



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0135942  
(43) 공개일자 2010년12월27일

(51) Int. Cl.

*H01M 2/16* (2006.01) *H01M 6/50* (2006.01)  
*H01M 10/04* (2006.01) *H01M 10/34* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7026229

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년04월16일  
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년11월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/040839

(87) 국제공개번호 WO 2009/131894  
국제공개일자 2009년10월29일

(30) 우선권주장

61/125,327 2008년04월24일 미국(US)

(71) 출원인

보스톤-파워, 임크.

미국 매사추세츠주 웨스트보로우, 스위트 320, 웨  
스트 파크 드라이브 2200 (우편번호: 01581)

(72) 별명자

오네러드, 퍼

미국 01702 매사추세츠 프래밍햄 살렘 엔드 로드  
449

송, 야닝

미국 01824 매사추세츠 첼름스포드 유닛 26 글렌  
애브뉴 37

챔버레이인 2세, 리차드, 브이.

미국 22039 버지니아 페어팩스 스테이션 로렐 오  
크 플레이스 9621

(74) 대리인

남상선

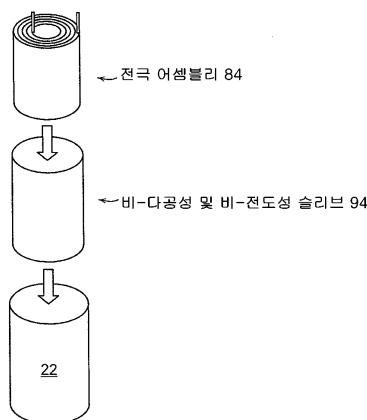
전체 청구항 수 : 총 54 항

(54) 증가된 안전성을 갖는 배터리

### (57) 요 약

본 발명의 배터리는 전지 케이싱; 제 1 단자; 전지 케이싱과 전기적으로 소통되고 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된 제 2 단자; 전지 케이싱 내 전극 어셈블리; 제 1 단자 및 제 1 전극과, 또는 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전류 차단 장치(CID); 및 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는 절연체를 포함한다. 상기 전극 어셈블리는 제 1 단자와 전기적으로 소통되는 제 1 전극; 제 2 단자와 전기적으로 소통되는 제 2 전극; 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 전해질을 포함한다. 상기 절연체는, 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 CID가 작동되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통이 차단되는 경우에, 제 1 전극과 제 2 단자 사이, 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단한다.

대 표 도 - 도9



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

- a) 전지 케이싱;
- b) 제 1 단자;
- c) 전지 케이싱과 전기적으로 소통되고 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된 제 2 단자;
- d) 제 1 단자와 전기적으로 소통되는 제 1 전극; 제 2 단자와 전기적으로 소통되는 제 2 전극; 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 전해질을 포함하는, 전지 케이싱 내 전극 어셈블리;
- e) 제 1 단자 및 제 1 전극과, 또는 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전류 차단 장치로서, 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함하고, 상기 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통은 이들 2개 부재 간의 게이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에 차단되는, 전류 차단 장치; 및
- f) 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 전류 차단 장치의 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통이 차단되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통이 차단되는 경우에, 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는 절연체를 포함하는, 배터리.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 절연체가,

- i) 전극 어셈블리와 전지 케이싱 사이의 비-다공성, 비-전도성 배리어; 및
- ii) 배터리를, 제 1 단자 또는 제 2 단자로 충전시키는 충전기로부터의 전류 흐름을 차단하는 전기 절연체 중 하나 이상인, 배터리.

### 청구항 3

제 2항에 있어서, 절연체가, 배터리를 제 1 단자 또는 제 2 단자로 충전시키는 충전기로부터의 전류 흐름을 차단하는 전기 절연체인, 배터리.

### 청구항 4

제 3항에 있어서, 전기 절연체가 열 퓨즈(thermal fuse)인, 배터리.

### 청구항 5

제 4항에 있어서, 열 퓨즈가 i) 전지 케이싱의 외부 표면의 일부에 또는 그 위에(at or over) 위치하거나, ii) 충전기로부터 전류 흐름을 수신하는 단자 중 하나에 위치하는, 배터리.

### 청구항 6

제 2항에 있어서, 절연체가 전극 어셈블리와 전지 케이싱 사이의 비다공성, 비-전도성 전도성 배리어인, 배터리.

### 청구항 7

제 6항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 비-다공성, 비-전도성 코팅, 테이프, 랩(wrap), 슬리브(sleeve) 또는 백(bag)인, 배터리.

### 청구항 8

제 7항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 비-다공성, 비-전도성 코팅이고, 비-다공성, 비-전도성 코팅이 전지 케이싱의 내부 표면의 일부 또는 전부를 코팅하는, 배터리.

### 청구항 9

제 8항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 코팅이  $Al_2O_3$  및/또는  $SiO_2$ 을 포함하는, 배터리.

### 청구항 10

제 9항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 코팅이  $Al_2O_3$ 을 포함하는, 배터리.

### 청구항 11

제 10항에 있어서,  $Al_2O_3$  코팅이 약 5 마이크론 내지 약 50 마이크론 범위 내의 두께를 갖는, 배터리.

### 청구항 12

제 11항에 있어서,  $Al_2O_3$  코팅이 약 5 마이크론 내지 약 15 마이크론 범위 내의 두께를 갖는, 배터리.

### 청구항 13

제 9항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 코팅이 전지 케이싱의 외부 표면의 일부 또는 전부를 추가로 코팅하는, 배터리.

### 청구항 14

제 13항에 있어서, 전지 케이싱 위에 덮개를 추가로 포함하고, 전지 케이싱의 외부 표면의, 비-다공성, 비-전도성 코팅으로 코팅된 부분이 상기 덮개와 접촉하는 부분을 제외하는 부분인, 배터리.

### 청구항 15

제 14항에 있어서, 덮개의 일부 또는 전부가 제 2 단자와 전기적으로 소통되는, 배터리.

### 청구항 16

제 7항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 비-다공성, 비-전도성 테이프 또는 랩인, 배터리.

### 청구항 17

제 16항에 있어서, 전극 어셈블리가 젤리-롤(jelly-roll) 구성인, 배터리.

### 청구항 18

제 17항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 테이프 또는 랩이 젤리 롤의 말단으로부터 연장되어 젤리 롤의 외부 벽을 감싸는, 배터리.

### 청구항 19

제 7항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가, 전극 어셈블리가 내장된 비-다공성, 비-전도성 슬리브 또는 백인, 배터리.

### 청구항 20

제 1항에 있어서, 전지 케이싱 위에 덮개를 추가로 포함하고, 상기 덮개가 전도성 물질로 제조되는, 배터리.

### 청구항 21

제 20항에 있어서, 전도성 물질이 금속인, 배터리.

### 청구항 22

제 21항에 있어서, 전지 케이싱 및 덮개가, 알루미늄을 포함하는 금속으로 제조되는, 배터리.

### 청구항 23

제 1항 내지 제 22항 중 어느 한 항에 있어서, 전류 차단 장치가 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는, 배터리.

#### 청구항 24

제 23항에 있어서, 덮개가 제 2 단자와 전기적으로 소통되는, 배터리.

#### 청구항 25

제 24항에 있어서, 전류 차단 장치가 덮개에 위치하는, 배터리.

#### 청구항 26

하나 이상의 전지, 및 상기 전지를 충전시키는 하나 이상의 충전기를 포함하는 배터리 팩(pack)으로서, 상기 전지의 각각이,

- a) 전지 케이싱;
- b) 제 1 단자;
- c) 전지 케이싱과 전기적으로 소통되고 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된 제 2 단자;
- d) 제 1 단자와 전기적으로 소통되는 제 1 전극; 제 2 단자와 전기적으로 소통되는 제 2 전극; 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 전해질을 포함하는, 전지 케이싱 내 전극 어셈블리;
- e) 제 1 단자 및 제 1 전극과, 또는 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전류 차단 장치로서, 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함하고, 상기 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통이 이들 2개 부재 간의 게이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에 차단되는, 전류 차단 장치; 및
- f) 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 전류 차단 장치의 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통이 차단되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통이 차단되는 경우에, 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는 절연체를 포함하고;

상기 충전기가 전지의 제 1 단자 또는 제 2 단자와 전기적으로 소통되는, 배터리 팩.

#### 청구항 27

제 26항에 있어서, 절연체가,

- i) 전극 어셈블리와 전지 케이싱 사이의 비-다공성, 비-전도성 배리어; 및/또는
- ii) 배터리를 제 1 단자 또는 제 2 단자로 충전시키는 충전기로부터의 전류 흐름을 차단하는 전기 절연체인, 배터리 팩.

#### 청구항 28

제 27항에 있어서, 절연체가, 배터리를 제 1 단자 또는 제 2 단자로 충전시키는 충전기로부터의 전류 흐름을 차단하는 전기 절연체인, 배터리 팩.

#### 청구항 29

제 28항에 있어서, 전기 절연체가 열 퓨즈인, 배터리 팩.

#### 청구항 30

제 29항에 있어서, 열 퓨즈가 i) 전지 케이싱의 외부 표면의 일부에 또는 그 위에 위치하거나, ii) 충전기로부터 전류 흐름을 수신하는 단자의 하나에 위치하는, 배터리 팩.

#### 청구항 31

제 26항에 있어서, 절연체가 전극 어셈블리와 전지 케이싱 사이의 비다공성, 비-전도성 전도성 배리어인, 배터

리 팩.

### 청구항 32

제 31항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 비-다공성, 비-전도성 코팅, 테이프, 랩, 슬리브 또는 백인, 배터리 팩.

### 청구항 33

제 32항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 비-다공성, 비-전도성 코팅이고, 비-다공성, 비-전도성 코팅이 전지 케이싱의 내부 표면의 일부 또는 전부를 코팅하는, 배터리 팩.

### 청구항 34

제 33항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 코팅이  $Al_2O_3$  및/또는  $SiO_2$ 을 포함하는, 배터리 팩.

### 청구항 35

제 34항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 코팅이  $Al_2O_3$ 을 포함하는, 배터리 팩.

### 청구항 36

제 35항에 있어서,  $Al_2O_3$  코팅이 약 5 마이크론 내지 약 50 마이크론 범위 내의 두께를 갖는, 배터리 팩.

### 청구항 37

제 36항에 있어서,  $Al_2O_3$  코팅이 약 5 마이크론 내지 약 15 마이크론 범위 내의 두께를 갖는, 배터리 팩.

### 청구항 38

제 34항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 코팅이 전지 케이싱의 외부 표면의 일부 또는 전부를 추가로 코팅하는, 배터리 팩.

### 청구항 39

제 38항에 있어서, 전지 케이싱 위에 덮개를 추가로 포함하고, 전지 케이싱 외부 표면의, 비-다공성, 비-전도성 코팅으로 코팅된 부분이 상기 덮개와 접촉하는 부분을 제외하는 부분인, 배터리 팩.

### 청구항 40

제 39항에 있어서, 덮개의 일부 또는 전부가 제 2 단자와 전기적으로 소통되는, 배터리 팩.

### 청구항 41

제 32항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 비-다공성, 비-전도성 테이프 또는 랩인, 배터리 팩.

### 청구항 42

제 41항에 있어서, 전극 어셈블리가 젤리-롤 구성인, 배터리 팩.

### 청구항 43

제 42항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 테이프 또는 랩이 젤리 룰의 말단으로부터 연장되어 젤리 룰의 외부 벽을 감싸는, 배터리 팩.

### 청구항 44

제 32항에 있어서, 비-다공성, 비-전도성 배리어가 전극 어셈블리가 내장된 비-다공성, 비-전도성 슬리브 또는 백인, 배터리 팩.

### 청구항 45

제 26항에 있어서, 전지 케이싱 위에 덮개를 추가로 포함하고, 상기 덮개가 전도성 물질로 제조되는, 배터리 팩.

#### 청구항 46

제 45항에 있어서, 전도성 물질이 금속인, 배터리 팩.

#### 청구항 47

제 46항에 있어서, 전지 케이싱 및 덮개가, 알루미늄을 포함하는 금속으로 제조되는, 배터리 팩.

#### 청구항 48

제 26항 내지 제 47항 중 어느 한 항에 있어서, 전류 차단 장치가 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는, 배터리 팩.

#### 청구항 49

제 48항에 있어서, 덮개가 제 2 단자와 전기적으로 소통되는, 배터리 팩.

#### 청구항 50

제 49항에 있어서, 전류 차단 장치가 덮개에 위치하는, 배터리 팩.

#### 청구항 51

충전 또는 과충전 조건 하에서 배터리 팩의 하나 이상의 전지의 내부 압력 증가를 최소화시키는 방법으로서,

- a) 전지의 제 1 단자 또는 제 2 단자와 전기적으로 소통되는 배터리 팩의 충전기를 사용하여 배터리 팩의 하나 이상의 전지를 충전시키는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 단자는 각각 전지의 전극 어셈블리의 제 1 전극 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 단계;
- b) 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 간의 게이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에, 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함하는 전류 차단 장치에 의해, 전지의 제 1 단자와 제 1 전극 사이, 또는 전지의 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통을 차단하 단계; 및
- c) 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 절연체로 차단하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 52

제 51항에 있어서, 절연체가,

- i) 전극 어셈블리와 전지 케이싱 사이의 비-다공성, 비-전도성 배리어; 및
- ii) 배터리를, 제 1 단자 또는 제 2 단자로 충전시키는 충전기로부터의 전류 흐름을 차단하는 전기 절연체 중 하나 이상인, 방법.

#### 청구항 53

배터리 부재로서 절연체를 형성시키는 단계를 포함하는 배터리 형성 방법으로서,

상기 배터리가, 배터리의 제 1 단자 및 제 1 전극과, 또는 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전기 차단 장치를 추가로 포함하고, 상기 전류 차단 장치는 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함하고, 상기 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통은, 이들 전도성 부재 간의 게이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에 차단되고,

상기 절연체가, 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 전류 차단 장치의 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통이 차단되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통이 차단되는 경우에, 배터리의 제 1 전극과 제 2 단자 사이, 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는, 방법.

## 청구항 54

제 53항에 있어서, 절연체가,

- i) 전극 어셈블리와 전지 케이싱 사이의 비-다공성, 비-전도성 배리어; 및
- ii) 배터리를, 제 1 단자 또는 제 2 단자로 충전시키는 충전기로부터의 전류 흐름을 차단하는 전기 절연체 중 하나 이상인, 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 증가된 안전성을 갖는 배터리에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002]

재충전가능한 배터리, 예컨대 리튬 이온 재충전가능한 배터리가 휴대폰, 휴대가능한 컴퓨터, 캠코더, 디지털 카메라, PDA 등과 같은 배터리에 의해 전력 공급되는 휴대가능한 전자 장치에 대한 전력으로 널리 사용되고 있다. 그러한 휴대가능한 전자 장치에 대한 전형적인 리튬 이온 배터리 팩은 병렬 및 직렬로 구성되는 다수개 전지를 사용한다. 예를 들어, 리튬 이온 배터리 팩은 직렬로 연결된 여러개 블럭을 포함할 수 있는데, 상기 여러개 블럭 중 각각의 블럭은 병렬로 연결된 하나 이상의 전지를 포함한다. 각각의 블럭은 전형적으로 블럭의 전압 수준을 모니터하는 전자 제어를 갖는다. 이상적인 구성에서, 배터리 팩 내에 포함된 각각의 전지는 동일하다. 그러나, 전지가 노후되고 순환되는 경우 이들 전지는 초기의 이상적인 조건으로부터 이탈되어 불균형화된 전지 팩(예를 들어, 동일하지 않은 성능, 임피던스, 방전 및 충전율)을 초래하는 경향이 있다. 전지 중에서의 이러한 불균형은 재충전가능한 배터리의 정상적인 작동 동안에 과-충전 또는 과-방전을 일으킬 수도 있고, 이는 차례로 폭발(즉, 신속한 가스 방출 및 화재 가능성)과 같은 안전성 문제를 부과할 수 있다. 다양한 유형의 안전성에 관한 수단이 설계되고 사용되어 왔지만, 폭발과 같은 배터리와 관련된 불운한 사건들이 관련 기술에는 보고되어 왔다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003]

따라서, 증가된 안전성을 갖는 신규한 배터리를 개발할 필요가 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0004]

일 구체예에서, 본 발명은 전지 케이싱; 제 1 단자; 전지 케이싱과 전기적으로 소통되고 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된 제 2 단자; 전지 케이싱 내 전극 어셈블리; 제 1 단자 및 제 1 전극 또는 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전류 차단 장치; 및 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는 절연체를 포함하는 배터리에 관한 것이다. 상기 전극 어셈블리는 제 1 단자와 전기적으로 소통되는 제 1 전극; 제 2 단자와 전기적으로 소통되는 제 2 전극; 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이의 전해질을 포함한다. 상기 전류 차단 장치는 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재, 및 제 2 전도성 부재를 포함하고, 상기 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통은, 2개 부재 간의 계이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에 차단된다. 상기 절연체는, 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 전류 차단 장치의 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통이 차단되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통이 차단되는 경우에, 제 1 전극과 제 2 단자 사이, 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이에서의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단한다.

[0005]

다른 구체예에서, 본 발명은 하나 이상의 전지, 및 상기 전지를 충전시키는 하나 이상의 충전기를 포함하는 배터리 팩에 관한 것이다. 상기 전지의 각각은 전지 케이싱; 제 1 단자; 전지 케이싱과 전기적으로 소통되고 제 1 단자로부터 전기적으로 절연되는 제 2 단자; 전지 케이싱 내 전극 어셈블리; 제 1 단자 및 제 1 전극과 전기적으로 소통되거나 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전류 차단 장치; 및 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는 절연체를 포함한다. 전극 어셈블리, 전류 차단 장치 및 절연체의 특징은 각각 독립적으로 본 발명의 배터리에 대해 상술된 바와 같다. 충전

기는 전지의 제 1 단자 또는 제 2 단자와 전기적으로 소통된다.

[0006] 더욱 다른 구체예에서, 본 발명은 충전 또는 과충전 조건하에서 배터리 팩의 하나 이상의 전지의 내부 압력 증가를 최소화하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은, a) 전지의 제 1 단자 또는 제 2 단자와 전기적으로 소통되는 배터리 팩의 충전기를 사용하여 배터리 팩의 하나 이상의 전지를 충전시키는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 단자는 각각 전지의 전극 어셈블리의 제 1 전극 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 단계; b) 전지의 제 1 단자와 제 1 전극 사이, 또는 전지의 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통을 전류 차단 장치에 의해 차단하는 단계; 및 c) 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 절연체로 차단하는 단계를 포함한다. 상기 전류 차단 장치는 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함한다. 전지의 제 1 단자와 제 1 전극 사이, 또는 전지의 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통의 차단은, 전류 차단 장치의 상기한 제 1 부재와 제 2 부재 간의 게이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에 일어난다.

[0007] 더욱 다른 구체예에서, 본 발명은 배터리 부재로서 절연체를 형성시키는 단계를 포함하는, 배터리 형성 방법에 관한 것이다. 상기 배터리는 배터리의 제 1 단자 및 제 1 전극과, 또는 제 2 단자 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 전류 차단장치를 추가로 포함하는데, 상기 전류 차단 장치는 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함하고, 상기 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통은, 전도성 부재 간의 게이지 압력이 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$  범위 내에 있는 경우에 차단된다. 절연체는 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 전류 차단 장치의 상기 제 1 부재 및 제 2 부재 사이의 전기적 소통이 차단되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통을 차단하는 경우에, 배터리의 제 1 전극과 제 2 단자 사이, 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단한다.

[0008] 일반적으로 리튬-이온 전지(또는 배터리)가 과충전 납용 조건에 있는 경우에, 전류 차단 장치(CID)는 전지 내부 압력이 미리 설계된 작동 압력, 예컨대 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$ 에 도달한 후에 작동된다. CID는 전형적으로 2개의 전도성 부재(예를 들어, 판)를 포함하는데, 상기 판의 하나는 전지(또는 배터리)의 외부 단자에 연결되고, 나머지 하나의 판은 전지 내부에서 2개 전극 중 하나에 연결된다. CID가 작동되면, 외부 단자와 내부 전극 사이의 전기적 연결이 차단된다. 그러나, 심지어 CID가 작동 후에도, 전류는, 전지가 계속 전지를 충전시키는 충전기에 연결되는 경우 전지를 통해 유동할 수 있다. 특정 이론에 결합시키기를 원치 않지만, CID(이것은 외부 전지 단자에 연결된다)와 전지의 애노드 또는 캐소드(이것은 CID의 다른 전도성 부재에 연결된다) 사이에서 전지의 전해질을 통해 전류 흐름이 공급될 수 있는 것으로 생각된다. 그러한 전류 흐름은 전해질의 분해를 야기할 수 있고, 이는 차례로 심지어 CID 작동 후에도 전지의 폭발을 야기할 수 있는 내부 전지 압력의 연속적인 증가에 기여할 수 있다.

[0009] 본 발명에 따르면, 충전 또는 과충전 조건 하에 있는 경우, 및 CID가 작동되어 제 1 단자와 제 1 전극 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적 소통이 차단되는 경우에, 상기 언급한 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 통로가 차단된다. 따라서, 본 발명은 배터리의 내부 압력이 CID 작동 후에 연속적으로 증가되지 않도록, 배터리, 또는 복수개의 배터리(또는 전지)를 포함하는 배터리 팩에 개선된 안전성을 제공한다.

[0010] 본 발명의 배터리 및 배터리 팩은 휴대 가능한 전력 장치, 예컨대 휴대 가능한 컴퓨터, 전력 툴, 장난감, 휴대폰, 캠코더, PDA 등에 대해 사용될 수 있다. 배터리를 이용하는 휴대 가능한 전자 장치에서, 이들의 전하는 일반적으로  $4.20\text{V}$  충전 전압을 위해 설계된다. 따라서, 본 발명의 배터리 및 배터리 팩은 특히 이러한 휴대 가능한 전자 장치에 유용하다.

## 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 각형(prismatic) 배터리의 개략도이다.

도 2a는 도 1의 각형 배터리의 정면도이다.

도 2b는 도 1의 각형 배터리 덮개의 측면도이다.

도 3은 본 발명의 원통형 배터리의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 배터리 팩에서 함께 배열되는 경우에 본 발명의 개별 전지가 바람직하게 연결되는 방법을 보여주는 개략적인 회로도이다.

도 5는 열 퓨즈를 사용하는 본 발명의 배터리의 일 구체예를 도시한다.

도 6은 열 퓨즈를 사용하는 본 발명의 배터리의 다른 구체예를 도시한다.

도 7은 비-다공성, 비-전도성 랩 또는 테이프를 사용하는 본 발명의 배터리의 일 구체예를 도시한다.

도 8a는 비-다공성, 비-전도성 코팅을 사용하는 본 발명의 배터리의 일 구체예를 도시한다.

도 8b는 비-다공성, 비-전도성 코팅을 사용하는 본 발명의 배터리의 다른 구체예를 도시한다.

도 9는 비-다공성, 비-전도성 슬리브를 사용하는 본 발명의 배터리의 일 구체예를 도시한다.

도 10은 비-다공성, 비-전도성 백을 사용하는 본 발명의 배터리의 일 구체예를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

상기 내용은, 유사 도면 특성이 상이한 도면을 통해 동일한 부분을 청하는 첨부되는 도면에 예시되어 있는 본 발명의 예시적인 구체예에 대한 이하의 더욱 구체적인 설명으로부터 자명해질 것이다. 도면들은 반드시 일정한 비율로 되어 있지 않고, 대신 본 발명의 구체예를 예시하는 경우에는 강조되어 있다.

[0013]

본원에 사용된, 본 발명의 배터리의 "단자"는 외부 전기 회로가 연결되는 배터리의 부분 또는 표면을 의미한다.

[0014]

본 발명의 배터리는 전형적으로 제 1 전극과 전기적으로 소통되는 제 1 단자, 및 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 제 2 단자를 포함한다. 상기한 제 1 및 제 2 전극은 예를 들어, 젤리-롤(jelly-roll) 형태로 전지 케이싱 내에 내장된다. 상기 제 1 단자는 배터리의 양극과 전기적으로 소통되는 양극 단자, 또는 배터리의 음극과 전기적으로 소통되는 음극 단자일 수 있고, 제 2 단자에 대해서는 그와는 반대될 수 있다. 하나의 구체예에서, 제 1 단자는 배터리의 음극과 전기적으로 소통되는 음극 단자이며, 제 2 단자는 배터리의 양극과 전기적으로 소통되는 양극 단자이다.

[0015]

본원에 사용된 구문 "전기적으로 연결된" 또는 "전기적으로 소통되는" 또는 "전기적으로 접촉된"은, 전해질을 통해  $\text{Li}^+$ 와 같은 이온의 흐름과 관련되는 전기화학적 소통과 반대되는, 도체를 통한 전자 흐름에 의해 서로 소통되는 특정 부분을 의미한다.

[0016]

본원에 사용된 구문 "전기화학적 소통"은 전해질 매체를 통한 특정 부재 사이의 소통을 의미하며, 이는  $\text{Li}^+$ 와 같은 이온의 흐름과 관련된다.

[0017]

본 발명에 사용될 수 있는 CID는 예를 들어, 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $15 \text{ kg/cm}^2$ (예를 들어, 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $10 \text{ kg/cm}^2$ , 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $9 \text{ kg/cm}^2$ , 약  $5 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $9 \text{ kg/cm}^2$ , 또는  $7 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $9 \text{ kg/cm}^2$ ) 범위 내에 있는 내부 게이지 압력에서 작동될 수 있다. 본원에 사용된 CID의 "작동"은 CID를 통한 전자 장치의 전류 흐름이 차단됨을 의미한다. 특정한 하나의 구체예에서, 본 발명의 CID는 (예를 들어, 용접, 크림핑, 리벳팅 등에 의해) 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재 및 제 2 전도성 부재를 포함한다. 이러한 CID에서, CID의 "작동"은 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이의 전기적 소통이 차단됨을 의미한다. CID의 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재는 판 또는 디스크와 같은 임의의 적합한 형태의 것일 수 있다.

[0018]

몇몇의 구체예에서, CID의 제 1 전도성 부재는 제 2 전도성 부재와 전기적으로 소통되고, 배터리의 전지 케이싱과는 전기적 및 압력적으로(즉, 가스와 같은 유체) 소통된다. 하나의 특정한 구체예에서, 제 1 전도성 부재는 원추형 또는 돔형 부분을 포함한다. 다른 특정한 구체예에서, 원추형 또는 돔형 부분의 최상부(또는 캡)의 적어도 일부는 본질적으로 평면형이다. 더욱 다른 특정한 구체예에서, CID의 제 1 및 제 2 전도성 부재는 본질적으로 평면형인 캡의 일부에서 서로 직접적으로 접촉한다. 더욱 다른 특정한 구체예에서, 제 1 전도성 부재는 2007년 6월 22일 자로 출원된 미국 가출원 번호 60/936,825호에 기재된, 본질적으로 평면형 캡을 갖는 절두체(frustum)를 포함한다(상기 미국 가출원의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함된다).

[0019]

본 발명에서 사용될 수 있는 CID의 하나의 특정한 구체예가 도 1에 도시되어 있다. 도 2a 및 2b는 각각 도 1의 배터리(10)의 덮개의 정면도 및 단면도를 도시한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 배터리(10)는 제 1 전극(12) 및 제 2 전극(16)을 포함한다. 제 1 전극(12)은 피드-쓰루(feed-through) 장치(16)로 전기적으로 연결되며, 상기 피드-쓰루 장치는 제 1 전극(12)에 인접한 제 1 부재(18), 및 제 1 전극(12)에 원위인 제 2 부재(20)를 포함한다. 피드-쓰루 장치(16)는 전도성 층(16)을 추가로 포함할 수 있다. 상기 전극(12, 14)은 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)를 포함하는 배터리 캔(21) 내부, 즉 전지 케이싱(22)과 덮개(24)에 의해 형성된 내부 공간(27)에 위치

한다. 배터리(10)의 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)는 서로 전기적으로 소통된다.

[0020] CID(28)는 (예를 들어, 용접, 크림핑, 리벳팅 등에 의해) 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재(30) 및 제 2 전도성 부재(32)를 포함한다. 제 2 전도성 부재(32)는 제 2 전극(14)과 전기적으로 소통되며, 제 1 전도성 부재(30)는 배터리 캔(21), 예를 들어 덮개(24)와 전기적으로 접촉한다. 배터리 캔(21), 즉 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)는 배터리(10)의 제 1 단자(예를 들어, 전기 전도성 층(26))로부터 전기적으로 절연되며, 배터리 캔(21)의 적어도 일부는, 배터리(10)의 제 2 단자의 하나 이상의 부재이거나 제 2 단자에 전기적으로 연결된다. 하나의 특정한 구체예에서, 덮개(24)의 적어도 일부 또는 전지 케이싱(22)의 바닥은 배터리(10)의 제 2 단자로 제공되고, 전도성 층(26)은 배터리(10)의 제 1 단자로 제공된다.

[0021] CID(28)는 제 1 전도성 부재(20)의 일부와 제 2 전도성 부재(32) 사이에 절연체(34)(예를 들어, 절연 층 또는 절연 가스켓)를 추가로 포함할 수 있다.

[0022] 하나의 특정한 구체예에서, 제 2 전도성 부재(32) 중 하나 이상 및 CID(28)의 절연체(34)는 하나 이상의 구멍(예를 들어, 도 1에서 구멍(36 또는 38))을 포함하며, 이 구멍을 통해 배터리(10) 내 가스가 제 1 전도성 부재(30)와 유체적으로 소통된다.

[0023] 다른 특정한 구체예에서, CID(28)는 제 1 전도성 부재(30) 위에 배치되고 이를 통해 제 1 전도성 부재(30)가 배터리 외부에서 대기와 유체적으로 소통하는 하나 이상의 구멍(42)을 형성하는 말단 부재(예를 들어, 판)(40)를 추가로 포함한다. 말단 부재(40)(예를 들어, 판 또는 디스크)는 도 1에 도시된 바와 같이 배터리 캔(21)의 일부일 수 있고, 도 1에서 말단 부재(40)는 배터리 캔(21)의 덮개(24)의 일부이다. 다르게는, 말단 부재(40)는 배터리 캔(21)과는 별개의 부재일 수 있으며, 배터리 캔(21)에, 예를 들어 배터리 캔(21)의 덮개(24) 위에, 하에 또는 그 덮개(24)에 위치할 수 있다.

[0024] 도 3은 본 발명에 사용될 수 있는 CID 어셈블리의 다른 구체예를 도시한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 배터리(50)는 CID(28), 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)를 포함하는 배터리 캔(21), 제 1 전극(12) 및 제 2 전극(14)을 포함한다. 제 1 전극(12)은 배터리(예를 들어, 전도성 부재(58))의 제 1 단자와 전기적으로 소통되고, 제 2 전극은 배터리(예를 들어, 덮개(24))의 제 2 단자와 전기적으로 소통된다. 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)는 서로 전기적으로 접촉한다. 제 1 전극(12)의 탭(도 3에는 도시되어 있지 않음)은 피드-쓰루 장치(52)의, 전기 전도성 제 1 부재(54)에 전기적으로 연결된다(예를 들어, 용접, 크림핑, 리벳팅 등에 의해). 제 2 전극(14)의 탭(도 3에는 도시되어 있지 않음)은 CID(28)의 제 2 전도성 부재(32)에 전기적으로 연결된다(예를 들어, 용접, 크림핑, 리벳팅 등에 의해). 피드-쓰루 장치(52)는 전기 전도성 절연체(56)인 제 1 전도성 부재(54), 및 배터리(50)의 제 1 단자일 수 있는 제 2 전도성 부재(58)를 포함한다.

[0025] 배터리(50)에서, 배터리 캔(21), 즉 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)는 배터리(50)(예를 들어, 전도성 부재(58))의 제 1 단자로부터 전기적으로 절연되고, 배터리 캔(21)의 적어도 일부는 배터리(50)의 제 2 단자의 적어도 하나의 부재이거나, 제 2 단자에 전기적으로 연결된다. 하나의 특정한 구체예에서, 덮개(24)의 적어도 일부 또는 전지 케이싱(22)의 바닥은 배터리(50)의 제 2 단자로 제공되고, 전도성 부재(58)는 배터리(50)의 제 1 단자로 제공된다.

[0026] 도 1 내지 3은 CID(28)가 제 2 전극(14)과 전기적으로 소통되는 CID 어셈블리를 도시하고 있는데, CID(28)와 같은 CID가 제 1 전극(12)과 전기적으로 소통되는 CID 어셈블리가 또한 본 발명에 사용될 수 있다.

[0027] 도 4는 본 발명의 개략적인 회로도를 도시하는데, 개별 전지 또는 배터리(예를 들어, 도 1의 배터리(10) 또는 도 3의 배터리(50))가 어떻게 배터리 팩 내에서 함께 배열되는지를 보여준다. 충전기(70)가 전지(1, 2, 및 3)를 충전시키는데 사용된다.

[0028] 일반적으로 배터리가 과충전 남용 조건에 있는 경우에, CID(28)과 같은 CID는 전지 내부 압력이 사전 설계된 작동 압력에 도달한 후에 작동된다. 예를 들어, CID(28)에서, 제 2 전도성 부재(32)는 배터리 내부의 게이지 압력이 소정 값, 예를 들어 약 4 kg/cm<sup>2</sup> 내지 약 15 kg/cm<sup>2</sup>보다 큰 경우에 제 1 전도성 부재(30)로부터 분리되어(예를 들어, 이로부터 변형되거나 제거되어), 제 2 전극(14)과 배터리 캔(21)(이의 적어도 일부는 제 2 단자의 적어도 한 부재이거나 제 2 단자에 전기적으로 연결된다) 사이의 전류 흐름이 차단된다. 따라서, CID가 작동된 후에, 외부 단자와 내부 전극 사이의 전기적 연결이 일반적으로 차단된다. 그러나, 심지어 CID가 작동된 후에도, 특히 전지가 전지를 충전시키는 충전기(예를 들어, 도 4의 충전기(70))에 계속하여 연결된 경우에 전류는 여전히 전지를 통해 흐를 수 있다. 심지어 CID 작동 후에 전지를 통한 상기 전류 흐름은 배터리의 전해질을 통해, 예를 들어, 전지 케이싱(22) 또는 덮개(24)(이것의 적어도 일부는 제 2 단자의 적어도 한 부재이거나 제 2

단자에 전기적으로 연결된다)와 제 1 전극(12) 사이의 잠재적인 전기화학적 소통에 의해 비롯될 수 있다. 상기 전류 흐름은 전해질의 분해를 일으킬 수 있고, 이는 차례로 심지어 CID 작동 후에도 내부 전지 압력의 연속적인 증가에 기여한다.

[0029] 추가적인 안전성에 대한 수단으로, CID(예를 들어, CID(28))에 추가하여, 제 1 전극(예를 들어, 제 1 전극(12)과 제 2 단자(예를 들어, 덮개(24)) 사이, 또는 제 2 전극(예를 들어, 제 2 전극(14))과 제 1 단자(예를 들어, 도 1의 부재(26) 또는 도 3의 부재(58)) 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단하는 절연체가 본 발명에 사용된다. 상기 절연체는, 충전 또는 과충전 조건(예를 들어, 도 4 참조) 하에서 및 전류 차단 장치의 제 1 전도성 부재와 제 2 전도성 부재 사이에서의 전기적인 소통이 차단되어 제 1 단자와 제 1 전극 사이 또는 제 2 단자와 제 2 전극 사이의 전기적인 소통을 차단하는 경우에, 제 1 전극과 제 2 단자 사이 또는 제 2 전극과 제 1 단자 사이의 잠재적인 전기화학적 소통을 차단한다.

[0030] 하나의 구체예에서, 절연체는 배터리를 제 1 단자 또는 제 2 단자에 충전시키는 충전기(예를 들어, 도 4의 충전기(70))로부터 전류 흐름을 차단하는 전기적 절연체이다. 하나의 특정한 구체예에서, 전기 절연체는 당업계에 공지된 열 퓨즈이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 열 퓨즈(80)는 전극 어셈블리(84)를 보유하고 있는 전지 케이싱(22)의 외부 표면의 일부에 또는 이 위에 위치할 수 있다. 다르게는, 도 6에 도시된 바대로, 열 퓨즈(80)는 충전기(도 6에는 도시되어 있지 않음)로부터 전류 흐름을 수용하는 단자 중 하나에 위치할 수 있다.

[0031] 다른 구체예에서, 절연체는 전극 어셈블리(예를 들어, 젤리 룰)(이것은 제 1 전극(예를 들어, 제 1 전극(12)), 제 2 전극(예를 들어, 제 2 전극(14)) 및 전해질을 포함함)과, 전극 어셈블리를 보유하고 있는 전지 케이싱(예를 들어, 전지 케이싱(22)) 사이의 비다공성, 비전도성 배리어이다. 본원에 사용된 용어 "비-다공성"은 배터리 산업에 사용되는 통상의 격리판(separator)보다는, 예를 들어 적어도 약 5%, 약 10%, 약 30%, 또는 약 50%까지 덜 다공성임을 의미한다. 하나의 특정한 구체예에서, 본 발명에 사용된 "비-다공성" 배리어는 양극과 음극 사이에서의 이온 운반(예를 들어,  $Li^+$ )을 허용하는 격리판과는 대조적으로, 본질적으로 이온 운반을 차단한다. 본원에 사용된 용어 "비-전도성"은 본질적으로 전자 전도성 차단을 의미한다. 본 발명에 사용된 "비-다공성", "비-전도성"은 본질적으로 이온(예를 들어,  $Li^+$ ) 및 전자 운반을 차단할 수 있다. 본 발명에 사용될 수 있는 비-다공성, 비-전도성 배리어의 예에는 비-다공성, 비-전도성 코팅, 테이프, 랩, 슬리브, 및 백이 포함된다.

[0032] 하나의 특정한 구체예에서, 비-다공성, 비-전도성 랩 또는 테이프가 본 발명에 사용된다. 도 7은 전극 어셈블리(84)와 전지 케이싱(22)(도 7에는 도시되어 있지 않음) 사이에 있는 상기한 비-다공성, 비-전도성 랩 또는 테이프(90)의 하나의 특정한 구체예를 도시한다. 도 7에서, 비-다공성, 비-전도성 랩 또는 테이프(90)는 음극 및 양극, 및 격리판을 포함하는 활성물질(83)의 말단에 배치된다. 활성 물질(84)이 나선형으로 감겨서 당업계에 일반적으로 알려진 "젤리-룰"과 같은 전극 어셈블리(84)를 형성한다. 비-다공성, 비-전도성 랩 또는 테이프(90)는 전극 어셈블리(84)의 말단으로부터 연장되어 전극 어셈블리의 외부 벽을 감싸서, 전극 어셈블리(84)(예를 들어, 젤리 룰)와 전지 케이싱(22)(도 7에는 도시되어 있지 않음) 사이에 비-다공성, 비-전도성 배리어를 제공한다.

[0033] 더욱 다른 특정한 구체예에서, 절연체는 비-다공성, 비-전도성 코팅이다. 도 8a에 도시된 바대로, 비-다공성, 비-전도성 코팅(92)은 전지 케이싱(22)(예를 들어, 애노드화된 전지 케이싱을 형성하는)의 내부 표면(93)의 적어도 일부를 코팅한다. 더욱 특정한 구체예에서, 비-다공성, 비-전도성 코팅(92)은 전지 케이싱(22)의 본질적으로 전체 내부 표면(93)을 코팅한다. 본원에 사용된 구문 "본질적으로 전체 내부 표면"은 전체 내부 표면(93)의 적어도 약 90%를 의미한다. 당업계에 공지된 임의의 적합한, 비-다공성, 비-전도성 코팅이 본 발명에 사용될 수 있다. 그 적합한 예에는  $Al_2O_3$  및/또는  $SiO_2$  코팅이 포함된다. 전형적인 예에는  $Al_2O_3$ 가 포함된다.

상기 비-다공성, 비-전도성 코팅은 당업계에 공지된 임의의 적합한 방법에 의해, 예를 들어, 화학적 기상 증착, 스퍼터링 등에 의해 제조될 수 있다. 상기한 비-다공성, 비-전도성 코팅은 전형적으로 약 5 마이크론 내지 약 50 마이크론, 예컨대 약 5 마이크론 내지 약 20 마이크론, 또는 약 5 마이크론 내지 약 15 마이크론(예를 들어, 약 10 마이크론) 범위 내의 두께를 갖는다.

[0034] 임의로, 비-다공성, 비-전도성 코팅(92)은 전지 케이싱(22)의 외부 표면의 적어도 일부를 추가로 코팅할 수 있다. 하나의 특정한 구체예에서, 도 8b에 도시되어 있듯이, 전지 케이싱(22)의 외부 표면(95)의 코팅된 부분(94)은 덮개(24)와 접촉하는 전지 케이싱(22)의 외부 표면(95)의 일부(96)를 제외한 부분이다. 하나의 특정한 구체예에서, 전지 케이싱(22)의 외부 표면(95)의 코팅된 부분(94)은 덮개(24)가 예를 들어 용접에 의해 부착될, 전지 케이싱(22)의 가장자리 영역을 제외한 부분이다. 추가의 하나의 특정한 구체예에서, 전지 케이싱(22)은

이의 형성 공정 동안에 예를 들어, 최종 전지 케이싱(22) 전의 사전 형성된 전지 케이싱 단계에서 비-다공성, 비-전도성 코팅(92)(예를 들어,  $Al_2O_3$  코팅)으로 코팅된다. 다른 추가의 특정한 구체예에서, 비-다공성, 비-전도성 코팅(92)( $Al_2O_3$  코팅)으로 코팅되는 사전 형성된 전지 케이싱의 가장자리는 전지 케이싱(22)의 최종 형성 단계에서 새로 절단되어, 비-전도성 코팅(92)으로 코팅되지 않은 가장자리를 형성시킨다. 다르게는, 당업계에 공지된 마스크가 사용되어, 예를 들어 선택적 코팅을 형성시킬 수 있다.

[0035] 추가의 다른 특정한 구체예에서, 비-다공성, 비-전도성 슬리브 또는 백이 본발명에 사용된다. 도 9는 전극 어셈블리(84)와 전지 케이싱(22) 사이에 절연을 제공하는 비-다공성, 비-전도성 슬리브를 도시한다. 도 10은 전극 어셈블리(84)와 전지 케이싱(22) 사이에 절연을 제공하는 비-다공성, 비-전도성 백(96)을 도시한다.

[0036] 당업계에 공지된 임의의 적합한 비-다공성, 비-전도성 물질이 비-다공성, 비-전도성 배어(예컨대, (90, 94, 96))에 대해 본 발명에 사용될 수 있다. 적합한 비-다공성, 비-전도성 물질의 일반적인 특정한 예에는 폴리프로필렌이 포함된다.

[0037] 도 1 내지 3으로 다시 돌아가서, 용어 "피드-쓰루(feed-through)"는 전지 케이싱(22)과 덮개(24)에 의해 형성된 내부 공간 내에서 전극(12)을, 상기 형성된 내부 공간에 대해 외부에 위치한 배터리 부재를 사용하여 연결시키는 임의의 물질 또는 장치를 포함한다. 하나의 특정한 구체예에서, 피드-쓰루 장치(16 또는 52)는 덮개(24)에 의해 형성된 패쓰-쓰루(pass-through) 구멍을 통해 연장된다. 피드-쓰루 장치(16 또는 52)는 또한, 구부러짐, 비틀어짐 및/또는 접힘과 같은 변형없이 덮개(24)를 통과할 수 있고, 전지 성능을 증가시킬 수 있다. 당업계에 공지된 임의의 다른 적합한 수단은 본 발명에서 전극(12)을 배터리 캔(21)에 대해 외부에 위치한 배터리의 부재(예를 들어, 배터리의 단자)를 사용하여 연결시킬 수 있다. 일반적으로, 피드-쓰루 장치(16 및 52)는 절연 가스켓(도 1 내지 2b에는 도시되어 있지 않음, 도 3의 절연체(56))에 의해, 예를 들어 배터리 캔(21), 예를 들어 덮개(24)로부터 전기적으로 절연된다. 상기 절연 가스켓은 적합한 절연 물질, 예컨대 폴리프로필렌, 폴리비닐 플루오라이드(PVF) 등으로 형성된다. 피드-쓰루 장치(16)의 부재(18, 20 및 26) 및 피드-쓰루 장치(52)의 부재(54 및 58)는 당업계에 공지된 임의의 적합한 전도성 물질, 예를 들어 니켈로 제조될 수 있다.

[0038] 도 1 및 3으로 다시 돌아가서, 하나의 특정한 구체예에서, 제 1 전도성 부재(30)가 제 2 전도성 부재(32)로부터 분리되는 경우, 배터리(10 또는 50) 내부의 가스가 제 1 전도성 부재(30)를 통해 빠져나가지 않도록 제 1 전도성 부재(30) 내에서는 어떠한 파괴도 나타나지 않는다. 가스는, 내부 압력이 증가되어 배기 수단(56)의 작동을 위한 소정 값에 도달하는 경우에, 하나 이상의 배기 수단(56)(예를 들어, 전지 케이싱(22)의 전지 벽 또는 바닥 부분, 또는 제 1 전도성 부재(30)에서)를 통해 배터리(10 또는 50)를 빠져 나갈 수 있다. 몇몇의 구체예에서, 배기 수단(56)의 작동을 위한 소정의 게이지 압력 값(예를 들어, 약  $10 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $20 \text{ kg/cm}^2$ )은 CID(28)의 작동을 위한 그러한 값보다 더 높다. 이러한 특징은 초기 가스 누출 방지에 도움을 주며, 이는 정상적으로 작동하는 이웃 배터리(또는 전지)를 파괴시킬 수 있다. 그래서, 본 발명의 배터리 팩 내의 복수개 전지 중 하나가 파괴되면, 다른 정상적인 전지들은 파괴되지 않는다. CID(28)의 작동을 위한 게이지 압력 값 또는 하위범위, 및 배기 수단(56)의 작동을 위한 게이지 압력 값 또는 하위범위는, 선택된 압력 값 또는 하위 범위 사이가 중복되지 않도록 소정 게이지 압력 범위들로부터 선택된다. 바람직하게는, CID(28)의 작동을 위한 게이지 압력 값 또는 범위, 및 배기 수단(56)의 작동을 위한 그러한 게이지 압력 값 또는 범위는 적어도 약  $2 \text{ kg/cm}^2$ 의 압력 차만큼, 더욱 바람직하게는 적어도 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  압력 차만큼, 더욱 더 바람직하게는 적어도 약  $6 \text{ kg/cm}^2$  압력 차, 예컨대 약  $7 \text{ kg/cm}^2$  압력 차만큼 상이하다.

[0039] CID(28)의 제 1 전도성 부재(30), 제 2 전도성 부재(32) 및 말단 부재(40)는 배터리에 대해 당업계에 공지된 임의의 적합한 전도성 물질로 제조될 수 있다. 적합한 물질의 예에는 알루미늄, 니켈 및 구리, 바람직하게는 알루미늄이 포함된다. 하나의 특정한 구체예에서, 배터리 캔(21)(예를 들어, 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)), 제 1 전도성 부재, 및 제 2 전도성 부재(32)는 실질적으로 동일한 금속으로 제조된다. 본원에 사용된 용어 "실질적으로 동일한 금속"은 주어진 전압, 예를 들어 배터리의 작동 전압에서 실질적으로 동일한 화학적 및 전기화학적 안정성을 갖는 금속을 의미한다. 더욱 바람직하게는, 배터리 캔(21), 제 1 전도성 부재(30) 및 제 2 전도성 부재(32)는 동일한 금속, 예컨대 알루미늄(예를 들어, 알루미늄 3003 시리즈, 예컨대 알루미늄 3003 H-14 시리즈 및/또는 알루미늄 3003 H-0 시리즈)으로 제조된다.

[0040] CID(28)는 당업계, 예를 들어 WO 2008/002487호 및 미국 출원 번호 60/936,825호(이 둘의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함됨)에 공지된 임의의 적합한 방법에 의해 제조될 수 있다. CID(28)의 배터리 캔(21)으로의 부착은 당업계에 공지된 임의의 적합한 수단에 의해 수행될 수 있다. 하나의 특정한 구체예에서, CID(28)는 용접에 의해, 더욱 바람직하게는 제 1 전도성 부재(30)의 말단 부재(40)(또는 덮개(24) 자체) 상으로의 용접에 의

해 배터리 캔(21)에 부착된다.

[0041] 전지 케이싱(22)은 배터리, 예컨대 본 발명의 리튬-이온 배터리의 주어진 전압에서 본질적으로 전기적으로 및 화학적으로 안정한 임의의 적합한 전기 전도성 물질로 제조될 수 있다. 전지 케이싱(22)의 적합한 물질의 예에는 금속성 물질, 예컨대 알루미늄, 니켈, 구리, 강철, 니켈 도금된 철, 스테인레스 강철 및 이들의 조합물이 포함된다. 하나의 특정한 구체예에서, 전지 케이싱(22)은 알루미늄이거나 이를 포함한다.

[0042] 덮개(24)의 적합한 물질의 예는 전지 케이싱(22)에 대해 나열된 것들과 동일하다. 하나의 특정한 구체예에서, 덮개(24)는 전지 케이싱(22)과 동일한 물질로 제조된다. 다른 특정한 구체예에서, 전지 케이싱(22) 및 덮개(24) 둘 모두는 알루미늄으로 형성되거나 이를 포함한다.

[0043] 덮개(24)는 당업계에 공지된 임의의 적합한 방법(예를 들어, 용접, 크립핑 등)에 의해 전지 케이싱(22)을 기밀 밀봉할 수 있다. 하나의 특정한 구체예에서, 덮개(24) 및 전지 케이싱(22)은 서로 용접된다. 다른 특정한 구체예에서, 덮개(24)와 전지 케이싱(22) 사이의 게이지 압력이 약  $20 \text{ kg/cm}^2$ 을 초과하는 경우에 덮개(24)와 전지 케이싱(22)을 연결시키는 용접부는 파괴된다.

[0044] 도 1 및 3으로 다시 돌아가서, 몇몇의 바람직한 구체예에서, 전지 케이싱(22)은 필요한 경우(예를 들어, 내부 게이지 압력이 약  $10 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $20 \text{ kg/cm}^2$ , 예컨대 약  $12 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $20 \text{ kg/cm}^2$ , 또는 약  $10 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $18 \text{ kg/cm}^2$ 의 범위 내에 있는 경우)에 내부 가스상 종을 배기시키기 위한 수단으로서 하나 이상의 배기 수단(56)을 포함한다. 임의의 적합한 유형의 배기 수단은, 이 수단이 정상적인 배터리 작동 조건에서 기밀 밀봉을 제공하는 한, 사용될 수 있음이 이해되어야 한다. 배기 수단으로 적합한 다양한 예가 2005년 9월 16일자로 출원된 미국 가 출원 60/717,898호에 기재되어 있으며, 상기 가출원의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함되어 있다.

[0045] 배기 수단의 특정한 예에는 배기 스코어(vent score)가 포함된다. 본원에 사용된 용어 "스코어"는 전지 압력 및 임의의 내부 전지 부재들이 규정된 내부 압력에서 방출될 수 있도록 설계되는, 전지 케이싱, 예컨대 전지 케이싱(104) 부분의 부분적인 새김자국(incision)을 의미한다. 바람직하게는, 배기 수단(112)은 배기 스코어, 더욱 바람직하게는 사용자/또는 이웃하는 전지로부터 방향적으로 멀리 위치한 배기 스코어이다. 하나 초과의 배기 스코어가 본 발명에 사용될 수 있다. 몇몇의 구체예에서, 폐던화된 배기 스코어가 사용될 수 있다. 배기 스코어는 전지 케이싱의 형태를 만드는 중에 전지 케이싱 재료의 주 신장(또는 연신) 방향에 대해 평행, 수직, 직교할 수 있다. 또한 깊이, 형태 및 길이(사이즈)와 같은 배기 스코어 특성도 또한 고려된다.

[0046] 본 발명의 배터리는 제 1 단자 또는 제 2 단자와 전기적으로 소통되는, 바람직하게는 제 1 단자와 전기적으로 소통되는 양의 열계수 층(PTC)을 추가로 포함할 수 있다. 적합한 PTC 물질은 당업계에 공지된 것들이다. 일반적으로, 적합한 PTC 물질은 전류가 과도한 설계 문턱값에 노출되는 경우에, 이의 전기 전도율은 온도가 증가함에 따라 여러 차수(예를 들어,  $10^4$  내지  $10^6$  또는 그 초과)까지 감소하는 그러한 것들이다. 일단 전류가 적합한 문턱값 아래로 감소되면, 일반적으로 PTC 물질은 실질적으로 초기 전기 저항율로 돌아간다. 하나의 적합한 구체예에서, PTC 물질은 다결정성 세라믹 내에 소량의 반도체 물질, 또는 그 내에 탄소 입자(grain)가 매립된 플라스틱 또는 폴리머 슬라이스를 포함한다. PTC 물질의 온도가 임계점에 도달하면, 반도체 물질, 또는 탄소 입자가 매립된 플라스틱 또는 폴리머는 전기 흐름에 대한 배리어를 형성하고, 전기저항이 급격하게 증가되게 한다. 전기 저항이 급격하게 증가하는 온도는 당업계에 공지되어 있듯이, PTC 물질의 조성을 조정함으로써 가변될 수 있다. PTC 물질의 "작동 온도"는 PTC가 이의 최고 및 최저 전기 저항 사이에서 약 절반의 전기 저항율을 나타내는 온도이다. 바람직하게는, 본 발명에 사용된 PTC 층의 작동 온도는 약  $70^\circ\text{C}$  내지 약  $150^\circ\text{C}$ 이다.

[0047] 특정 PTC 물질의 예에는 소량의 바륨 티타네이트( $\text{BaTiO}_3$ )를 함유하는 다결정성 세라믹, 및 내부에 매립된 탄소 입자를 포함하는 폴리올레핀이 포함된다. 2개의 전도성 금속 층 사이에서 샌드위치된 PTC 층을 포함하는 시판되는 PTC 라미네이트의 예에는 레이켐 코포레이션(Raychem Co.) 제품인 LTP 및 LR4 시리즈가 포함된다. 일반적으로, PTC 층의 두께는 약  $50 \mu\text{m}$  내지 약  $300 \mu\text{m}$ 의 범위 내이다.

[0048] 바람직하게는, PTC 층은 전기 전도성 표면을 포함하며, 이의 전체 면적은 배터리(10 또는 50)의 바닥 또는 덮개(24)의 전체 표면적의 적어도 약 25% 또는 적어도 약 50%(예를 들어, 약 48% 또는 약 56%)이다. PTC 층의 전기 전도성 표면의 전체 표면적은 배터리(10 또는 50)의 바닥 또는 덮개(24)의 전체 표면적의 적어도 약 56%일 수 있다. 배터리(10 또는 50)의 덮개(24)의 전체 표면적의 100% 이하가 PTC 층의 전기 전도성 표면에 의해 점유될 수 있다. 다르게는, 배터리(10 또는 50) 바닥의 전체 또는 일부가 PTC 층의 전기 전도성 표면에 의해 점유될 수 있다.

- [0049] PTC 층은 배터리 캔의 외부에, 예를 들어, 배터리 캔의 덮개(예를 들어, 도 1 및 3의 덮개(24)) 위에 배치될 수 있다.
- [0050] 하나의 특정한 구체예에서, PTC 층은 제 1 전도성 층과 제 2 전도성 층 사이에 위치하고, 제 2 전도성 층의 적어도 일부는 제 1 단자의 하나 이상의 부재이거나, 제 1 단자에 전기적으로 연결된다. 다른 특정한 구체예에서, 제 1 전도성 층은 피드-쓰루 장치로 연결된다. 제 1 전도성 층과 제 2 전도성 층 사이에 샌드위치된 그러한 PTC 층의 적합한 예는 WO 2007/149102호에 기재되어 있고, 상기 출원서의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함된다.
- [0051] 몇몇의 특정한 구체예에서, 본 발명의 배터리는 전지 케이싱(22) 및 덮개(24)를 포함하는 배터리 캔(21); 배터리의 제 1 또는 제 2 전극 중 어느 하나와 전기적으로 소통되는 하나 이상의 CID, 예컨대 상기 CID(28); 및 전지 케이싱(22)에 대한 하나 이상의 배기 수단(56)을 포함한다. 상기한 바와 같이, 배터리 캔(21)은 배터리의 제 1 전극과 전기적으로 소통되는 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된다. 배터리 캔(21)의 적어도 일부는 배터리의 제 2 전극과 전기적으로 소통되는 제 2 단자의 적어도 하나의 부재이다. 덮개(24)가, 용접된 덮개가 약  $20 \text{ kg/cm}^2$  초과의 내부 게이지 압력에서 전지 케이싱(22)으로부터 분리되도록 전지 케이싱(22) 상에 용접된다. CID는 바람직하게는 용접에 의해, 서로 전기적으로 소통되는 제 1 전도성 부재(예를 들어, 제 1 전도성 부재(30)) 및 제 2 전도성 부재(예를 들어, 제 2 전도성 부재(32))를 포함한다. 이러한 전기적 소통은 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $10 \text{ kg/cm}^2$ (예를 들어, 약  $5 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $9 \text{ kg/cm}^2$ , 또는 약  $7 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $9 \text{ kg/cm}^2$ )의 내부 게이지 압력에서 차단된다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 전도성 부재는 용접부가 소정 게이지 압력에서 파괴되도록 서로 용접, 예를 들어 레이저 용접된다. 하나 이상의 배기 수단(56)이, 내부 게이지 압력이 약  $10 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $20 \text{ kg/cm}^2$  또는 약  $12 \text{ kg/cm}^2$  내지 약  $20 \text{ kg/cm}^2$ 의 범위 내에 있는 경우 내부 가스 종을 배기시키도록 형성된다. 상기한 바와 같이, CID(28)를 작동시키는데 적합한 게이지 압력 값 또는 하위 범위들, 및 배기 수단(56)을 작동시키기 위한 그러한 압력 값 또는 하위 범위들은, 선택된 압력 값 또는 하위 범위들이 중복되지 않도록 소정 게이지 압력 범위 중에서 선택됨이 주목된다. 전형적으로, CID(28)를 작동시키기 위한 게이지 압력 값 또는 범위, 및 배기 수단(56)을 작동시키기 위한 게이지 압력 값 또는 범위들은 적어도 약  $2 \text{ kg/cm}^2$  압력 차만큼, 더욱 전형적으로는 적어도 약  $4 \text{ kg/cm}^2$  압력 차만큼, 더욱 더 바람직하게는 적어도 약  $6 \text{ kg/cm}^2$ , 예컨대 약  $7 \text{ kg/cm}^2$  압력 차만큼 차이난다. 또한, 전지 케이싱(22)으로부터 용접된 덮개(24)의 파괴에 적합한 게이지 압력 값 또는 하위 범위들, 및 배기 수단(56)을 작동시키기에 적합한 그러한 압력 값 또는 하위 범위들은, 선택된 압력 값 또는 하위 범위들이 중복되지 않게 하는 소정 게이지 압력 범위들로부터 선택된다.
- [0052] 일반적으로, 본 발명의 배터리는 재충전가능하다. 특정한 하나의 구체예에서, 본 발명의 배터리는 재충전가능한 리튬-이온 배터리이다.
- [0053] 특정한 하나의 구체예에서, 본 발명의 배터리, 예컨대 리튬-이온 배터리는 정상 작업 조건 하에서 약  $2 \text{ kg/cm}^2$  이하의 내부 게이지 압력을 갖는다. 그러한 본 발명의 배터리에서, 활성 전극 물질은 배터리 캔의 기밀 밀봉전에 먼저 활성화될 수 있다.
- [0054] 본 발명의 배터리(또는 전지)는 원통형(예를 들어, 26650, 18650 또는 14500 구성) 또는 각형(적층형 또는 권축형, 예를 들어, 183665 또는 103450 구성)일 수 있다. 바람직하게는, 이들은 각형이고, 더욱 바람직하게는 직사각형의 각형이다. 본 발명이 모든 유형의 각형 전지 케이싱을 사용할 수 있지만, 직사각형 전지 케이싱이 하기한 2가지 특성으로 인해 부분적으로 바람직하다.
- [0055] 직사각형, 예컨대 183665형 요소와 같은 직사각형 형태의 이용가능한 내부 체적은, 동일한 외부 체적의 스택과 비교하여, 2개의 18650 전지의 체적보다 더 크다. 배터리 팩 내로 조립되는 경우, 직사각형 전지는 배터리 팩에 의해 점유되는 공간 이상을 충분히 사용한다. 이에 의해 현재 산업에서 확인되는 것에 비교하여 전지 성능을 희생시키지 않고 중요한 성능 특성을 증가시킬 수 있는 내부 전지 부재에 새로운 설계상의 변형이 가능해진다. 이용가능한 체적이 더욱 커짐으로 해서, 누구든지 더욱 얇은 전극을 사용하도록 선택할 수 있고, 이 전극은 비교적 더 큰 주기 수명과 더 높은 속도 성능(rate capability)을 갖는다. 뿐만 아니라, 직사각형 캔은 더 큰 가요성을 갖는다. 예를 들어, 직사각형은 원통형 캔보다 허리 지점에서 더욱 유연할 수 있으며, 상기 원통형 캔은 충전 시 적층 압력이 증가함에 따라 덜한 가요성을 허용한다. 가요성이 증가되면 전극에 대한 기계적 피로도가 감소하는데, 이는 차례로 더 높은 주기 수명을 야기한다. 또한, 배터리에서 격리판 내 다공(pore) 막힘은 비교적 낮은 적층 압력을 이용함으로써 개선될 수 있다.
- [0056] 비교적 더 높은 안전성을 허용하는 특히 바람직한 특성은, 각형 배터리와 비교하여 직사각형 배터리에 대해 얻어질 수 있다. 직사각형은 젤리 롤에 맞춤 결합(snug fit)을 제공하며, 이는 배터리에 필요한 전해질의 양을

최소화시킨다. 이러한 전해질의 비교적 적은 양은 남용 시나리오 동안에 반응성 물질이 덜 이용가능하게 하며 그에 따라 안전성을 증가시킨다. 더욱이, 더욱 적은 양의 전해질의 사용 때문에 비용도 더 줄어든다. 단면이 직사각형인, 적층된 전극 구조를 갖는 각형 캔의 경우에, 불필요한 전해질 없이 본질적으로 전체 체적 이용이 가능하지만, 이러한 유형의 캔 설계는 더욱 어렵고 그에 따라 제작의 견지에서 더욱 많은 비용이 들게 된다.

[0057] 다시 도 4로 돌아가서, 본 발명의 몇몇의 구체예에서, 본 발명의 복수개의 리튬 이온 배터리(예를 들어, 2 내지 5개의 전지)가 배터리 팩으로 연결될 수 있고, 이 배터리 팩에서 각각의 배터리(전지)가 직렬, 병렬, 또는 직렬 및 병렬로 서로 연결된다. 본 발명의 몇몇의 배터리 팩에서, 배터리 사이에서의 병렬 연결은 없다.

[0058] 바람직하게는, 하나 이상의 전지는 각형 전지 케이싱, 및 더욱 바람직하게는 도 1에 도시된 것과 같은 직사각형 전지 케이싱을 갖는다. 바람직하게는, 배터리 팩 내에서 전지의 용량은 전형적으로 약 3.0 Ah 이상, 더욱 바람직하게는 약 4.0 Ah 이상이다. 전지의 내부 임피던스는 바람직하게는 약 50 밀리-옴 미만, 및 더욱 바람직하게는 30 밀리-옴 미만이다.

[0059] 본 발명은 또한 상기한 바와 같은 배터리, 예컨대 재충전가능한 리튬-이온 배터리를 제작하는 방법을 포함한다. 상기 방법은 배터리 부재로서 절연체를 형성시키는 것을 포함한다. 절연체의 구체적인 특징을 포함하는 특성들은 상술되어 있다.

[0060] 양극 및 음극, 및 본 발명의 리튬-이온 배터리(또는 전지)의 전해질은 당업계에 공지된 적합한 방법으로 형성될 수 있다.

[0061] 음극에 대한 적합한 음극 활성 물질의 예에는, 리튬이 그 물질 내에 또는 그 물질로부터 도핑되거나 도핑되지 않게 하는 임의의 물질이 포함된다. 그러한 물질의 예에는 탄소질 물질, 예를 들어 비-흑연 탄소, 인조 탄소, 인조 흑연, 천연 흑연, 열분해 탄소, 코크스, 예컨대 퍼치 코크스, 침상 코크스, 석유 코크스, 흑연, 유리 탄소, 또는 폐불 수지, 푸란 수지, 또는 유사한 탄소 섬유 및 활성탄을 탄소화시켜서 얻은 열-처리된 유기 폴리머 화합물이 포함된다. 또한, 금속성 리튬, 리튬 합금, 및 이의 합금 또는 화합물이 음극 활성 물질로 사용 가능하다. 특히, 리튬을 사용하여 합금 또는 화합물을 형성하도록 허용된 금속 원소 또는 반도체 원소는 이들로 제한되는 것은 아니지만 실리콘 또는 주석과 같은 제 IV족 금속 원소 또는 반도체 원소일 수 있다. 리튬을 비교적 기본적인 전위에서 옥사이드 내에서 또는 이로부터 밖으로 도핑시키거나 도핑시키지 않게 하는 옥사이드, 예컨대 철 옥사이드, 류테늄 옥사이드, 몰리브데늄 옥사이드, 텅스텐 옥사이드, 티타늄 옥사이드, 및 주석 옥사이드, 및 유사하게 니트라이드가 음극 활성 물질로 사용가능하다. 하나의 특정한 구체예에서, 전이 금속, 예컨대 코발트 또는 철/니켈로 임의로 도핑된 비결정형 주석이 본 발명에 사용된다.

[0062] 양극에 적합한 양극 활성 물질에는 당업계에 공지된 임의의 물질, 예를 들어 리튬 니켈레이트, 리튬 코발테이트, 감람석(olivine) 유형 화합물 및 망가네이트 첨정석 화합물, 및 이들의 혼합물이 포함된다. 적합한 양극 활성 물질의 다양한 예가 WO 2006/071972호, WO 2008/002486호, 및 2008년 4월 24일자로 출원된 미국 가 출원 번호 61/125,285호에서 확인될 수 있으며, 상기 출원서의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함된다.

[0063] 하나의 특정한 구체예에서, 본 발명의 양극에 대한 양극 활성 물질에는 리튬 코발테이트, 예컨대  $Li_{(1+x_8)}CoO_{28}$ 이 포함된다. 더욱 구체적으로, 약 60 내지 90중량%(예를 들어, 약 80중량%)의 리튬 코발테이트, 예컨대  $Li_{(1+x_8)}CoO_{28}$ , 및 약 40 내지 10중량%(예를 들어, 약 20중량%)의 망가네이트 첨정석, 예컨대  $Li_{(1+x_1)}Mn_2O_{21}$ 이 본 발명에 사용된다. 상기 값  $x_1$ 은 0 이상 및 0.3 이하(예를 들어,  $0.05 \leq x_1 \leq 0.2$ , 또는  $0.05 \leq x_1 \leq 0.15$ )이다. 값  $z_1$ 은 3.9 이상 및 4.2 이상이다. 상기 값  $x_8$ 은 0 이상이고 0.2 이하이다. 상기 값  $z_8$ 은 1.9 이상이고 2.1 이상이다.

[0064] 다른 특정한 구체예에서, 본 발명의 양극 활성 물질에는 리튬 코발테이트, 예컨대  $Li_{(1+x_8)}CoO_{28}$ , 및 실험식  $Li_{(1+x_1)}(Mn_{1-y_1}A'_{y_2})_{2-x_2}O_{21}$ 로 표시되는 망가네이트 첨정석을 포함하는 혼합물이 포함된다. 상기 값  $x_1$  및  $x_2$ 는 각각 독립적으로 0.01 이상 및 0.3 이하이다. 상기 값  $y_1$  및  $y_2$ 는 각각 독립적으로 0.0 이상 및 0.3 이하이다. 상기 값  $z_1$ 은 3.9 이상 및 4.2 이하이다.  $A'$ 는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크로뮴으로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이다. 더욱 구체적으로는, 리튬 코발테이트 및 망가네이트 첨정석은 약 0.95:0.05 내지 약 0.6:0.4의 리튬 코발테이트:망가네이트 첨정석의 중량비를 갖는다. 다르게는, 리튬 코발테이트 및 망가네이트 첨정석은 약 0.90:0.10 내지 약 0.75:0.25의 리튬 코발테이트:망가네이트 첨정석의 중량비를 갖는다.

[0065] 더욱 다른 특정한 구체예에서, 본 발명의 양극-활성 물질은 100%의 리튬 코발테이트, 예컨대  $Li_{(1+x_8)}CoO_{28}$ 을 포함

하는 혼합물을 포함한다.

[0066] 더욱 다른 특정한 구체예에서, 본 발명의 양극-활성 물질은, a) 리튬 코발테이트; b) 리튬 니켈레이트; c) 실험식  $Li_{(1+x1)}(Mn_{1-y1}A'y_{2-x2}O_{z1})$ 로 표시되는 망가네이트 첨정석; d) 실험식  $Li_{(1+x1)}Mn_2O_{z1}$  또는  $Li_{(1+x9)}Mn_{2-y9}O_{z4}$ 로 표시되는 망가네이트 첨정석; 및 e) 실험식  $Li_{(1-x10)}A''_xMPO_4$ 로 표시되는 감람석 화합물로 구성되는 군으로부터 선택된 하나 이상의 리튬 옥사이드를 포함한다. 상기  $x1$ ,  $z1$ ,  $x9$  및  $y9$ 의 값은 상술되어 있다. 상기 값  $x2$ 는 0.01 이상 및 0.3 이하이다. 상기 값  $y1$  및  $y2$ 는 각각 독립적으로 0.0 이상 및 0.3 이하이다.  $A'$ 는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크롬으로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이다. 상기 값  $x10$ 은 0.05 이상 및 0.2 이하이거나, 상기 값  $x10$ 은 0.0 이상 내지 0.1 이하이다.  $M$ 은 철, 망간, 코발트 및 마그네슘으로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이다.  $A''$ 는 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 니켈 및 니오븀으로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이다.

[0067] 본 발명에 사용될 수 있는 리튬 니켈레이트에는  $Li$  원자 또는  $Ni$  원자, 또는 이둘 모두의 하나 이상의 개질체를 포함한다. 본원에 사용된 "개질체"는  $LiNiO_2$ 의 결정 구조 중에서  $Li$  원자 또는  $Ni$  원자, 또는 이둘 모두의 자리를 점유하는 치환체 원자를 의미한다. 하나의 구체예에서, 리튬 니켈레이트는  $Li$  원자의 단 하나의 개질체, 또는 이 원자의 치환체("Li 개질체")를 포함한다. 다른 구체예에서, 리튬 니켈레이트는  $Ni$  원자의 단 하나의 개질체, 또는 이 원자의 치환체("Ni 개질체")를 포함한다. 더욱 다른 구체예에서, 리튬 니켈레이트는 둘 모두의  $Li$  및  $Ni$  개질체를 포함한다.  $Li$  개질체의 예에는 바륨(Ba), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 및 스트론튬(Sr)이 포함된다.  $Ni$  개질체의 예에는  $Li$ 에 대한 그러한 개질체가 포함되며, 추가로 알루미늄(Al), 망간(Mn) 및 봉소(B)가 포함된다.  $Ni$  개질체의 다른 예에는 코발트(Co) 및 티타늄(Ti)이 포함된다. 바람직하게는, 리튬 니켈레이트는  $LiCoO_2$ 로 코팅된다. 상기 코팅은 예를 들어 기울기 코팅, 또는 점-방식(spot-wise) 코팅일 수 있다.

[0068] 본 발명에 사용될 수 있는 리튬 니켈레이트의 하나의 구체적인 유형은 실험식  $Li_{x3}Ni_{1-z3}M'z_3O_2$ 로 표시되는데, 상기 식에서  $0.05 < x3 < 1.2$ 이고  $0 < z3 < 0.5$ 이고,  $M'$ 는 Co, Mn, Al, B, Ti, Mg, Ca 및 Sr로 구성되는 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소이다. 바람직하게는,  $M'$ 는 Mn, Al, B, Ti, Mg, Ca 및 Sr로 구성되는 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소이다.

[0069] 본 발명에 사용될 수 있는 리튬 니켈레이트의 다른 구체적인 유형은 실험식  $Li_{x4}A^{*}_{x5}Ni_{(1-y4-z4)}Co_{y4}Q_{z4}O_a$ 로 표시되는데, 상기 식에서  $x4$ 는 약 0.1 이상 및 약 1.3 이하이고;  $x5$ 는 0.0 이상 및 약 0.2 이하이고;  $y4$ 는 0.0 이상 및 약 0.2 이하이고;  $z4$ 는 0.0 이상 내지 약 0.2 이하이고;  $a$ 는 약 1.5 초과 및 약 2.1 미만이고;  $A^{*}$ 는 바륨(Ba), 마그네슘(Mg) 및 칼슘(Ca)으로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이고;  $Q$ 는 알루미늄(Al), 망간(Mn) 및 봉소(B)로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이다. 바람직하게는,  $y4$ 는 0 초과이다. 하나의 바람직한 구체예에서,  $x5$ 는 0이고,  $z4$ 는 0.0 초과 및 약 0.2 이하이다. 다른 구체예에서,  $z$ 는 0이고,  $x5$ 는 0.0 초과 및 약 0.2 이하이다. 더욱 다른 구체예에서,  $x5$  및  $z4$ 는 각각 독립적으로 0.0 초과 및 약 0.2 이하이다. 더욱 다른 구체예에서,  $x5$ ,  $y4$  및  $z4$ 는 각각 독립적으로 0.0 초과 및 약 0.2 이하인 리튬 니켈레이트의 다양한 예는 미국 특허 번호 6,855,461호 및 6,921,609호(이들의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함되어 있다)에서 확인될 수 있다.

[0070] 리튬 니켈레이트의 특정 예는  $LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$ 이다. 바람직한 특정 예는  $LiCoO_2$ -코팅된  $LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$ 이다. 점-방식으로 코팅된 캐소드,  $LiCoO_2$ 는 니켈레이트 코어 입자를 완전히 코팅하지 않는다.  $LiCoO_2$ 로 코팅된  $LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$ 의 조성은  $Ni:Co:Al$ 에서의 0.8:0.15:0.05 중량비로부터 조성면에서 자연적으로 약간 이탈될 수 있다. 상기 이탈은  $Ni$ 에 대해서는 약 10 내지 15%,  $Co$ 에 대해서는 5 내지 10% 및  $Al$ 에 대해서는 2 내지 4% 범위일 수 있다. 리튬 니켈레이트의 다른 특정한 예는  $Li_{0.97}Mg_{0.03}Ni_{0.9}Co_{0.1}O_2$ 이다. 바람직한 특정한 예는  $LiCoO_2$ -코팅된  $Li_{0.97}Mg_{0.03}Ni_{0.9}Co_{0.1}O_2$ 이다.  $LiCoO_2$ 로 코팅된  $Li_{0.97}Mg_{0.03}Ni_{0.9}Co_{0.1}O_2$ 의 조성은  $Mg:Ni:Co$ 에서의 0.03:0.9:0.1 중량비로부터 조성면에서 약간 이탈될 수 있다. 상기 이탈은  $Mg$ 에 대해서는 약 2 내지 4%,  $Ni$ 에 대해서는 약 10 내지 15%,  $Co$ 에 대해서는 5 내지 10% 범위일 수 있다. 본 발명에 사용될 수 있는 다른 바람직한 니켈레이트는  $Li(Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3})O_2$ 이며, 이는 또한 "333-유형 니켈레이트"로 불린다. 이 333-유형 니켈레이트는 임의로 상술된  $LiCoO_2$ 로 코팅될 수 있다.

[0071] 본 발명에 사용될 수 있는 리튬 코발테이트의 적합한 예에는  $Li$  또는  $Co$  원자의 하나 이상에 의해 개질되는

$\text{Li}_{1+x_8}\text{CoO}_2$ 가 포함된다. Li 개질제의 예는 리튬 니켈레이트의 Li에 대해 상술되어 있다. Co 개질제의 예에는 Li 및 알루미늄(Al), 망간(Mn) 및 붕소(B)에 대한 개질제가 포함된다. 다른 예에는 니켈(Ni) 및 티타늄(Ti)이 포함되고, 특히 실험식  $\text{Li}_{x_6}\text{M}'_{y_6}\text{Co}_{(1-z_6)}\text{M}''_{z_6}\text{O}_2$ (상기 식에서,  $x_6$ 은 0.05 초과 및 1.2 미만이고;  $y_6$ 은 0 초과 및 0.1 미만이고;  $z_6$ 은 0.05 이상 및 1.2 미만이고;  $\text{M}'$ 는 마그네슘(Mg) 및 나트륨(Na) 중 하나 이상의 성분이고;  $\text{M}''$ 는 망간(Mn), 알루미늄(Al), 붕소(B), 티타늄(Ti), 망간(Mg), 칼슘(Ca) 및 스트론튬(Sr)로 구성되는 군의 하나 이상의 성분이다)로 표시되는 리튬 코발테이트가 본 발명에 사용될 수 있다. 본 발명에 사용될 수 있는 리튬 코발테이트의 다른 예는 개질되지 않은  $\text{Li}_{1+x_8}\text{CoO}_2$ , 예컨대  $\text{LiCoO}_2$ 이다. 하나의 특정한 구체예에서, Mg으로 도핑되고/되거나 굴절성 옥사이드 또는 포스페이트, 예컨대  $\text{ZrO}_2$  또는  $\text{Al}(\text{PO})_4$ 로 코팅된 리튬 코발테이트(예를 들어,  $\text{LiCoO}_2$ )가 사용될 수 있다.

[0072] 사용된 리튬 옥사이드 화합물이 구형과 유사한 형태를 갖는 것이 특히 바람직한데, 그 이유는 이에 의해 패킹 및 다른 생산 관련된 특성이 개선되는 것으로 여겨지기 때문이다.

[0073] 바람직하게는, 리튬 코발테이트 및 리튬 니켈레이트 각각의 결정 구조는 독립적으로  $\text{R}-3\text{m}$  유형의 공간 그룹(비틀어진 능면체를 포함하는 능면체)이다. 다른데는, 리튬 니켈레이트의 결정 구조는 단사정계 공간 그룹(예를 들어,  $\text{P}2/\text{m}$  또는  $\text{C}2/\text{m}$ )일 수 있다.  $\text{R}-3\text{m}$  유형 공간 그룹에서, 리튬 이온은 "3a" 자리( $x = 0$ ,  $y = 0$  및  $z = 0$ )를 점유하며, 전이 금속 이온(즉, 리튬 니켈레이트에서는 Ni, 및 리튬 코발테이트에서는 Co)은 "3b" 자리 ( $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $z = 0.5$ )를 점유한다. 산소는 "6a" 자리( $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $z = z_0$ , 여기서  $z_0$ 은 개질제를 포함하는 금속 이온의 특성에 따라 가변된다)에 위치한다.

[0074] 본 발명에 사용하기에 적합한 감람석 화합물의 예는 일반적으로 일반식  $\text{Li}_{1-x_2}\text{A}''_{x_2}\text{MPO}_4$ 로 표시되는데, 상기 식에서  $x_2$ 는 0.05 이상이거나  $x_2$ 는 0.0 이상 및 0.1 이상이고;  $\text{M}$ 은 Fe, Mn, Co, 또는 Mg로 구성되는 군으로부터 선택된 하나 이상의 원소이고;  $\text{A}''$ 는 Na, Mg, Ca, K, Ni, Nb로 구성되는 군으로부터 선택된다. 바람직하게는,  $\text{M}$ 은 Fe 또는 Mn이다. 더욱 바람직하게는,  $\text{LiFePO}_4$  또는  $\text{LiMnPO}_4$  또는 이 둘 모두가 본 발명에 사용된다. 하나의 바람직한 구체예에서, 감람석 화합물은 비교적 높은 전기 전도성을 갖는 물질, 예컨대 탄소로 코팅된다. 더욱 바람직한 하나의 구체예에서, 탄소-코팅된  $\text{LiFePO}_4$  또는 탄소-코팅된  $\text{LiMnPO}_4$ 가 본 발명에 사용된다.  $\text{M}$ 이 Fe 또는 Mn인 감람석 화합물의 다양한 예는 미국 특허 번호 5,910,382호(이의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함된다)에서 확인될 수 있다.

[0075] 감람석 화합물은 전형적으로 충전/방전 시에 결정 구조에서 작은 변화를 나타내는데, 이것은 일반적으로 주기 특성의 측면에서 감람석 화합물을 우월하게 만든다. 또한, 심지어 배터리가 고온 환경에 노출되는 경우에도 안전성이 대체로 높다. 감람석 화합물(예를 들어,  $\text{LiFePO}_4$  및  $\text{LiMnPO}_4$ )의 다른 이점은 이들의 가격이 비교적 싸다는 것이다.

[0076] 망가네이트 첨정석 화합물은 망간 베이스, 예컨대  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 를 갖는다. 망가네이트 첨정석 화합물이 전형적으로 비교적 낮은 비용량(specific capacity)(예를 들어, 약 110 내지 115 mAh/g 범위 내)을 갖는다 하더라도, 이들은 전극 내로 배합되는 경우에 비교적 높은 전력 전달력(power delivery)을 나타내며, 더욱 높은 온도에서 화학 반응성의 측면에서 전형적으로 안전하다. 망가네이트 첨정석 화합물의 다른 이점은 이들의 가격이 비교적 싸다는 것이다.

[0077] 본 발명에 사용될 수 있는 망가네이트 첨정석 화합물의 한 유형은 실험식  $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 로 표시되는데, 상기 식에서  $\text{A}'$ 는 Mg, Al, Co, Ni 및 Cr 중 하나 이상이고;  $x_1$  및  $x_2$ 는 각각 독립적으로 0.01 이상 및 0.3 이하이고;  $y_1$  및  $y_2$ 는 각각 독립적으로 0.0 이상 및 0.3 이하이고;  $z_1$ 은 3.9 이상 및 4.1 이하이다. 바람직하게는,  $\text{A}'$ 는  $\text{M}^{3+}$  이온, 예컨대  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{3+}$  및  $\text{Cr}^{3+}$ , 더욱 바람직하게는  $\text{Al}^{3+}$ 를 포함한다.  $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 의 망가네이트 첨정석 화합물은  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 와 비교하여 향상된 주기성(cyclability) 및 전력을 지닐 수 있다. 본 발명에 사용될 수 있는 망가네이트 첨정석 화합물의 다른 유형은 실험식  $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ 로 표시되며, 상기 식에서  $x_1$  및  $z_1$ 은 각각 독립적으로 상기한 바와 동일하다. 다른데는, 본 발명의 망가네이트 첨정석은 실험식  $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{2-y_9}\text{O}_{z_9}$ 로 표시되는 화합물을 포함하는데, 상기 식에서  $x_9$  및  $y_9$ 는 각각 독립적으로 0.00 이상 및 0.3 이하(예를 들어,  $0.05 \leq x_9, y_9 \leq 0.15$ )이고;  $z_9$ 는 3.9 이상 및 4.2 이하이다. 본 발명에 사용될 수 있는 망가네이트 첨정석의 특정 예에는  $\text{LiMn}_{1.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_4$ ,  $\text{Li}_{1+x_1}\text{Mn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Li}_{1+x_7}\text{Mn}_{2-y_7}\text{O}_4$ , 및 Al 및 Mg 개질제를 이용한 이의 변

이체가 포함된다. 유형  $Li_{(1+x_1)}(Mn_{1-y_1}A'_{y_2})_{2-x_2}O_{z_1}$ 의 망가네이트 첨정석 화합물의 다양한 예가 미국 특허 번호 4,366,215호; 5,196,270호 및 5,316,877호(이의 전체 교시내용은 본원에 참고로 포함되어 있다)에서 확인될 수 있다.

[0078] 본원에 기재된 적합한 캐소드 물질은, 이들이 혼입되는 리튬-이온 배터리의 제조 시에 나타나는 실험식으로 특성결정됨이 주목된다. 그 후 이들의 구체적인 조성은 사용(예를 들어, 충전 및 방전) 중에 일어나는 전기화학적 반응에 따라 변화됨이 이해된다.

[0079] 적합한 비-수성 전해질의 예에는 비-수성 용매에 전해질 염을 용해시킴으로써 제조된 비-수성 전해질 용액, 고체 전해질(무기 전해질, 또는 전해질 염을 함유하는 폴리머 전해질), 및 폴리머 화합물 등에 전해질을 혼합 또는 용해시켜 제조한 고체 또는 젤-유사 전해질이 포함된다.

[0080] 비-수성 전해질 용액은 전형적으로, 무기 용매 중에 염을 용해시켜 제조된다. 상기 유기 용매에는 이 유형의 배터리에 일반적으로 사용된 임의의 적합한 유형이 포함될 수 있다. 그러한 유기 용매의 예에는 프로필렌 카르보네이트(PC), 에틸렌 카르보네이트(EC), 디에틸 카르보네이트(DEC), 디메틸 카르보네이트(DMC), 1,2-디메톡시에탄, 1,2-디에톡시에탄, γ-부티로락톤, 테트라하이드로푸란, 2-메틸 테트라하이드로푸란, 1,3-디옥솔란, 4-메틸-1,3-디옥솔란, 디에틸 에테르, 셀폴란, 메틸셀폴란, 아세토니트릴, 프로피오니트릴, 아니솔, 아세테이트, 부티레이트, 프로피오네이트 등이 포함된다. 고리형 카르보네이트, 예컨대 프로필렌 카르보네이트, 또는 사슬형 카르보네이트, 예컨대 디메틸 카르보네이트 및 디에틸 카르보네이트를 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 유기 용매는 단독으로 또는 둘 이상의 유형이 조합되어 사용될 수 있다.

[0081] 첨가제 또는 안정화제, 예컨대 VC(비닐 카르보네이트), VEC(비닐 에틸렌 카르보네이트), EV(에틸렌 아세테이트), TPP(트리페닐포스페이트), 포스파센스, 비페닐(BP), 시클로헥실벤젠(CHB), 2,2-디페닐프로판(DP), 리튬 비스(옥살라토)보레이트(LiBoB), 에틸렌 설페이트(ES) 및 프로필렌 설페이트가 전해질 중에 존재할 수 있다. 이러한 첨가제는 애노드 및 캐소드 안정화제, 난연제 또는 가스 방출제로 사용되며, 이에 의해 배터리가 형성, 주기 효율, 안전성 및 수명의 측면에서 더욱 우수한 성능을 갖게 될 수 있다.

[0082] 고체 전해질은 이 물질이 리튬-이온 전도성을 갖는 한, 무기 전해질, 폴리머 전해질 등을 포함할 수 있다. 무기 전해질은 예를 들어, 리튬 니트라이드, 리튬 요오다이드 등을 포함할 수 있다. 폴리머 전해질은 전해질 염, 및 전해질 염이 용해되는 폴리머 화합물로 구성된다. 폴리머 전해질에 대해 사용된 폴리머 화합물의 예에는 에테르 기재 폴리머, 예컨대 폴리에틸렌 옥사이드, 및 가교된 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리메타크릴레이트 에스테르 기재 폴리머, 아크릴레이트 기재 폴리머 등이 포함된다. 이들 폴리머는 단독으로, 또는 혼합물 형태 또는 두 종류 이상의 코폴리머 형태로 사용될 수 있다.

[0083] 젤 전해질의 매트릭스는 폴리머가 상술된 비-수성 전해질 용액을 흡수함으로써 젤화되는 한 임의의 폴리머일 수 있다. 젤 전해질에 대해 사용된 폴리머의 예에는 불화탄소 폴리머, 예컨대 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 폴리비닐리덴-코-헥사플루오로프로필렌(PVDF-HFP) 등이 포함된다.

[0084] 젤 전해질에 대해 사용된 폴리머의 예에는 또한 폴리아크릴로니트릴 및 폴리아크릴론니트릴의 코폴리머가 포함된다. 공중합을 위해 사용된 모노머(비닐 기재 모노머)의 예에는 비닐 아세테이트, 메틸 메타크릴레이트, 부틸 메타크릴레이트, 메틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 이타콘산, 수소첨가된 메틸 아크릴레이트, 수소첨가된 에틸 아크릴레이트, 아크릴아미드, 비닐 클로라이드, 비닐리덴 플루오라이드, 및 비닐리덴 클로라이드가 포함된다. 젤 전해질에 대해 사용된 폴리머의 예에는 아크릴로니트릴-부타디엔 코폴리머 고무, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 코폴리머 수지, 아크릴로니트릴-염소화된 폴리에틸렌-프로필렌디엔-스티렌 코폴리머 수지, 아크릴로니트릴-비닐 클로라이드 코폴리머 수지, 아크릴로니트릴-메타크릴레이트 수지, 및 아크릴로니트릴-아크릴레이트 코폴리머 수지가 추가로 포함된다.

[0085] 젤 전해질에 대해 사용된 폴리머의 예에는 에테르 기재의 폴리머, 예컨대 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리에틸렌 옥사이드의 코폴리머, 및 가교된 폴리에틸렌 옥사이드가 포함된다. 공중합을 위해 사용된 모노머의 예에는 폴리프로필렌 옥사이드, 메틸 메타크릴레이트, 부틸 메타크릴레이트, 메틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트가 포함된다.

[0086] 특히, 산화-환원 안정성의 측면에서, 불화탄소 폴리머가 젤 전해질의 매트릭스에 대해 바람직하게 사용된다.

[0087] 전해질에 사용된 전해질 염은 이러한 유형의 배터리에 적합한 임의의 전해질 염일 수 있다. 전해질 염의 예에는  $LiClO_4$ ,  $LiAsF_6$ ,  $LiPF_6$ ,  $LiBF_4$ ,  $LiB(C_6H_5)_4$ ,  $LiB(C_2O_4)_2$ ,  $CH_3SO_3Li$ ,  $CF_3SO_3Li$ ,  $LiCl$ ,  $LiBr$  등이 포함된다. 일반

적으로, 격리판은 배터리의 음극으로부터 양극을 분리시킨다. 상기 격리판은 이러한 유형의 비-수성 전해질 2차 전지의 격리판을 형성시키는데 일반적으로 사용된 임의의 막-유사 물질, 예를 들어 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 이를 두개의 충분리된 조합물로 제조된 미세다공성 폴리머 막을 포함할 수 있다. 또한, 고체 전해질 또는 젤 전해질이 배터리의 전해질로 사용되는 경우에, 격리판이 반드시 제공될 필요는 없다. 유리 섬유 또는 셀룰로오스 물질로 제조된 미세다공성 격리판은 특정 경우에 사용될 수도 있다. 격리판의 두께는 전형적으로 약 9 내지 약 25  $\mu\text{m}$ 이다.

[0088] 몇몇의 특정한 구체예에서, 본 발명의 배터리(또는 전지)의 양극은, 특정 비에서 캐소드 분말을 혼합시킴으로써 제조될 수 있다. 그 후 이러한 배합물의 약 90중량%가 전도성 제제로 약 5중량%의 아세틸렌 블랙, 및 결합제로서 약 5 중량%의 PVDF와 함께 혼합된다. 이 혼합물은 슬러리를 제조하도록, 용매인 N-메틸-2-피롤리돈(NMP) 중에 분산된다. 그 후 이 슬러리는 약 20  $\mu\text{m}$ 의 전형적인 두께로, 알루미늄 전류 집전자 호일(current collector foil)의 양 표면에 도포된 후에, 약 100 내지 150°C에서 건조된다. 그 후 건조된 전극은 룰 프레스에 의해 캘린더링되어 압축된 양극이 얻어진다. LiCoO<sub>2</sub>가 양극으로 단독으로 사용되는 경우, 약 94중량%의 LiCoO<sub>2</sub>, 약 3% 아세틸렌 블랙 및 약 3%의 PVDF를 포함하는 혼합물이 전형적으로 사용된다. 본 발명의 배터리(또는 전지)의 음극은 약 93중량%의 흑연을 음극 활성 물질로, 약 3중량%의 아세틸렌 블랙, 및 약 4중량%의 PVDF를 결합제로 혼합시킴으로써 제조될 수 있다. 상기 음극 혼합물은 또한 슬러리를 제조하도록, 용매인 N-메틸-2-피롤리돈 중에 분산된다. 음극 혼합물 슬러리는 약 10  $\mu\text{m}$ 의 전형적인 두께로 막대 유사한 구리 음극 전류 집전자 호일의 양 표면에 균일하게 도포된다. 그 후 건조된 전극을 룰 프레스로 캘린더링하여 치밀한 음극을 얻는다.

[0089] 예를 들어, 미세 다공이 있는 폴리에틸렌 막으로 형성된 음극 및 양극, 및 격리판(예를 들어, 약 25  $\mu\text{m}$  두께)을 일반적으로 적층시키고 나선형으로 권취하여 나선형 전극 요소를 형성시킨다.

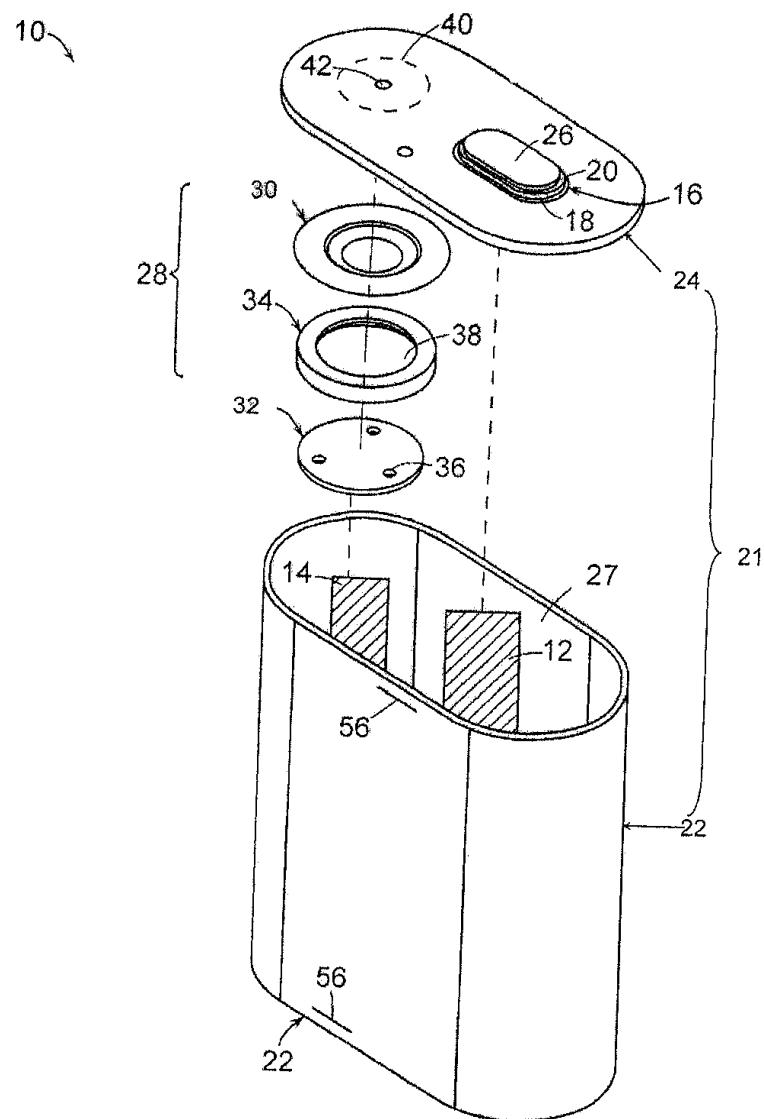
[0090] 몇몇의 구체예에서, 예를 들어 알루미늄으로 제작된 하나 이상의 양극 리드선 막대(lead strip)가 양극 전류 전극에 부착된 다음, 본 발명의 배터리의 양극 단자에 전기적으로 접속된다. 예를 들어 니켈 금속 재질의 음극 리드선은 음극을 연결시키고, 그 후 피드-쓰루 장치에 부착시킨다. 예를 들어, 1M LiPF<sub>6</sub>과 함께 EC:DMC:DEC의 전해질은 본 발명의 리튬-이온 배터리의 전지 케이싱 내에 진공 충전되는데, 여기서 전지 케이싱에는 나선형으로 권취된 "젤리 룰"이 구비된다.

[0091] 등가물

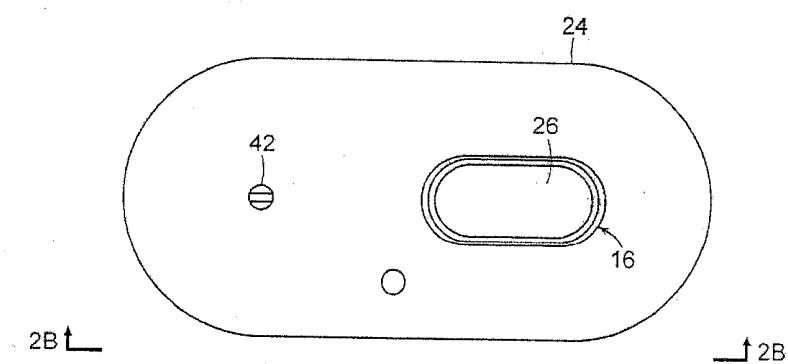
[0092] 예시적인 구체예를 참고로 본 발명을 구체적으로 예시하고 설명하였지만, 청구범위에 의해 포함된 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 본원의 형태 및 상세사항에 다양한 변형이 가능할 수 있음이 당업자에게는 이해될 것이다.

도면

도면1



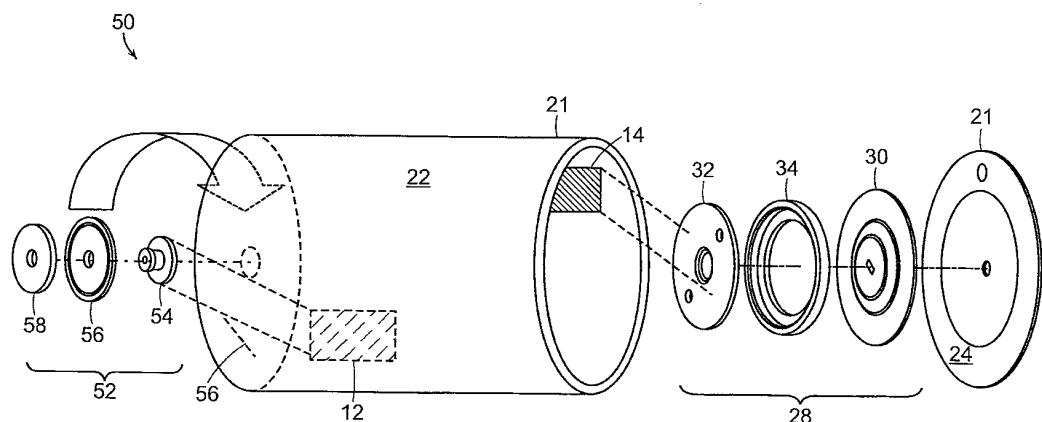
도면2a



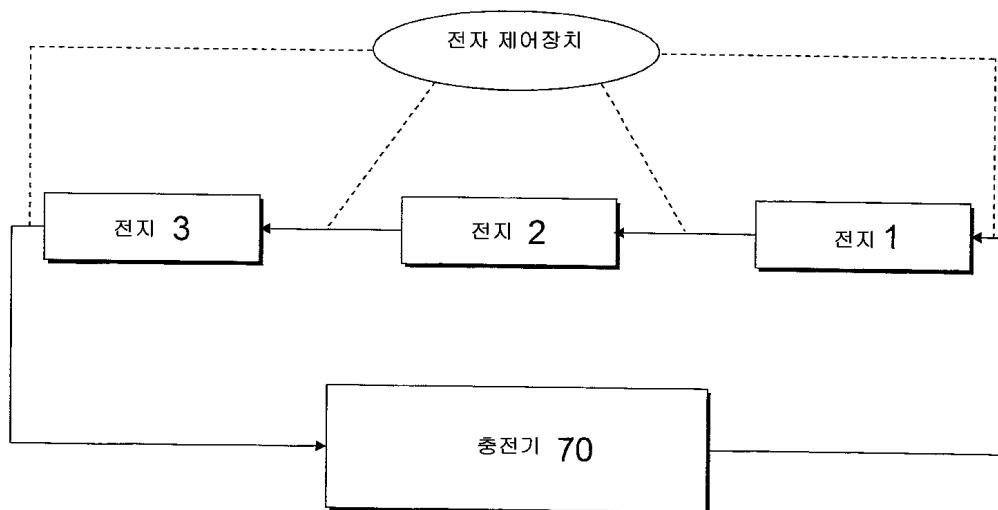
## 도면2b



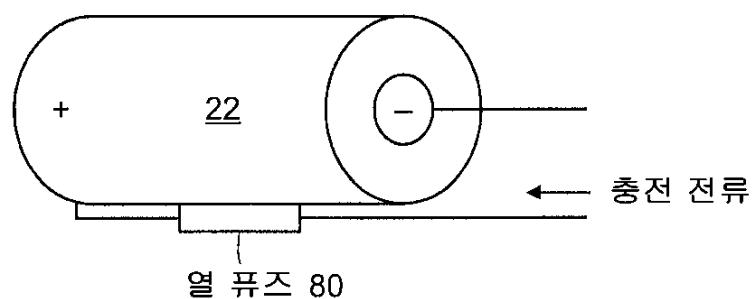
## 도면3



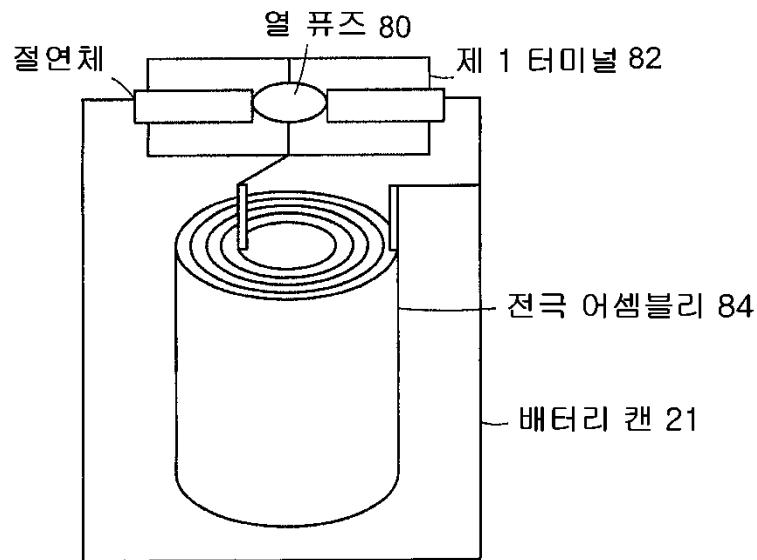
## 도면4



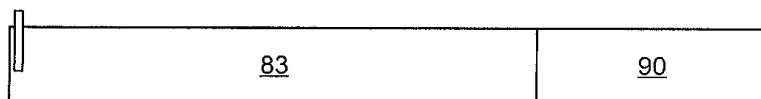
## 도면5



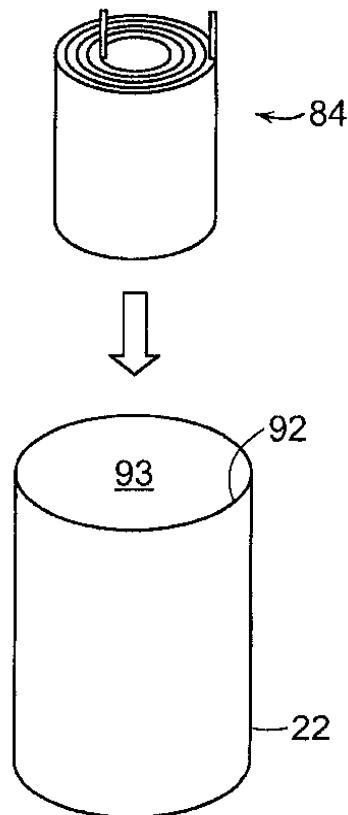
도면6



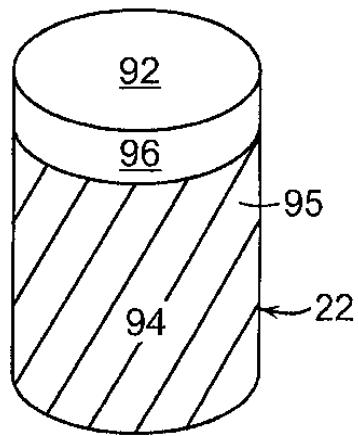
도면7



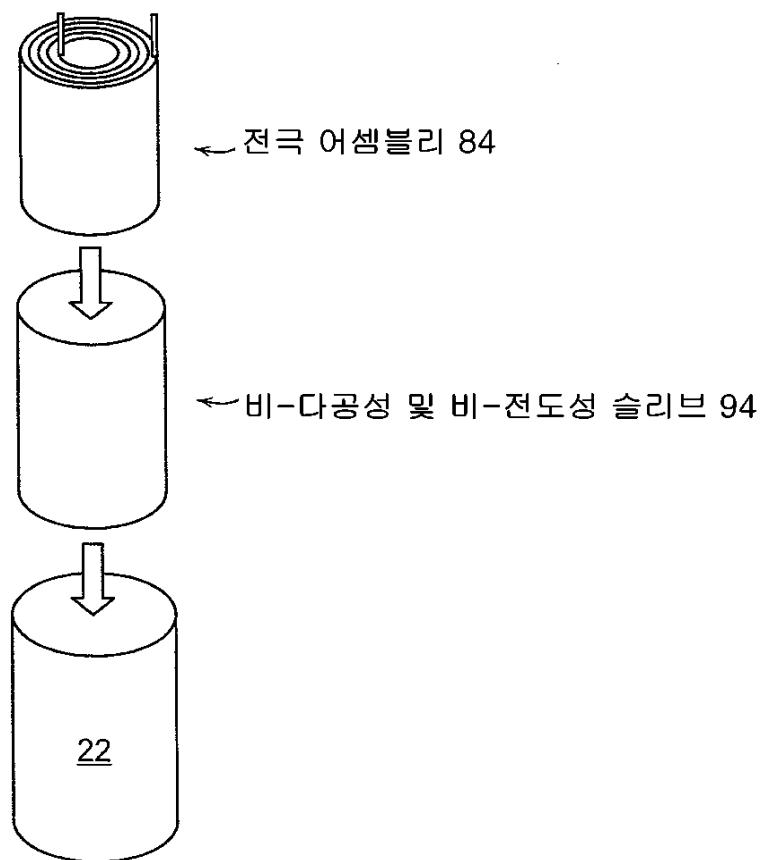
도면8a



도면8b



도면9



도면10

