 사이에서의 가스의 발생은 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리용 배기 시스템을 강제로 개방하는 수단으로서 유리하게 기능할 수 있다.

[0107] 가스의 발생은 열적 이벤트 중에 발생한 임의의 독성 및/또는 부식성 증기를 부분적으로 회색시키는 역할을 할 수 있다. 배기 시스템이 활성화되면, 방출된 가스는 배기 시스템을 통해 장치 외부로 나갈 때 열 에너지를 밖으로 가져가는 역할도 한다. 또한, 개시된 흡열 재료/시스템에 의한 가스의 발생은 배기 시스템을 통해 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리 밖으로 임의의 유독 가스를 강제로 배출시키는 것을 돕는다. 또한, 열 폭주 중에 형성된 임의의 가스를 회색시킴으로써, 가스의 발화 가능성은 줄어든다.

[0108] 흡열 재료/시스템은 다양한 방법 및 다양한 레벨로 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리 시스템의 일부로서 도입 및/또는 구현될 수 있다. 예를 들어, 개시된 흡열 재료/시스템은 건식 가압 성형법, 진공 성형법, 침입법 및 직접 주입법과 같은 공정을 통해 도입될 수 있다. 또한, 개시된 흡열 재료/시스템은 원하는 온도/에너지 제어 기능을 제공하도록 에너지 저장 장치/리튬 이온 배터리 내의 하나 이상의 위치에 배치될 수 있다.

[0109] 본 발명에 따라 캔/컨테이너에 대해 덮개를 고정시키기 위한 바람직한 기계적 밀봉은 이중 접합(double seam)이다. 이중 접합은 특정 패턴의 에지 폴딩(edge folding)에 의해 캔의 측벽에 상부 또는 하부를 연결하는 수단이다. 이중 접합된 접합부는 상당한 내부 압력을 견딜 수 있고 상부와 측벽을 서로 밀접하게 연결할 수 있지만, 접합부에서 심한 굽힘이 필요하기 때문에 서로 접합될 2개의 플랜지는 (알루미늄 시트의 경우) 충분히 얇아야 하고, 이중 접합된 접합부는 0.5 mm 미만의 두께에서 가능하다. 셀의 작동 압력이 더 두꺼운 덮개 또는 캔을 필요로 하는 경우, 이중 접합을 캔의 밀봉을 위한 가능한 방법으로 하기 위해 이러한 더 두꺼운 부재의 접합 플랜지가 0.5 mm 이하의 두께로 줄어야 한다.

[0110] 컨테이너 구조에 대한 밀봉 메커니즘의 전체적인 설계 및 설계 파라미터(전체 치수, 재료 두께, 및 기계적 특성)에 대한 그 의존성은 특히 내부 압력뿐만 아니라 외부 하중에 대한 기계적 응답에 영향을 미치므로 매우 상호의존적이다. 이는 결국 배기 구조 및 압력 차단 구조에도 영향을 미친다. 배기 압력이 낮은 경우, 저비용의 이중 접합과 같은 특정 밀봉 메커니즘만이 사용될 수 있다. 레이저 용접과 같은 다른 밀봉 메커니즘이 더 튼튼하지만, 컨테이너가 구속되지 않은 경우 압력을 제한하는 것에 여전히 의존한다. 재료의 특성 및 치수는 마개(closure)의 밀봉을 수행하기 위해 선택된 방법에 의존한다. 이러한 상호의존성은 복잡하고 설계 공간에서 이들의 관계는 직관적이지 않다. 본 발명자들은 대형 Li 이온 셀의 기능 및 비용을 최적화할 때 특정 구조가 특히 유용함을 발견하였다.

[0111] 하나의 주요 목표는 셀의 정상 작동 조건 하에서의 컨테이너 치수의 전체적인 증가를 제한하는 것이다. 이러한

증가량은 컨테이너의 길이와 폭, 상부의 두께 및 상부 마개를 컨테이너 벽에 접합하는 방법에 크게 의존한다(고정된 컨테이너 치수에 대한 변위에 미치는 두께 영향의 실시예에 대한 도 8 내지 도 10 참조). 직사각형 컨테이너의 경우, 평면도 치수(덧개의 길이와 폭)가 더 클수록 작동 압력에서의 변형 한계를 충족시키기 위해 덧개는 더 두꺼워야 한다. 압력 하중을 받는 직사각형 플레이트의 최대 휨에 대한 지배 방정식(도 7)으로부터, 휨은 고정 경계 치수에 대해 두께와 역 3차 관계이고, 추가 휨은 플레이트의 링(ling) 치수의 공칭 5차 함수이다. 이는 컨테이너 치수가 변함에 따라 덧개 두께가 매우 빠르게 증가하도록 한다. 이는 중량 및 부피가 증가되므로 바람직하지 않다. 경계에서의 추가 응력은 두께 제공의 역수로 감소하며, 이는 컨테이너의 가장 중요한 영역, 밀봉 접합부에서의 응력을 줄이는 이점을 가질 것이다. 덧개 및/또는 벽 내의 변위 및 응력은 덧개를 베이스 또는 대향 벽에 서로 연결하는 연결 부재의 형태로 지지체의 추가를 통해 벽 또는 덧개의 유효 범위를 제한함으로써 감소될 수도 있다. 이러한 연결점들은 도 1의 식에서 a 또는 b 치수를 효과적으로 줄일 것이므로, 컨테이너의 변위 대 압력 프로파일에 긍정적인 영향을 미친다(도 11 참조). 이러한 결과는 덧개를 컨테이너 벽에 용접하는 개념과 잘 맞지만, 덧개를 컨테이너에 기계적으로 접합시키기 위한 중요한 설계 과제가 된다. 기계적 접합 공정은 덧개를 컨테이너에 기계적으로 고정하고 밀봉하는 데 필요한 기계적 변형을 허용하기 위해 컨테이너 벽 및/또는 덧개가 특정 두께 미만으로 유지될 것을 필요로 한다.

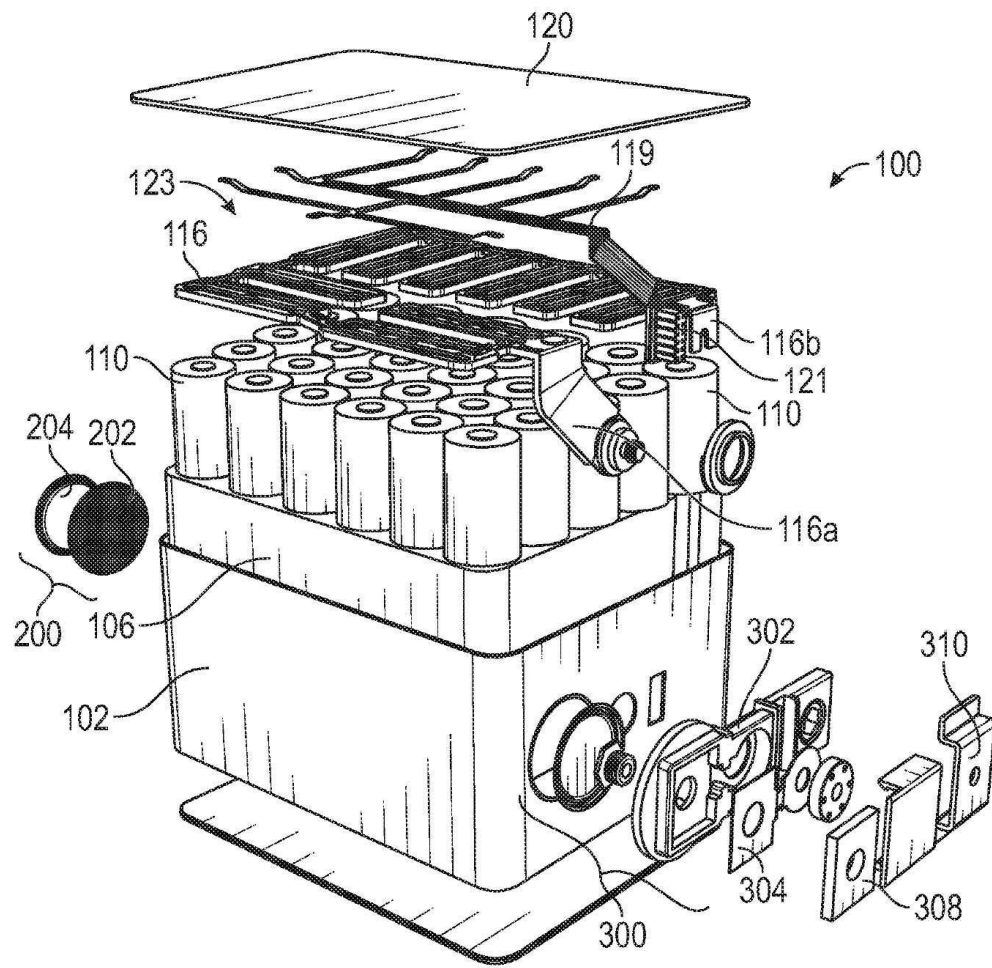
[0112] 기계적 접합(특히 이중 접합 및 크립프)은 덧개 및 컨테이너 벽이 셀의 작동 압력을 견디는 데 필요한 것보다 훨씬 더 얇을 것을 필요로 할 수 있다. 이러한 제한은 접합부에 국부적인 재료 두께를 변경하는 여러 기계적 공정(예를 들어, 압인, 기계가공, 아이어닝 등)을 통해 완화될 수 있다. 접합을 용이하게 하기 위해 두께가 감소되면, 접합부에서 새로 생긴 응력이 분석되고 최적화되어야 한다. 압력이 작동 압력보다 훨씬 더 높아질 수 있는 과부하 경우에 이러한 동일한 문제를 추가로 다루고 고려해야 한다. 다른 곳에서 약속한 바와 같이, 고려되어야 할 4가지 압력 영역이 존재하고, 작동 압력 한계는 작동 환경에서 컨테이너의 변형 한계에 의해 결정된다. 컨테이너의 경우 압력이 정상적인 셀 작동 한계를 벗어나면, 이벤트는 예외적인 것으로 간주되어야 하므로, 새로운 요건이 컨테이너에 부과된다. 컨테이너가 작동 압력 영역을 벗어나면, 컨테이너 팽창에 대한 제한은 완화되지만, 이제 덧개와 컨테이너 벽의 접합부는 컨테이너가 컨테이너 내에 설치된 배기 장치를 통해 내부 압력을 방출하는 영역 4에 설정된 값을 초과하는 압력을 포함할 필요가 있다. 과압 이벤트에서, 접합부에서의 응력은 지배적인 설계 특징이 되고, 기계적 방법으로 접합하는 데 필요한 두께 감소로 인한 강도 변화뿐만 아니라 레이저 용접된 덧개의 HAZ에서의 강도 변화 가능성도 고려되어야 한다. 이러한 설계 균형은 복잡하고 명확하지 않으며, 재료, 제조 공정 및 접합 방법에 대한 상당한 이해를 필요로 하고, 이들은 컨테이너의 제조 과정에서 서로 상호작용한다.

[0113] 다른 예에서, 개시된 하우징 및/또는 커버의 적어도 일부분은 단일 미네랄 재료(예를 들어, AFB<sup>®</sup> 재료, Cavityrock<sup>®</sup> 재료, ComfortBatt<sup>®</sup> 재료, 및 Fabrock<sup>™</sup> 재료(Rockwool Group, Hedehusene, Denmark); Promafour<sup>®</sup> 재료, Microtherm<sup>®</sup> 재료(Promat Inc., Tisselt, Belgium); 및/또는 Morgan Thermal Ceramics(Birkenhead, United Kingdom)로부터의 칼슘-마그네슘-실리케이트 울 제품으로부터 제작될 수 있다. 단일 미네랄 재료는 복합체로서 사용될 수 있고, 섬유 및/또는 분말 매트릭스를 포함한다. 미네랄 매트릭스 재료는 알칼리토 실리케이트 울, 바살트 섬유, 아스베스토스, 화산 유리 섬유(volcanic glass fiber), 유리섬유, 해면상 유리(cellular glass), 및 이들의 임의의 조합을 포함하는 군으로부터 선택될 수 있다. 미네랄 재료는 결합 재료를 포함할 수 있지만, 필요로 하는 것은 아니다. 개시된 빌딩 재료는 폴리머 재료일 수 있고, 나일론, 폴리비닐 클로라이드("PVC"), 폴리비닐 알코올("PVA"), 아크릴 폴리머, 및 이들의 임의의 조합을 포함하는 군으로부터 선택될 수 있다. 미네랄 재료는 난연성 첨가제를 추가로 포함할 수 있지만, 필요한 것은 아니며, 이의 예는 알루미늄 삼수화물("ATH")을 포함한다. 미네랄 재료는 다양한 매체, 예를 들어, 롤, 시트, 및 보드로 생산될 있고, 강성이거나 가요성일 수 있다. 예를 들어, 재료는 가압된 및 압축 블록/보드일 수 있거나, 스펀지형이고 압축 가능한 복수의 직조 섬유(interwoven fiber)일 수 있다. 미네랄 재료는 또한, 하우징 및/또는 커버 내부에 절연체를 제공하기 위해, 개시된 하우징 및/또는 커버의 내부 벽과 적어도 부분적으로 관련될 수 있다.

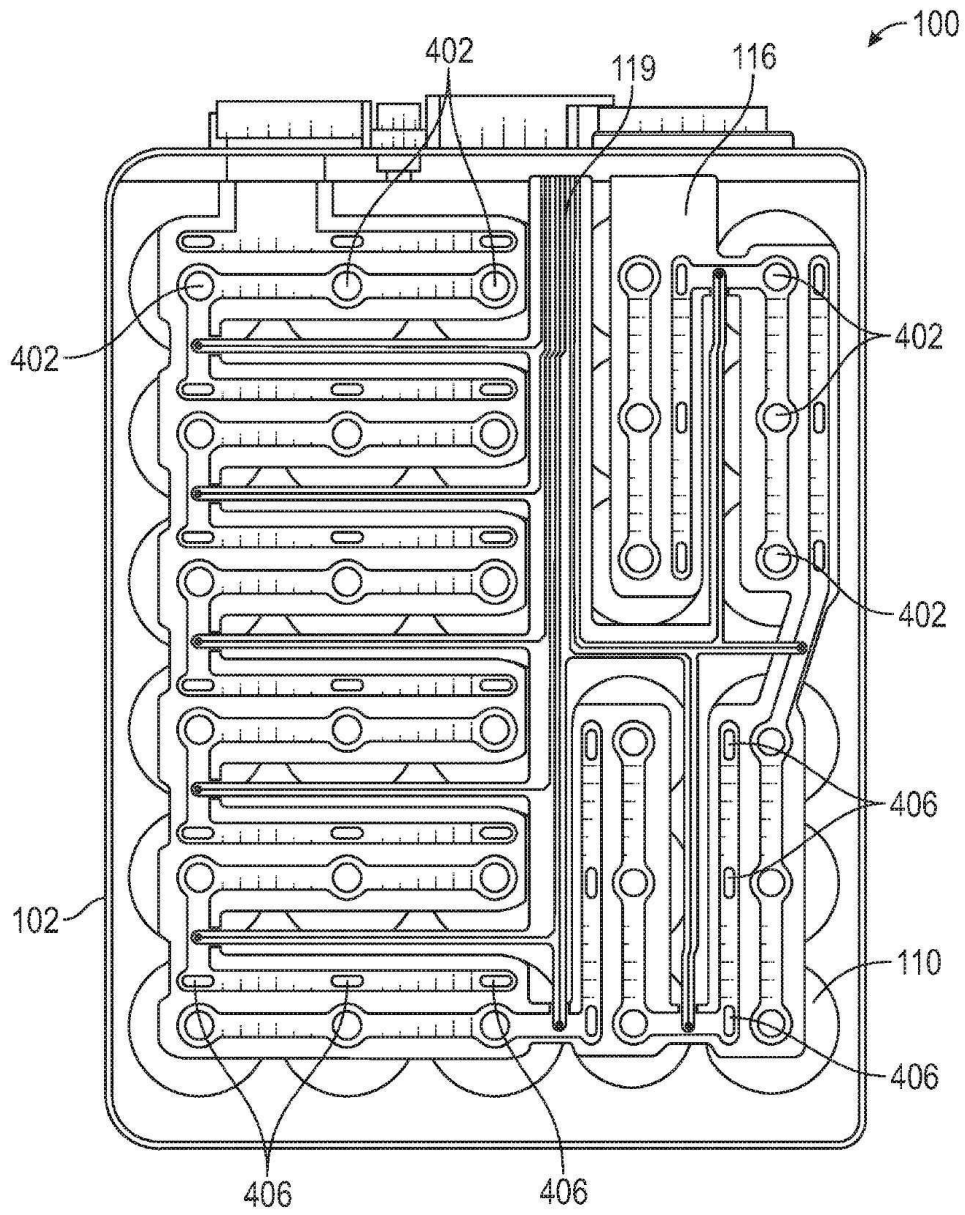
[0114] 본 발명이 예시적인 구현예들을 참조하여 기술되었지만, 본 발명은 이러한 예시적 구현예에 의해 또는 이러한 예시적 구현예로 제한되지 않는다. 오히려, 다양한 변형예, 개선예, 및/또는 대안적인 구현예가 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 채택될 수 있다.

도면

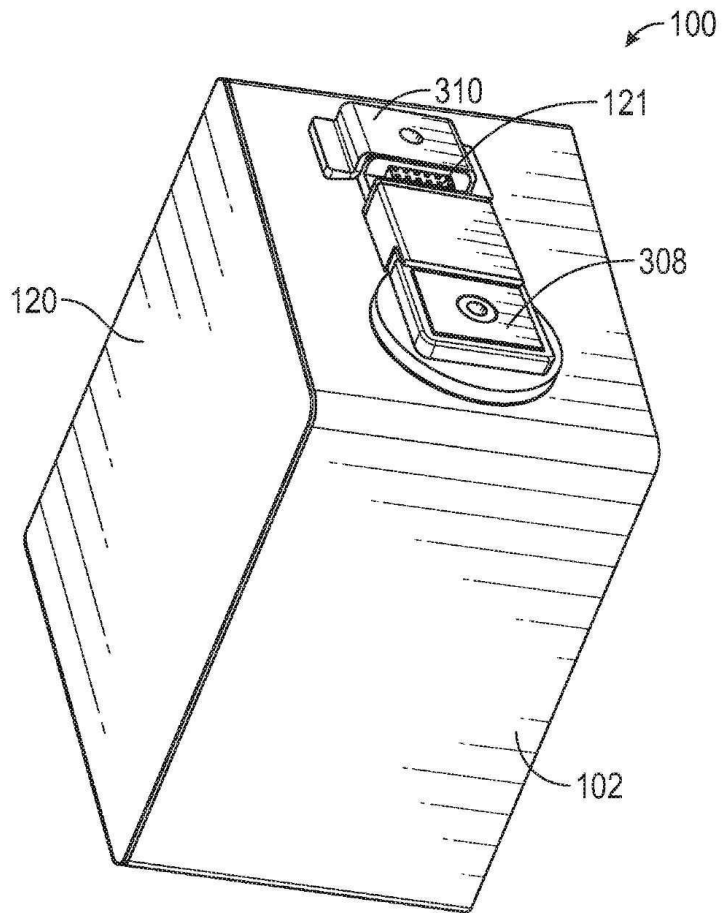
도면1



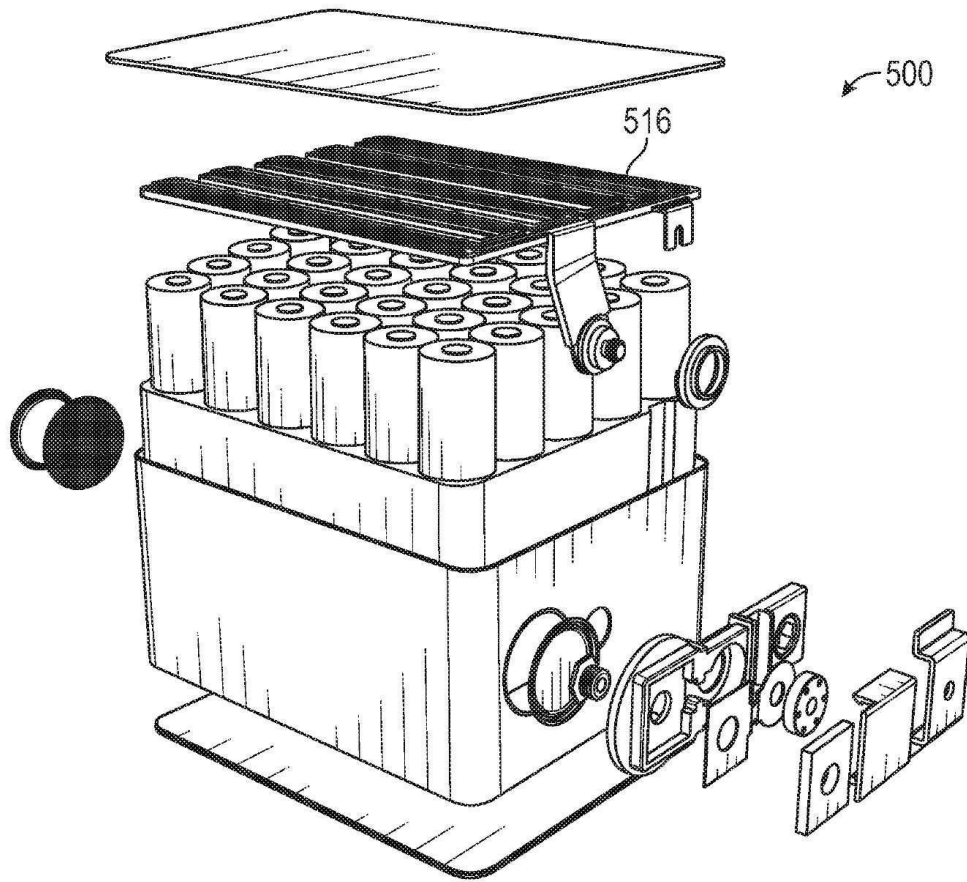
도면2



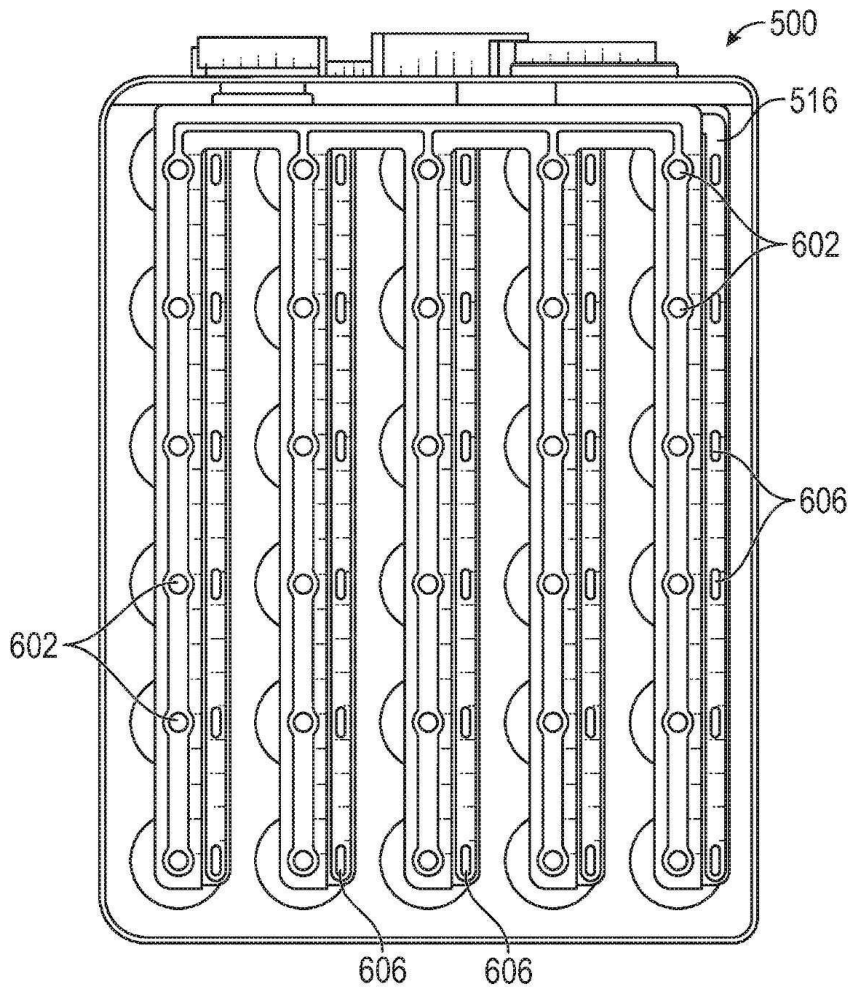
도면3



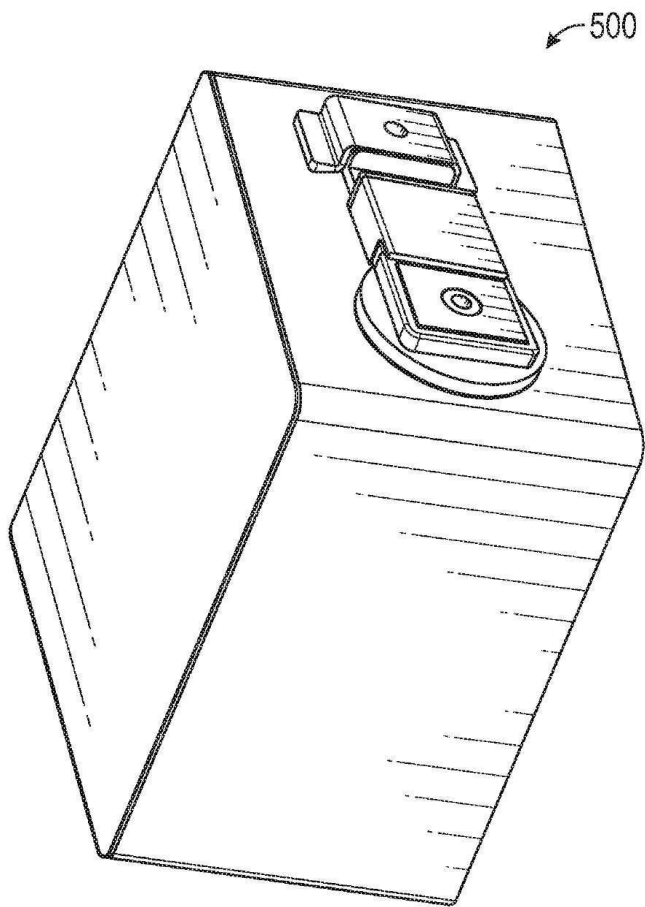
도면4



도면5



도면6



도면7

