



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월25일
(11) 등록번호 10-1606520
(24) 등록일자 2016년03월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 2/02 (2015.01) H01M 2/18 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7026225
- (22) 출원일자(국제) 2009년04월16일
심사청구일자 2014년04월03일
- (85) 번역문제출일자 2010년11월23일
- (65) 공개번호 10-2011-0009170
- (43) 공개일자 2011년01월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/040845
- (87) 국제공개번호 WO 2009/131896
국제공개일자 2009년10월29일
- (30) 우선권주장
61/125,281 2008년04월24일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2006040879 A*
KR1020070100957 A*
KR1020060011244 A
JP2001155693 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
보스톤-파워, 인크.
미국 매사추세츠주 웨스트보로우, 스위트 320, 웨
스트 파크 드라이브 2200 (우편번호: 01581)
- (72) 발명자
카이라빅츠, 레이몬드, 지.
미국 06795 코네티컷 워터타운 노스필드 로드 590
캠버레인, 리차드, 브이.
미국 22039 버지니아 페어팩스 스테이션 로렐 오
크 플레이스 9621
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 22 항

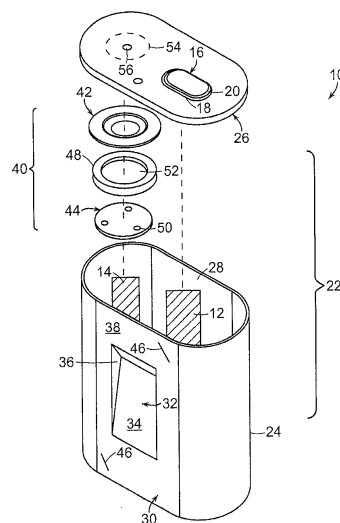
심사관 : 임창연

(54) 발명의 명칭 가요성 오목부를 갖는 프리즘형 축전지 또는 전지

(57) 요약

배터리는 케이스의 주표면 상에 오목부를 갖는 전지 케이스를 포함하며, 상기 오목부는 기본적으로 평면이고 오목부의 적어도 세개의 측면 상의 리지부에서 주표면의 잔여부와 접하고, 이에 의해 오목부, 리지부, 및 주표면의 잔여부는 게이지 압력의 증가 하에서 협력하여 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면을 이 동시킨다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

파틴, 필립, 이.

미국 01560 매사추세츠 그래프톤 버터컵 레인 60

송, 야닝

미국 01824 매사추세츠 첼름스포드 유닛 26 글렌
애브뉴 37

오네러드, 피

미국 01702 매사추세츠 프래밍햄 살렘 엔드 로드
449

명세서

청구범위

청구항 1

케이싱의 주표면 상에 오목부를 갖는 배터리 케이싱으로서, 오목부가 실질적으로 평면이고 오목부의 오직 세 개의 측면 상의 리지부(ridge portions)에서 주표면의 잔여부와 접하고, 잔여부와 접하는 네 번째 측면을 가지며, 이에 의해 오목부, 리지부, 및 주표면의 잔여부가 게이지 압력의 증가 하에서 협력하여 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면을 이동시키도록 설정되어 있고, a) 일반적으로 평평한 표면의 총 표면적에 대한 오목부의 퍼센트 표면적: b) 배터리 케이싱의 폭에 대한 오목부의 깊이의 비가 5:1 내지 45:1의 범위에 있는 배터리 케이싱.

청구항 2

제 1항에 있어서, 오목부의 일부 또는 전부가 게이지 압력의 증가 하에서, 게이지 압력의 증가 이전의 평면의 위치를 넘는 지점까지 구부러지도록 설정되어 있고, 리지부와 오목부 사이의 경계가 2 kg/cm^2 이상의 게이지 압력까지 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면에 비해 오목한 배터리 케이싱.

청구항 3

제 1항에 있어서, 오목부의 일부 또는 전부가 게이지 압력의 증가 하에서, 게이지 압력의 증가 동안 평면의 위치를 넘는 지점까지 구부러지도록 설정되어 있고, 리지부와 오목부 사이의 경계가 4 kg/cm^2 이상의 게이지 압력까지 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면에 비해 오목한 배터리 케이싱.

청구항 4

제 3항에 있어서, 케이싱이 오목부를 증가된 수준으로부터 게이지 압력의 회복 시에 평면에 대해 실질적으로 이의 초기 형태 및 위치로 되돌아가게 하는 물질로 구성되는 배터리 케이싱.

청구항 5

제 1항에 있어서, 케이싱이, 게이지 압력의 증가 이전의 평면의 위치를 증가된 수준으로부터 게이지 압력의 회복시의 평면의 위치와 실질적으로 동일하게 하는 물질로 구성되는 배터리 케이싱.

청구항 6

제 5항에 있어서, 케이싱이 알루미늄, 니켈, 구리, 스틸, 니켈 도금 철 및 스테인레스 스틸로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질로 구성된 배터리 케이싱.

청구항 7

제 6항에 있어서, 프리즘형 배터리 케이싱인 배터리 케이싱.

청구항 8

제 7항에 있어서, 프리즘형 배터리 케이싱이 타원형 프리즘형 배터리 전지 케이싱인 배터리 케이싱.

청구항 9

제 8항에 있어서, 프리즘형 배터리 케이싱이 $36\text{mm} \times 65\text{mm} \times 18\text{mm}$ 의 치수를 갖는 배터리 케이싱.

청구항 10

제 8항에 있어서, 케이싱이 알루미늄으로 구성되며, 알루미늄이 양극산화 처리된(anodized) 배터리 케이싱.

청구항 11

제 10항에 있어서, 오목부가 주표면의 10% 내지 90%를 차지하며, 주표면이 전지 케이싱의 일반적으로 평평한 부

분인 배터리 케이싱.

청구항 12

제 11항에 있어서, 오목부의 가장 오목한 지점이 0 kg/cm² 게이지 압력에서 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면으로부터 0.2 mm 내지 0.6 mm 범위로 오목한 배터리 케이싱.

청구항 13

제 12항에 있어서, 오목부가 500 mm² 내지 700 mm² 범위의 표면적을 갖는 배터리 케이싱.

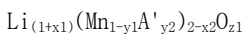
청구항 14

- a) 배터리의 제 1 전극과 전기 소통하는 제 1 단자;
- b) 배터리의 제 2 전극과 전기 소통하는 제 2 단자; 및
- c) 서로 전기 소통하는 전지 케이싱과 뚜껑을 가지고, 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된 배터리 캔을 포함하며,

전지 케이싱이 케이싱의 주표면 상에 오목부를 가지며, 오목부가 실질적으로 평면이고 오목부의 오직 세 개의 측면 상의 리지부에서 주표면의 잔여부와 접하고, 잔여부와 접하는 네 번째 측면을 가지며, 이에 의해 오목부, 리지부, 및 주표면의 잔여부가 게이지 압력의 증가 하에 협력하여, 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면을 이동시키도록 설정되어 있고, a) 일반적으로 평평한 표면의 총 표면적에 대한 오목부의 퍼센트 표면적: b) 배터리 케이싱의 폭에 대한 오목부의 깊이의 비가, 5:1 내지 45:1의 범위에 있는, 배터리.

청구항 15

제 14항에 있어서, 제 1 전극이 활성 캐소드 물질을 포함하는 캐소드이며, 활성 캐소드 물질이 a) 리튬 코발테이트; 및 b) 하기 실험식으로 표시되는 망가네이트 스피넬을 포함하는 혼합물을 포함하며, 리튬 코발테이트 및 망가네이트 스피넬이 0.95:0.05 내지 0.6:0.4의 리튬 코발테이트:망가네이트 스피넬의 중량비로 존재하는 배터리:



상기 식에서, x1 및 x2는 각각 독립적으로 0.01 내지 0.3이며;

y1 및 y2는 각각 독립적으로 0.0 내지 0.3이며;

z1은 3.9 내지 4.2이며,

A'는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크롬으로 이루어진 군 중의 하나 이상의 원소이다.

청구항 16

제 14항에 있어서, 리튬 코발테이트를 포함하는 활성 캐소드 물질을 포함하는 캐소드를 포함하는 배터리.

청구항 17

제 16항에 있어서, 리튬 코발테이트가 실험식 $Li_{1+x8}CoO_{z8}$ [상기 식에서, x8은 0 내지 0.2이며, z8은 1.9 내지 2.1임]으로 표시되는 배터리.

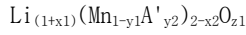
청구항 18

제 17항에 있어서, 활성 캐소드 물질이 a) $Li_{1+x8}CoO_{z8}$; 및 b) $Li_{(1+x1)}Mn_2O_{z1}$ [상기 식에서, x1은 0.01 내지 0.3이며; z1은 3.9 내지 4.2임]을 포함하며, $Li_{1+x8}CoO_{z8}$ 및 $Li_{(1+x1)}Mn_2O_{z1}$ 이 0.95:0.05 내지 0.6:0.4의 리튬 코발테이트:망가네이트 스피넬의 중량비로 존재하는 혼합물을 포함하는 배터리.

청구항 19

제 14항에 있어서, 제 1 전극이 활성 캐소드 물질을 포함하는 캐소드이며, 활성 캐소드 물질이 하기 물질들로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 리튬 옥사이드를 포함하는 배터리:

- a) 리튬 코발레이트;
- b) 리튬 니켈레이트;
- c) 하기 실험식으로 표시되는 망가네이트 스피넬



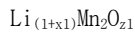
[상기 식에서, x_1 및 x_2 는 각각 독립적으로 0.01 내지 0.3이며;

y_1 및 y_2 는 각각 독립적으로 0.0 내지 0.3이며;

z_1 는 3.9 내지 4.2이며;

A'는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크롬으로 이루어진 군 중 하나 이상의 원소임];

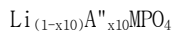
- d) 하기 실험식으로 표시되는 망가네이트 스피넬



[상기 식에서, x_1 은 0.01 내지 0.3이며;

z_1 은 3.9 내지 4.2임];

- e) 하기 실험식으로 표시되는 올리빈 화합물



[상기 식에서, x_{10} 은 0.05 내지 0.2이거나, x_{10} 은 0.0 내지 0.1이며;

M은 철, 망간, 코발트 및 마그네슘으로 이루어진 군 중 하나 이상의 원소이며;

A''는 소듐, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 니켈 및 니오븀으로 이루어진 군의 하나 이상의 원소임].

청구항 20

제 14항에 있어서,

- a) 전지 케이싱 상에 용접된 뚜껑으로서, 여기서 배터리 캔의 일부 또는 전부가 적어도 제 2 단자의 부재이거나 제 2 단자에 전기적으로 연결되며, 내부 게이지 압력이 20 kg/cm² 이상일 때 용접된 뚜껑이 분리되는, 뚜껑; 및
- b) i) 제 1 단부, 및 제 1 단부보다 작은 직경을 갖는 제 2 단부를 포함하는 절두체, 및 절두체의 제 2 단부를 밀봉시키는 본질적으로 평면인 캡을 포함하는 제 1 전도성 플레이트로서, 여기서 베이스가 배터리 캔에 대해 근위에 있고 본질적으로 평면인 캡이 배터리 캔에 대해 원위에 있는 제 1 전도성 플레이트 및
- ii) 제 1 전도성 플레이트와 전기 소통하고, 제 1 전극 및 제 2 전극 중 하나와 전기 소통하는 제 2 전도성 플레이트를 포함하고,

플레이트 사이의 게이지 압력이 4 kg/cm² 내지 9 kg/cm²의 범위일 때 제 1 플레이트와 제 2 플레이트를 연결하는 용접이 파열되는, 제 1 전극 및 제 2 전극 중 하나와 전기 소통하는 하나 이상의 전류 차단 장치; 및

- c) 배출수단으로서 이를 통해 내부 게이지 압력이 10 kg/cm² 내지 20 kg/cm²의 범위일 때 배터리 내측의 가스 중이 배출되는, 전지 케이싱 상의 하나 이상의 배출 수단을 추가로 포함하는 배터리.

청구항 21

제 20항에 있어서, 전지 케이싱이 프리즘형 전지 케이싱인 배터리.

청구항 22

제 21항에 있어서, 전지 케이싱이 36mm×65mm×18mm의 치수를 가지는 배터리.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원

[0002]

본 출원은 2008년 4월 24일에 출원된 미국특허출원번호 제61/125,281호를 우선권으로 주장한다. 상기 특허출원의 전체 교시는 본원에 참조로 포함된다.

[0003]

참고문헌에 포함

[0004]

2007년 6월 22일에 출원된 미국특허출원번호 60/936,825; 2007년 6월 22일에 출원된 국제특허출원번호 PCT/US2007/014591; 2005년 9월 16일에 출원된 미국특허출원번호 60/717,898; 2006년 6월 23일에 출원된 미국특허출원번호 11/474,081; 2006년 6월 23일에 출원된 미국특허출원번호 11/474,056; 2006년 7월 12일에 출원된 미국특허출원번호 11/485,068; 2006년 7월 14일에 출원된 미국특허출원번호 11/486,970; 2007년 6월 21일에 출원된 미국특허출원번호 11/821,102; 2008년 4월 24일에 출원된 미국특허출원번호 61/125,285, 발명의 명칭 "Lithium-Ion Secondary Battery" 대리인의 문서 번호: 3853.1023-000; 및 2008년 4월 24일에 출원된 미국특허출원번호 61/125,327, 발명의 명칭 "Method To Improve Overcharge Performane Of Lithium-Ion Cells with CID" 대리인 문서 번호: 3853.1018-000는 이들의 전문이 본원에 참조로 포함된다.

배경 기술

[0005]

휴대용 전자 장치에서 Li-이온 배터리는 통상적으로 이들의 용도를 기초로 하여 상이한 충전, 방전, 및 저장 절차를 따른다. Li-이온 전지 화학을 이용하는 배터리는 적절치 않게 충전되거나, 쇼트되거나, 고온에 노출될 때 가스를 형성시킬 수 있다. 이러한 가스는 가연성일 수 있고 배터리의 신뢰성 및 안정성을 손상시킬 수 있다. 전류 차단 장치(current interrupt device; CID)는 통상적으로 배터리 내부의 압력이 사전결정된 값 보다 클 때 배터리로부터 전류의 흐름을 차단함으로써 배터리에서의 임의의 과도한 내부 압력 증가를 막기 위해 사용된다.

[0006]

그러나, 성능을 감소시키거나 안전성 문제를 초래하는 과도한 내부 압력이 없을 때에도, Li-이온 배터리는 재충전 동안에 내부 압력이 증가하게 된다. 프리즘형 전지(prismatic cell)에서, 내부 압력의 증가는 전지 케이싱을 구부러지게 한다. 183665 프리즘형 전지 케이싱과 같은, 전지 케이싱 내의 전극 및 전해질 물질의 구성 및 양에 따라서, 약 18.02 mm의 외측 직경은 재충전 동안에 약 19.5 mm로 1 밀리미터 이상 증가할 수 있다. 프리즘형 전지를 포함하는 수많은 배터리 타입의 사용 요건들은 종종 충전 사이클 동안에 팽창에 대한 이용가능한 공간을 한정하며, 이에 의해 이용되는 배터리의 타입, 이들의 용량, 또는 이들의 사용 패턴 (예를 들어, 충전 동안 장치로부터 제거)을 제한한다.

[0007]

이에 따라, 상술된 문제들을 현저하게 줄이거나 제거하는 전지 케이싱이 요구된다.

발명의 내용

[0008]

본 발명은 일반적으로 주기적 재충전 동안에 구부러지는 주표면에 오목부(recessed portion)를 포함하는 배터리 전지 케이싱에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 배터리 전지 케이싱을 이용하는 배터리에 관한 것이다.

[0009]

일 구체예에서, 본 발명은 케이싱의 주표면에 오목부를 가지는 배터리 전지 케이싱에 관한 것으로서, 상기 오목부는 기본적으로 평면이고 오목부의 적어도 세개의 측면 상의 리지부(ridge portion)에서 주표면의 잔여부와 접하며, 이에 의해 오목부, 리지부, 및 주표면의 잔여부가 케이싱 압력의 증가 하에 협력하여 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면을 이동시키는 배터리 전지 케이싱에 관한 것이다.

[0010]

다른 구체예에서, 본 발명은 배터리의 제 1 전극과 전기 소통하는 제 1 단자(terminal), 및 배터리의 제 2 전극과 전기 소통하는 제 2 단자를 포함하는 배터리에 관한 것이다. 본 배터리는 또한 서로 전기 소통하는 전지 케이싱과 뚜껑을 구비한 배터리 캔(battery can)을 포함하며, 이러한 배터리는 제 1 단자로부터 전기적으로 절연된다. 전지 케이싱은 케이싱의 주표면 상에 오목부를 가지며, 이러한 오목부는 기본적으로 평면이고 오목부의 적어도 세개의 측면 상의 리지부에서 주표면의 잔여부와 접하며, 이에 의해 오목부, 리지부, 및 주표면의 잔여부는 케이싱 압력의 증가 하에서 협력하여 리지부와 주표면의 잔여부 사이의 경계에 의해 규정된 평면을 이동시

킨다.

- [0011] 다른 특정 구체예에서, 배터리의 제 1 전극은 리튬 코발테이트를 포함하는 활성 캐소드 물질을 포함하는 캐소드(cathode)이다.
- [0012] 다른 특정 구체예에서, 배터리의 제 1 전극은 하기 물질들의 혼합물을 포함하는 활성 캐소드 물질을 포함하는 캐소드이다:
- [0013] a) 리튬 코발테이트; 및
- [0014] b) 하기 실험식으로 표시되는 망가네이트 스피넬(manganate spinel):
- [0015] $Li_{(1+x1)}(Mn_{1-y1}A'y_2)_{2-x2}O_{z1}$
- [0016] 상기 식에서, x1 및 x2는 각각 독립적으로 0.01 내지 0.3이며;
- [0017] y1 및 y2는 각각 독립적으로 0.0 내지 0.3이며;
- [0018] z1은 3.9 내지 4.2이며;
- [0019] A'는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크롬으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 원소이며,
- [0020] 여기서, 리튬 코발테이트 및 망가네이트 스피넬은 약 0.95:0.05 내지 약 0.6:0.4의 리튬 코발테이트:망가네이트 스피넬의 중량비로 존재한다.
- [0021] 또다른 특정 구체예에서, 배터리의 활성 캐소드 물질은 하기 물질들을 포함하는 혼합물을 포함한다:
- [0022] a) $Li_{1+x8}CoO_{z8}$; 및
- [0023] b) $Li_{(1+x1)}Mn_2O_{z1}$,
- [0024] 상기 식에서, x1은 0.01 내지 0.3이며;
- [0025] z1은 3.9 내지 4.2이며,
- [0026] 여기서, $Li_{1+x8}CoO_{z8}$ 및 $Li_{(1+x1)}Mn_2O_{z1}$ 은 약 0.95:0.05 내지 약 0.6:0.4의 리튬 코발테이트:망가네이트 스피넬의 중량비로 존재한다.
- [0027] 또다른 특정 구체예에서, 배터리 캔의 적어도 일부는 적어도 제 2 단자의 부재이거나, 제 2 단자에 전기적으로 연결되고, 전지 케이싱 상에 용접된 뚜껑, 및 제 1 전극 또는 제 2 전극과 전기 소통하는 적어도 하나의 전류 차단 장치를 추가로 포함한다. 전류 차단 장치는 절두체(frustum)를 가지는 제 1 전도성 플레이트를 포함하며, 절두체는 제 1 단부, 제 1 단부보다 작은 직경을 갖는 제 2 단부, 및 절두체의 제 2 단부를 밀봉하는 기본적으로 평면인 캡을 포함하며, 여기서 기저(basis)는 배터리 캔에 대해 근위이고, 기본적으로 평면인 캡은 배터리 캔에 대해 원위이다. 제 2 전도성 플레이트는 제 1 전도성 플레이트, 및 제 1 전극과 제 2 전극 중 하나와 전기 소통하며, 제 1 플레이트와 제 2 플레이트를 연결하는 용접은 플레이트들 사이의 게이지 압력이 약 4 kg/cm² 내지 9 kg/cm²일 때 파열된다. 전지 케이싱은 또한 적어도 하나의 배출 수단을 포함하며, 이를 통해 배터리 내부의 가스 종은 게이지 압력이 약 10 kg/cm² 내지 약 20 kg/cm²의 범위일 때 배출된다.
- [0028] 본 발명은 여러 장점들을 갖는다. 예를 들어, 오목부는, 배터리 전지 케이싱의 주표면의 잔여부와 함께, 본 발명의 케이싱을 이용하는, 리튬 이온-타입 배터리와 같은 배터리의 정상 재충전에 의해 야기되는 게이지 압력의 증가의 결과로서 구부러질 수 있다. 본 발명에 따르면, 오목부는, 리지부 및 주표면의 잔여부와 함께, 배터리 전지 케이싱에 약간의 추가적인 구조적 강성을 제공하고, 그 결과로서 오목부 없이 일어나는 폭의 증가로부터 전지 케이싱의 폭의 임의의 증가를 현저히 감소시킨다. 그러나, 가요성(flexibility)의 유지 및 그 결과 비록 감소된 양이지만 재충전 사이클 동안 부피의 증가는 재충전 사이클 동안 초기 부피 변화를 허용하지 않는 배터리에 비해, 리튬-이온 배터리와 같이, 배터리 수명을 실질적으로 보존한다. 이에 따라, 배터리 사이클 수명은 실질적으로 보존될 수 있고, 단위 체적(volume metric) 요건들을 크게 줄일 수 있고, 이에 의해 가요성, 및 재충전가능한 배터리에 배치될 수 있는 용도의 타입을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 구체예의 프리즘형 배터리(prismatic battery)의 원근법에 의한 개략도이다.

- 도 2a는 본 발명의 전지 케이싱의 평면도이다.
- 도 2b는 라인 BB에 따라 얻어진, 도 2a의 전지 케이싱의 측면도이다.
- 도 2c는 라인 CC에 따라 얻어진, 도 2a의 전지 케이싱의 단면도이다.
- 도 2d는 도 2c의 부분 상세도이다.
- 도 3a는 도 2a 내지 도 2d에 도시된 전지 케이싱을 형성하기 위해 일 구체예에서 사용되는 아머(armor)이다.
- 도 3b는 도 2a 내지 도 2d에 도시된 전지 케이싱을 형성하기 위해 일 구체예에서 사용되는 펀치(punch)이다.
- 도 4a는 비-굴곡 위치(non-flexed position)에서 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 4b는 굴곡 위치(flexed position)에서 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 4c는 다른 굴곡 위치에서 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 5a는 본 발명의 다른 구체예의 전지 케이싱의 측면도이다.
- 도 5b는 도 5a의 전지 케이싱의 단면도이다.
- 도 6a는 비-굴곡 위치에서 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 6b는 굴곡 위치에서 도 6a의 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 6c는 다른 굴곡 위치에서 도 6a의 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 7은 비-굴곡 위치에서 본 발명의 다른 구체예의 전지 케이싱 벽의 단면도이다.
- 도 8a는 본 발명의 배터리의 제 1 전도성 플레이트의 도면이다.
- 도 8b는 본 발명의 배터리의 제 1 전도성 플레이트의 평면도이다.
- 도 8c는 라인 AA를 따르는 도 8b의 제 1 전도성 플레이트의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 상술된 내용은 첨부된 도면에서 예시된 바와 같이, 하기의 본 발명의 구체예들의 보다 구체적인 설명으로부터 명확하게 될 것이다. 이러한 도면들은 반드시 일정 비율로 도시된 것이 아니며, 본 발명의 구체예들을 예시할 때 강조하여 배치된 것이다.
- [0031] 본원에서 사용되는 본 발명의 배터리의 "단자(terminal)"는 외부 전기 회로들에 연결되는 배터리의 일부 또는 표면들을 의미한다.
- [0032] 본 발명의 배터리는 통상적으로 제 1 전극과 전기 소통하는 제 1 단자, 및 제 2 전극과 전기 소통하는 제 2 단자를 포함한다. 제 1 전극 및 제 2 전극은 본 발명의 배터리의 전지 케이싱 내에, 예를 들어, "젤리 롤(jelly roll)" 형태로 포함된다. 제 1 단자는 배터리의 양극과 전기 소통하는 양단자(positive terminal), 또는 배터리의 음극과 전기 소통하는 음단자(negative terminal)일 수 있고, 제 2 단자의 경우에 그 반대일 수 있다. 바람직하게, 제 1 단자는 배터리의 음극과 전기 소통하는 음단자이며, 제 2 단자는 배터리의 양극과 전기 소통하는 양단자이다.
- [0033] 본원에서 사용되는 구 "전기적으로 연결된" 또는 "전기 소통하는"은, 특정 부품들이, 전해질을 통해 Li^+ 와 같은 이온의 흐름을 수반하는 전기화학적 소통과는 반대로, 전도체를 통해 전자들의 흐름에 의해 서로 소통하는 것을 의미한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 구체예의 배터리(10)의 분해도를 원근적으로 도시한 것이다. 배터리(10)는 제 1 전극(12) 및 제 2 전극(14)을 포함한다. 제 1 전극(12)은 피드-스루 장치(feed through device)(16)에 전기적으로 연결되며, 피드-스루 장치는 제 1 전극(12)에 가까운 제 1 부재(18), 및 제 1 전극(12)으로부터 떨어진 제 2 부재(20)를 포함한다. 이러한 전극들(12, 14)은 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)을 포함하는 배터리 캔(22) 내측에, 즉 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)에 의해 규정된 내부 공간(28)에 배치된다. 배터리(10)의 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)은 서로 전기적으로 소통한다.
- [0035] 본원에서 사용되는 용어 "피드-스루(feed-through)"는 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)에 의해 규정된 내부 공간

(28) 내에서, 배터리(10)의 전극(12)과 규정된 내부 공간에 대해 외측의 배터리의 부재를 연결하는 임의의 재료 또는 장치를 포함한다. 바람직하게, 피드-스루 장치(16)는 뚜껑(26)에 의해 규정된 통과 홀(pass-through hole)을 통해 연장한다. 피드-스루 장치(16)는 또한 굽힘, 꼬임 및/또는 접힘과 같은 변형 없이 뚜껑(26)을 통과할 수 있어, 전지 용량을 증가시킬 수 있다. 이러한 피드-스루 장치를 이용하는 한 가지 잇점은 전류-운반 탭(current-carrying tab)이 전지 케이싱에 접히거나 굽혀지고 내부 전극들과 용접되는 통상적인 리튬 배터리와 비교하여, 공간 사용율(volume utilization)의 증가로 인하여 전지 용량의 잠재적인 증가(예를 들어, 5% 내지 15%)를 포함한다. 전극(12)을, 배터리 캔(22)에 대해 외측의 배터리의 부재, 예를 들어 배터리의 단자와 연결시키기 위해 당해 분야에서 공지된 임의의 다른 적합한 수단들이 본 발명에서 사용될 수 있다.

[0036] 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)은 본 발명의 리튬-이온 배터리와 같은, 배터리의 제공된 전압에서 필수적으로 전기적으로 및 화학적으로 안정한 임의의 전도성 물질로 제조될 수 있다. 전지 케이싱(24)의 적합한 물질의 예는 알루미늄, 니켈, 구리, 스틸, 니켈-도금 철, 스테인레스 스틸 및 이들의 조합을 포함한다. 바람직하게, 전지 케이싱(24)은 알루미늄으로 이루어지거나 이를 포함한다. 특히 바람직한 구체예에서, 전지 케이싱(24)은 양극 산화 알루미늄으로 형성된다.

[0037] 전지 케이싱(24)의 알루미늄은 전지 케이싱(24)을 형성시키기 위해 알루미늄 블랭크(aluminum blank)를 형상화하기 전, 동안 또는 후에 양극 처리될 수 있다. 전지 케이싱(24)은 US 6,066,412호 및 WO 00/11731호에 기술된 바와 같이, 당해 분야에 공지된 임의의 적합한 방법에 의해 라벨링될 수 있으며, 이러한 특허들의 교시는 본원에 참조로 포함된다. 전지 케이싱(24)이 양극 처리된 바람직한 일 구체예에서, 라벨은 당해 분야에 공지된 바와 같이, 레이저 기술을 이용하여 전지 케이싱(24) 상에 형성될 수 있다.

[0038] 뚜껑(26)의 적합한 물질들의 예는 전지 케이싱(24)에 대해 기술된 것과 동일하다. 바람직하게, 뚜껑(26)은 전지 케이싱(24)과 동일한 물질로 제조된다. 보다 바람직한 구체예에서, 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26) 둘 모두는 알루미늄으로 형성되거나, 이를 포함한다. 뚜껑(26)의 알루미늄은 양극 처리될 수 있다. 뚜껑(26)은 당해 분야에 공지된 임의의 적합한 방법에 의해 전지 케이싱(24)을 밀폐시킬 수 있다. 바람직하게, 뚜껑(26) 및 전지 케이싱(24)은 서로 용접된다. 또한, 권축(crimping)과 같은, 당해 분야에 공지된 전지 케이싱(24)에 뚜껑(26)의 전기적 연결의 다른 형태가 본 발명에서 사용될 수 있다.

[0039] 배터리 캔(22), 예를 들어 뚜껑(26)은 예를 들어 절연 가스켓(미도시됨)에 의해 피드-스루 장치(16)로부터 전기적으로 절연된다. 절연 가스켓은 폴리프로필렌, 폴리비닐플루오라이드 (PVF) 등과 같은, 적합한 절연 물질로 형성된다.

[0040] 전지 케이싱(24)은 케이싱의 잔여 측면에 대해 일반적으로 평평한 주표면(30)을 포함하며, 이러한 잔여 측면은 통상적으로 케이싱의 단면이 타원형(oblong shape)을 갖도록 외형을 나타낸다. 전지 케이싱(24)은 또한 주표면 구역(30)의 실질적으로 평평한 오목부(32), 및 오목부(32)의 적어도 세개의 측면 상의 리지 섹션(ridge section)(36)을 포함한다. 주표면(30)의 잔여부(38)는 오목부(32) 및 리지부(36)을 둘러싸고, 오목부(32) 및 리지부(36)을 제외하는 주표면(30)의 구역으로서 규정된다.

[0041] 도 2a 내지 도 2d에 도시된 구체예에서, 전지 케이싱(24)은 알루미늄으로 구성된 183665 프리즘형 전지 케이싱이다. 전지 케이싱(24)의 벽은 약 0.9 mm 두께, 및 약 18.20 mm의 마주보는 주표면에서 평면에 의해 규정되는 폭이다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 오목부(32)는 약 37 mm의 길이, 및 약 16 mm의 폭을 갖는다. 0(zero) 게이지 압력에서, 주표면(30)의 잔여부(38)로부터 오목부(32)의 최대 깊이는 약 0.4 mm이다. 일반적으로, 오목부(32)는 일반적으로 평평한 주표면 구역(30)의 약 10% 내지 약 90%를 통상적으로 차지할 것이다. 도 2b에 도시된 본 발명의 구체예에서, 리지 섹션(36)은 오목부(32)의 세개의 측면 상에서 오목부(32)와 접한다.

[0042] 도 2a 및 도 2b는 각각 전지 케이싱(24)의 평면도 및 측면도를 도시한 것이다. 일 구체예에서, 오목부(32)는 약 37 mm의 길이(l), 및 약 16 mm의 폭(w)을 갖는다. 도 2c는 전지 케이싱(24)의 내부(28)가 제곱 센티미터 당 약 0 킬로그램 (kg/cm²)일 때 오목부(32)의 일 구체예의 윤곽을 도시한 전지 케이싱(24)의 단면도를 도시한 것이다. 본원에 사용되는 용어 "게이지 압력"은 배터리 케이싱 내부에서의 절대 압력과 대기압 간의 차이를 칭하는 것이다. 도 2d는 오목부(32)의 리지 섹션(36)을 도시한 도 2c의 상세도이다. 오목부(32)는 롤링, 스탬핑(stamping) 등과 같은 당해 분야에 공지된 임의의 적합한 기술에 의해 형성될 수 있다.

[0043] 바람직한 일 구체예에서, 오목부(32)는 각각 도 3a 및 도 3b에 도시된, 아머(33) 및 펀치(35)를 사용함으로써 형성된다. 아머(33)는 리세스(37)를 포함한다. 전지 케이싱을 제작할 때(미도시됨), 도 2b 및 도 2c에 도시된 바와 같이, 아머(33)의 단부(33a)가 전지 케이싱(24)의 단부(33b)에 가깝도록, 아머(33)는 전지 케이싱의

열린 단부로부터 전지 케이싱내에 삽입된다. 펀치(35)는, 도 3b에 도시된 바와 같이, 이후에 전지 케이싱(24)의 열린 단부(33c)에 가장 가까운 리세스(37)의 단부에서 리세스(37)로 가압되며, 이에 의해 전지 케이싱(24)의 오목부(32)를 형성한다. 펀치(35)는, 도 3b에 도시된 바와 같이, 이후에 전지 케이싱(24)으로부터 제거되며, 전지 케이싱(24)은 아버(33)로부터 제거될 수 있다. 아버(33) 및 펀치(35)를 사용하여 제작한 결과로서, 오목부(32)는 기본적으로 평면일 것이고 오목부(32)의 한쪽 단부에서 잔여부(38)로 병합하고, 이에 의해 실질적으로 도 2에 도시된 바와 같이 전지 케이싱(24)을 효과적으로 형성시킬 것으로 이해된다. 전지 케이싱(24)의 외형은 아버(33) 및 펀치(35)를 사용하여 형성되는데, 왜냐하면 리세스(37)가 펀치(35)와 매칭되지 않으며, 리세스(37)가 아버(33)로부터 제거될 수 전지 케이싱(24)이 있도록 한쪽 측면 상에서 개방되기 때문이다. 다시 말해서, 오목부(32)의 한쪽 측면을 따라 효과적으로 어떠한 리지도 존재하지 않는다.

[0044] 도 4a 내지 도 4c는 주표면 구역(30)의 개략적 단면도이다. 도 4a는 비-굴곡 위치에서 주표면 구역을 도시한 것으로서, 배터리가 충전되지 않을 때 케이싱의 외형을 나타내거나 케이싱을 사용하는 배터리가 충전되지 않을 때 내부 게이지 압력을 갖는다.

[0045] 통상적으로, 충전되지 않을 때(즉, 게이지 압력의 증가로 나타나지 않을 때), 본 발명의 배터리의 게이지 압력은 약 5 kg/cm² 미만이다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 리지 섹션 부분(36)과 주표면(30)의 잔여부(38) 사이의 경계(72)에 의해 규정된 평면(31a)은 주표면(30)의 잔여부(38)의 표면과 실질적으로 일치한다. 이러한 실질적인 일치는 일반적으로 평면(31a)에 의해 나타내는, 게이지 압력의 증가가 나타나기 전에 평면의 본래 위치를 규정한다.

[0046] 본 발명의 배터리가 충전될 때, 게이지 압력은 상승한다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 배터리의 게이지 압력이 증가할 때, 게이지 압력의 증가는 리지부(36)과 주표면(30)의 잔여부(38) 사이의 경계(72)에 의해 규정된 평면을 본래 위치로부터 떨어지게 이동시킨다.

[0047] 일 구체예에서, 평면의 이동은 리지부(36)을 통한 오목부(32)와 잔여부(38) 간의 협력의 결과이다. 도 4b에서 알 수 있는 바와 같이, 오목부(32)의 구부러짐(flexing)은 리지 섹션(36)을 가압하고, 그 결과, 잔여부(38)와의 이의 경계(72)를 외측으로 가압하고, 이에 의해 평면을 제 2 위치로 이동시킨다. 평면(31b)은 제 2 위치에서의 평면을 나타낸 것이다. 도 4b에 도시된 구체예에서, 오목부(32)는 재충전 동안에 평면(31a)을 벗어나는 지점까지 구부러지지만, 여전히 평면(31b) 내에 존재한다.

[0048] 도 4c에 도시된 바와 같은, 다른 구체예에서, 오목부(32)는 재충전 동안 평면(31b)을 벗어나는 지점까지 구부러진다.

[0049] 도 5a 내지 도 5b, 및 도 6a 내지 도 6c에 도시된 바와 같은, 다른 구체예에서, 리지부(36)은 도 2b, 도 2c, 및 도 4a 내지 도 4c에 도시된 구체예와는 상반되게, 3개의 측면 보다는 4개의 측면 상에서 오목부(32)를 둘러싼다.

[0050] 도 7에 도시된 바와 같은 또다른 구체예에서, 일반적으로 평평한 주표면(30)의 리지부(36)은 예를 들어 원의 반지름에 의해 규정된 아크 형상을 갖는다. 이러한 경우에서, 리지부(36)과 오목부(32) 사이의 경계(74)는 아크로부터 오목부(74)의 접선의 지점에서 규정된다.

[0051] 모든 구체예에서, 리지부(36)과 오목부(32) 사이의 경계(74)는 최대 적어도 40 kg/cm²의 게이지 압력까지 리지부(36)과 잔여부(38) 사이의 경계(72)에 의해 규정된 평면에 대해 우묵하게 유지된다. 또한, 모든 구체예에서, 오목부(32)는 바람직하게 재충전이 완료된 후에 필수적으로 이의 본래 위치로 되돌아 간다. 또한, 게이지 압력의 증가 이전의 평면의 위치, 즉 평면(31a)은 증가된 수준으로부터 게이지 압력의 회귀시의 평면의 위치와 실질적으로 동일하다.

[0052] 일 구체예에서, 도 2a에 도시된, 전지 케이싱(24)의 폭 W는 약 12 kg/cm²의 게이지 압력 하에서 약 18.02 mm에서 약 19.5 mm 이하로 확장한다. 특정 구체예에서, 전지 케이싱(24)은 약 18.02 mm의 구부러지기 전 폭 W, 및 약 18.4 mm 내지 약 19.0 mm의 약 11.14 kg/cm²로 가압 후 폭 W를 갖는 양극산화 알루미늄으로 제조되며, 양극처리되지 않은 알루미늄의 동일한 전지 케이싱(24)은 18.02 mm의 폭 W에서 약 20.18 mm 내지 약 20.40 mm의 폭 W로 확장할 것이다. 본 발명에서와 같이, 배터리 케이싱의 구부러짐의 감소는 게이지 압력을, 통상적인 전지 케이싱의 동일한 재충전 사이클 동안 일어나는 것을 넘어서게 증가하게 하는 것으로 여겨지며, 이에 의해 배터리에 의해 요구되는 공간이 감소되고, 충전 사이클 동안 배터리의 젤리 톨을 확장시키고, 이에 의해 배터리의 수명을 보존한다.

[0053] 다시 도 1로 돌아가서, 배터리 캔(22)의 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26) 중 적어도 하나는 CID(40)를 통해 배터리

(10)의 제 2 전극(14)과 전기적으로 소통한다. 배터리 캔(22), 즉 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)은 배터리(10)의 제 1 단자로부터 전기적으로 절연되며, 배터리 캔(22)의 적어도 일부는 적어도 배터리(10)의 제 2 단자의 부재이거나, 제 2 단자에 전기적으로 연결된다. 바람직한 구체예에서, 뚜껑(26)의 적어도 일부 또는 전지 케이싱(24)의 하부는 배터리(10)의 제 2 단자로서 제공되며, 피드-스루 장치(16)는 상부 전도성 층(26)을 포함하는데, 이러한 층은 제 1 전극(12)과 전기 소통하는 배터리(10)의 제 1 단자로서 제공될 수 있다. 제 1 부재(18), 제 2 부재(20), 및 상부 전도성 층(26) 각각은 독립적으로 예를 들어, 니켈과 같은 당해 분야에 공지된 임의의 적합한 전도성 물질로 제조될 수 있다.

[0054] 본 발명의 배터리(10)는 CID(40)를 포함한다. 1개의 CID(40)가 배터리(10)에서 사용되지만, 1개 초과인 CID(40)가 본 발명에서 사용될 수 있다. CID(40)는 (예를 들어, 용접, 권축, 리벳팅(riveting) 등에 의해) 서로 전기 소통하는 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44)를 포함한다. 제 2 전도성 플레이트(44)는 제 2 전극(14)과 전기 소통하며, 제 1 전도성 플레이트(42)는 배터리 캔(22), 예를 들어 뚜껑(26)과 전기적 접촉한다.

[0055] 바람직하게, 제 1 전도성 플레이트는 기본적으로 평면인 캡을 갖는 절두체(frustum)를 포함한다. 도 8a 내지 도 8c에 도시된 바와 같이, 제 1 전도성 플레이트(42)는 제 1 단부(62) 및 제 2 단부(64)를 포함하는 절두체(60)를 포함한다. 제 1 단부(62)는 제 2 단부의 직경(도 4c에서 참조 문자 "k"로 명시됨) 보다 넓은 직경(도 4c에서 참조 문자 "j"로 명시됨)을 갖는다. 제 1 전도성 플레이트(42)는 또한 절두체(60)의 제 1 단부(62)의 경계선으로부터 방사상으로 연장하는 베이스(base, 68)를 포함한다. 기본적으로 평면인 캡(70)은 절두체(60)의 제 2 단부(64)를 밀봉한다. 본원에서 사용되는 용어 "절두체(frustum)"는 두개의 평행한 평면들 사이에 교차되는 상부를 절단함으로써 입체 직원뿔(solid right circular cone)(즉, 이의 변들 중 하나에 대해 직각삼각형을 회전시킴으로써 형성되는 입방체)의 기저면 부분(하부 단부 및 상부 단부 제외)을 의미한다.

[0056] CID(40)에서, 제 2 전도성 플레이트(44)는, 배터리 내측의 게이지 압력이 사전결정된 값, 예를 들어 약 4 kg/cm² 내지 약 15 kg/cm², 또는 약 5 kg/cm² 내지 약 10 kg/cm² 보다 클 때 제 1 전도성 플레이트(42)로부터 분리되며 (예를 들어 떨어지게 변형되거나 탈착되며), 이에 의해 제 2 전극(14)과 배터리 캔(22), 적어도 제 2 단자의 부재이거나 제 2 단자에 전기적으로 연결된 이의 적어도 일부 사이의 전류 흐름이 차단된다.

[0057] 바람직하게, 제 2 전도성 플레이트(44)가 제 1 전도성 플레이트(42)로부터 분리될 때, 배터리(10) 내측의 가스가 제 2 전도성 플레이트(44)를 통해 빠져나가지 않도록 제 2 전도성 플레이트(44)에서 어떠한 파열도 발생하지 않는다. 가스는, 내부 압력이 증가하고 벤트 스코어(46)의 활성을 위해 사전결정된 값에 도달할 때, 하기에서 상세히 논의되는 바와 같이, 하나 이상의 벤트 스코어(46)를 통해 (예를 들어, 전지 벽 또는 전지 케이싱(24)의 하부, 또는 제 2 전도성 플레이트(44)에서) 배터리(10)에서 배출될 수 있다. 일부 구체예에서, 예를 들어 약 10 kg/cm² 내지 약 20 kg/cm²의, 벤트 스코어(46)의 활성을 위한 사전결정된 게이지 압력 값은 예를 들어 약 5 kg/cm² 내지 약 10 kg/cm²의, CID(40)의 활성을 위한 것 보다 높다. 이러한 특징은 정상적으로 작동 중인 이웃 배터리(또는 전지)들을 손상시킬 수 있는 조기 가스 누출을 방지하는데 도움이 된다. 이에, 본 발명의 배터리 팩에서 복수의 전지 중 하나가 손상될 때, 다른 정상적인 전지가 손상되지 않는다. CID(40)의 활성을 위해 적합한 게이지 압력 값 또는 하위 범위, 및 배출 수단(58)의 활성을 위한 값 또는 범위는, 선택된 압력 값 또는 하위-범위들 사이에 중첩하지 않도록 사전결정된 게이지 압력 범위들 중에서 선택된다는데 주목한다. 바람직하게, CID(40)의 활성을 위한 게이지 압력의 값 또는 범위, 및 배출 수단(58)의 활성을 위한 값 또는 범위는 적어도 약 2 kg/cm² 압력차, 더욱 바람직하게 적어도 약 4 kg/cm², 더더욱 바람직하게 적어도 약 6 kg/cm², 예를 들어 약 7 kg/cm² 압력차 정도로 차이가 난다.

[0058] 바람직한 구체예에서, CID(40)는 제 1 전도성 플레이트(42)의 일부와 제 2 전도성 플레이트(44) 사이에 절연체(48) (예를 들어, 절연층 또는 절연 가스켓)를 추가로 포함한다. CID(40)는 배터리의 전지 케이싱(24)과 전기적으로 소통한다. CID(40)에서, 제 2 전도성 플레이트(44)는 배터리 내측의 압력이 사전결정된 값, 예를 들어 약 5 kg/cm² 내지 약 10 kg/cm² 범위의 내부 게이지 압력 보다 클 때 제 1 전도성 플레이트로부터 분리되며(예를 들어, 떨어지게 변형되거나 이로부터 탈착되며), 이에 의해 제 2 전극과 제 2 단자 사이의 전류 흐름이 차단된다.

[0059] 다른 바람직한 구체예에서, 제 1 전도성 플레이트(42) 및 CID(40)의 절연체(48) 중 적어도 하나는 이를 통해 배터리(10) 내의 가스가 제 2 전도성 플레이트(44)와 유체 소통하는 적어도 하나의 홀(예를 들어 도 1에서의 홀(50 또는 52))을 포함한다.

[0060] 특정 구체예에서, CID(40)는 제 1 전도성 플레이트(42) 위에 배치되고 제 1 전도성 플레이트(42)가 배터리의 외

측의 대기와 유체 소통하는 적어도 하나의 홀(56)을 규정하는 단부 플레이트(54)를 추가로 포함한다. 보다 특정의 구체예에서, 단부 플레이트(54)는 도 1에 도시된 바와 같이, 배터리 캔(22)의 일부이며, 여기서 단부 플레이트(54)는 배터리 캔(22)의 뚜껑(26)의 일부이다. 다른 보다 특정 구체예에서, 단부 플레이트(54)는 배터리(10)의 배터리 캔(22)에, 예를 들어 배터리 캔(22)의 뚜껑(26) 위, 아래 또는 뚜껑(26)에 존재하고, 배터리 캔(22)과 전기적으로 소통한다.

[0061]

본 발명에서 CID(40)는 배터리 캔(22) 내에 배치되거나, 대안적으로, CID(40)의 일부는 배터리 캔(22) 내에 배치되며 CID(40)의 다른 일부는 배터리 캔(22)에 또는 그 위에 배치된다. 대안적으로, CID(40)는 임의의 적합한 수단, 예를 들어 용접, 권축 등에 의해 뚜껑(24)에 전기적으로 연결될 수 있다. 특정 구체예에서 CID(40)의 적어도 하나의 부재, 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44), 절연체(48), 및 단부 플레이트(54)는 배터리 캔(22) 내에 위치된다. 다른 특정 구체예에서, CID(40)의 적어도 하나의 부재, 예를 들어 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44), 절연체(48), 및 단부 플레이트(54)는 배터리 캔(22)에서 리세스 내에, 예를 들어 뚜껑(24)에 놓여진다. 또다른 특정 구체예에서, 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44), 및 단부 플레이트(54) 중 적어도 하나는 배터리 캔(22)의 부재, 예를 들어 뚜껑(24), 또는 전지 케이싱(22)의 측면 또는 하부이다. 보다 특정의 일 구체예에서, 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44), 및 단부 플레이트(54) 중 적어도 하나는 배터리 캔(22)의 일부, 예를 들어 뚜껑(24), 또는 전지 케이싱(24)의 측면 또는 하부이다. 가장 상세하게, 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44), 및 단부 플레이트(54) 중 적어도 하나는 뚜껑(24), 또는 전지 케이싱(24)의 측면 또는 하부, 바람직하게 뚜껑(54)에 구조되거나 스탬핑된다. 다른 보다 특정한 구체예에서, 단부 플레이트(54)는 뚜껑(24)의 일부이며(예를 들어, 구조되거나 스탬핑되며), 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44)는 도 1에 도시된 바와 같이 전지 케이싱(24) 내에 배치된다.

[0062]

제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44)는 배터리 분야에서 공지된 적합한 전도성 물질로 제조될 수 있다. 적합한 물질의 예는 알루미늄, 니켈 및 구리, 바람직하게 알루미늄을 포함한다. 바람직하게, 배터리 캔(22) (예를 들어, 전지 케이싱(24) 및 뚜껑(26)), 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44)는 실질적으로 동일한 금속들로 제조된다. 본원에서 사용되는 용어 "실질적으로 동일한 금속"은 제공된 전압, 예를 들어 배터리의 작동 전압에서 실질적으로 동일한 화학적 및 전기화학적 안정성을 갖는 금속을 의미한다. 더욱 바람직하게, 배터리 캔(22), 제 1 전도성 플레이트(42) 및 제 2 전도성 플레이트(44)는 알루미늄과 같은 동일한 금속으로 제조된다.

[0063]

전지 케이싱(24) (예를 들어, 전지 벽 또는 하부)은 필수적인 경우, 예를 들어 리튬 이온 배터리(10) 내의 게이지 압력이 약 10 kg/cm² 내지 약 20 kg/cm²의 값 보다 큰 경우에, 내부 공간(28)을 배기시키기 위한 수단으로서 적어도 하나의 배출 수단(58)을 포함한다. 일부 구체예에서, 제 2 전도성 플레이트(44)는 적어도 하나의 배출 수단, 예를 들어 벤트 스코어(46)를 포함하지만, 수단들이 정상적인 배터리 작동 조건에서 기밀을 제공하는 한 임의의 적합한 타입의 배출 수단이 이용될 수 있는 것으로 이해될 것이다.

[0064]

본원에서 사용되는 용어 "스코어(score)"는 전지 압력 및 임의의 내부 전지 부재들을 규정된 내부 게이지 압력 (예를 들어, 약 10 내지 약 20 kg/cm²)에서 방출되도록 디자인된, 전지 케이싱(24)과 같은 전지 케이싱의 섹션(들)의 부분 절개부(partial incision)를 의미한다. 바람직하게, 벤트 스코어는 사용자 또는 이웃한 전지로부터 떨어지게 지향적으로 위치된다. 도시된 바와 같이, 한개 초과개의 벤트 스코어가 사용될 수 있다. 일부 구체예에서, 패턴 벤트 스코어가 사용될 수 있다. 벤트 스코어는 전지 케이싱(24)의 형상을 형성시키는 동안에 전지 케이싱 물질의 주 신장(또는 드로잉(drawing)) 방향에 대해 평행하거나, 수직이거나, 비스듬할 수 있다. 또한 깊이, 외형 및 길이(크기)와 같은 벤트 스코어 성질들이 고려된다.

[0065]

본 발명의 배터리는 제 1 단자 또는 제 2 단자와 전기 소통하는, 바람직하게 제 1 단자와 전기 소통하는 정온도 계수층 (positive thermal coefficient layer; PTC)을 추가로 포함할 수 있다. 적합한 PTC 물질들은 당해 분야에 공지된 물질이다. 일반적으로, 적합한 PTC 물질들은 디자인 임계값(design threshold)을 초과하는 전기적 전류에 노출될 때, 온도를 십의 몇승 (예를 들어, 10⁴ 내지 10⁶ 또는 이의 초과) 증가함에 따라 이의 전기적 전도도가 감소하는 물질이다. 전기적 전류가 적합한 임계값 미만으로 감소되면, 일반적으로 PTC 물질은 실질적으로 초기 전기적 저항으로 되돌아간다. 일 적합한 구체예에서, PTC 물질은 다결정질 세라믹의 소량의 반도체 물질, 또는 그 안에 삽입된 카본 입자를 갖는 폴리머 또는 플라스틱 슬라임을 포함한다. PTC 물질의 온도가 임계점에 도달하면, 탄소 입자 삽입되어 있는 폴리머 또는 플라스틱 또는 반도체 물질은 전기 흐름에 대해 배리어를 형성하고, 전기 저항을 급격히 증가시킨다. 전기 저항이 급격히 증가하는 온도는 당해 공지되어 있는 바와

같이, PTC 물질의 조성을 조절함으로써 변동될 수 있다. PTC 물질의 "작업 온도"는 PTC가 최고 전기 저항과 최저 전기 저항 사이 대략 절반의 전기 저항을 나타내는 온도이다. 바람직하게는, 본 발명에 사용되는 PTC 층의 작업 온도는 약 70°C 내지 약 150°C이다.

[0066] 특정 PTC 물질의 예는 소량의 바륨 티타네이트(BaTiO₃)를 함유하는 다결정상 세라믹, 및 탄소 과립이 삽입된 폴리올레핀을 포함한다. 두개의 전도성 금속층들 사이에 샌드위치된 PTC 층을 포함하는 상업적으로 이용가능한 PTC 라미네이트의 예는 라이캠 코(Raychem Co)에 의해 제조된 LTP 및 LR4 시리즈를 포함한다. 일반적으로, PTC 층은 약 50 μm 내지 약 300 μm 범위의 두께를 갖는다.

[0067] 바람직하게, PTC 층은 전기적 전도성 표면을 포함하며, 이의 전체 면적은 배터리(10)의 뚜껑(26) 또는 하부의 전체 표면적의 적어도 약 25% 또는 적어도 약 50% (예를 들어, 약 48% 또는 약 56%)이다. PTC 층의 전기적 전도성 표면의 전체 표면적은 배터리(10)의 뚜껑(26) 또는 하부의 전체 표면적의 적어도 약 56%일 수 있다. 배터리(10)의 뚜껑(26)의 전체 표면적의 100% 이하가 PTC 층의 전기적 전도성 표면으로 점유될 수 있다. 대안적으로, 배터리(10)의 하부의 전체, 또는 일부는 PTC 층의 전기적 전도성 층으로 점유될 수 있다.

[0068] PTC 층은 전지 캔 (예를 들어, 전지 케이싱(24)의 뚜껑(22) 또는 하부)에 대해 내측 또는 외측에, 바람직하게 전지 캔에 대해 외측에, 예를 들어 전지 캔의 뚜껑(26) 위에 위치될 수 있다.

[0069] 바람직한 일 구체예에서, PTC 층은 제 1 전도성 층과 제 2 전도성 층 사이에 위치되며, 제 2 전도성 층의 적어도 일부는 제 1 단자의 적어도 일 부재이거나, 제 1 단자에 전기적으로 연결된다. 더욱 바람직한 구체예에서, 제 1 전도성 층은 피드-스루 장치에 연결된다. 제 1 전도성 층과 제 2 전도성 층 사이에 샌드위치된 PTC 층의 적합한 예는 2006년 6월 23일에 출원된 미국특허출원번호 11/474,081호에 기술되어 있으며, 이의 교시는 본원에 참조로 포함된다.

[0070] 일부 다른 구체예에서, 본 발명의 전지 또는 배터리는 도 1에 도시된 바와 같이, 프리즘형(prismatic)이다 (스택 또는 감겨진, 예를 들어 183665 또는 103450 배열). 바람직하게, 본 발명의 전지 또는 배터리는 타원형인 프리즘 형상을 갖는다. 본 발명이 모든 타입의 프리즘형 전지 케이싱을 사용할 수 있지만, 타원형의 전지 케이싱은 하기 기술된 두가지 특징들로 인하여 부분적으로 바람직하다.

[0071] 183665형 인자와 같은 타원형 형태의 이용가능한 내부 부피는 동일한 외부 부피의 스택과 비교하여 두개의 18650 전지의 부피보다 더 크다. 배터리 팩으로 조립되는 경우, 타원형 전지는 배터리 팩에 의해 점유되는 추가의 공간을 완전히 사용한다. 이것은 오늘날 산업에서 발견되는 것에 비교하여 전지 용량을 감소시키지 않으면서 주요 성능 특징을 증가시킬 수 있는 내부 전지 부재에 대해 신규한 디자인 변경을 가능하게 한다. 이용가능한 부피가 커질 수록, 보다 얇은 전극을 사용할 수 있고, 이는 비교적 더 높은 사이클 수명 및 더 높은 유량 용량을 갖는다. 또한, 타원형 캔은 보다 큰 가요성을 가질 수 있다. 예를 들어, 타원형 형태는 실린더형 형태의 캔과 비교하여 웨이스트 포인트(waist point)에서 더욱 가요적일 수 있는데, 실린더 형태의 캔은 스택 압력이 충전 시에 증가할 때 보다 적은 가요성을 허용한다. 증가된 가요성은 전극에 기계적 피로를 감소시키고, 이는 보다 높은 사이클 수명을 야기시킨다. 또한, 격리판 공극 막힘은 비교적 낮은 스택 압력에 의해 개선될 수 있다.

[0072] 비교적 높은 안전성을 허용하는 구체적으로 요망되는 특징은 프리즘형 배터리와 비교되는 타원형 형태의 배터리에서 얻을 수 있다. 타원형 형태는 젤리 롤에 고정된 스너그(snug)를 제공하며, 이는 배터리에 대해 필수적인 전해질의 양을 최소화시킨다. 비교적 적은 양의 전해질은 오용 시나리오(misuse scenario) 동안 보다 덜 이용가능한 반응성 물질을 초래하고, 이에 따라 보다 높은 안전성을 초래한다. 또한, 전해질을 보다 적게 사용함으로써 인해 비용은 낮아진다. 단면이 직사각형인, 적층된 전극 구조를 갖는 프리즘형 캔이 경우에, 실질적으로 전체 용적 사용은 불필요한 전해질 없이 가능하지만, 이러한 타입의 캔 디자인은 더욱 어려우며, 이에 따라 제작 관점에서 볼 때 더욱 고비용적이다.

[0073] 바람직하게, 적어도 하나의 전지는 도 1에 도시된 바와 같이, 프리즘형 전지 케이싱, 및 보다 바람직하게 타원형 전지 케이싱을 갖는다. 보다 바람직하게, 적어도 하나의 전지는 183665 형태를 갖는다. 바람직하게, 배터리 팩에서의 전지의 용량은 통상적으로 약 3.0 Ah 이상, 더욱 바람직하게 약 4.0 Ah 이상이다. 전지의 내부 임피던스는 바람직하게 약 50 밀리옴 미만, 더욱 바람직하게 30 밀리옴 미만이다.

[0074] 본 발명의 리튬-이온 배터리 및 배터리 팩은 휴대용 컴퓨터, 전동 공구(power tool), 장난감, 휴대폰, 캠코더, PDA 등과 같은 휴대용 전원 장치에 대해 사용될 수 있다. 리튬-이온 배터리를 이용한 휴대용 전자 장치에서, 이들의 충전은 일반적으로 4.20 V 충전 전압용으로 디자인된다. 이에 따라, 본 발명의 리튬 이온 배터리 및 배

터리 팩은 이러한 휴대용 전자 장치에 대해 특히 유용하다.

- [0075] 본 발명은 또한 상술된 바와 같이, 리튬 이온 배터리와 같은 배터리를 생산하는 방법을 포함한다. 이러한 방법은 상술된 바와 같이 전지 케이싱을 형성시키고, 전지 케이싱 내에 제 1 전극 및 제 2 전극을 배치시킴을 포함한다. 상술된 바와 같은 전류 차단 장치(예를 들어, 전류 차단 장치(28))가 전지 케이싱 내에 형성되고 전기적으로 연결된다.
- [0076] 본 발명의 리튬 이온 배터리에 대한 양극 및 음극, 및 전해질은 당해 분야에 공지된 적합한 방법에 의해 형성될 수 있다.
- [0077] 음극용 적합한 음극 활물질이 예는 리튬이 물질 중에 또는 물질로부터 도핑되거나 도핑되지 않은 임의의 물질을 포함한다. 이러한 물질의 예는 탄소질 물질(carbonaceous material), 예를 들어 비-흑연 탄소, 인공 탄소, 인공 흑연, 천연 흑연, 열분해 탄소(pyrolytic carbon), 석탄, 예를 들어 피치 코크(pitch coke), 니들 코크(needle coke), 원유 코크(petroleum coke), 흑연, 유기체 탄소, 또는 페놀 수지, 푸란 수지, 또는 유사한 탄소 섬유, 및 활성화된 탄소를 탄화시킴으로써 얻어진 열-처리된 유기 폴리머를 포함한다. 또한, 금속 리튬, 리튬 합금, 및 이들의 합금 또는 화합물은 음극 활물질로서 이용가능하다. 특히, 리튬을 지닌 합금 또는 화합물을 형성시킬 수 있는 금속 원소 또는 반도체 원소는 4족 금속 원소 또는 반도체 원소, 예를 들어 실리콘 또는 주석(그러나, 이에 제한되지 않음)일 수 있다. 특히, 코발트 또는 철/니켈과 같은 전이 금속으로 도핑된 비정질 주석은 이러한 타입의 배터리에서 애노드 물질로서 적합한 금속이다. 비교적 염기성 전위에서 옥사이드 중에 또는 이로부터 리튬이 도핑되거나 도핑되지 않을 수 있는 옥사이드, 예를 들어 철 옥사이드, 루테튬 옥사이드, 몰리브덴 옥사이드, 텅스텐 옥사이드, 티타늄 옥사이드, 및 주석 옥사이드, 및 니트라이드는 유사하게 음극 활물질로서 이용될 수 있다.
- [0078] 양극용 적합한 양극 활물질은 당해 분야에 공지된 임의의 물질, 예를 들어, 리튬 니켈레이트 (예를 들어, $\text{Li}_{1+x}\text{NiM}'\text{O}_2$), 리튬 코발레이트 (예를 들어, $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$), 올리빈-타입 화합물 (예를 들어, $\text{Li}_{1+x}\text{FePO}_4$), 망가네이트 스피넬 (예를 들어, $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-y}\text{O}_4$ (x_9 및 y_9 는 각각 독립적으로 0 이상 내지 0.3 이하임), 또는 $\text{Li}_{1+x_1}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'y_2)_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ (x_1 및 x_2 는 각각 독립적으로 0.01 이상 내지 0.3 이하이며; y_1 및 y_2 는 각각 독립적으로 0.0 이상 내지 0.3 이하이며; z_1 은 3.9 이상 내지 4.1 이하임), 및 이들의 혼합물을 포함한다. 적합한 양극 활물질의 여러 예는 2005년 12월 23일에 출원된 국제출원번호 PCT/US2005/047383호, 2006년 7월 12일에 출원된 미국특허출원번호 11/485,068호, 및 207년 6월 22일에 출원된 대리인 서류 번호 3853.1001-015의 "Lithium-Ion Secondary Battery" 명칭을 갖는 국제출원에서 발견될 수 있으며, 이러한 특허문헌들의 모든 전체 교시는 본원에 참조로 포함된다.
- [0079] 하나의 특정 구체예에서, 본 발명의 양극용 양극 활물질은 리튬 코발레이트, 예를 들어, $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ 를 포함한다. 보다 상세하게, 약 60-90 중량% (예를 들어, 약 80 중량%)의 리튬 코발레이트, 예를 들어, $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$, 및 40-10 중량% (예를 들어, 약 20 중량%)의 망가네이트 스피넬 (예를 들어, 약 100-115 mAh/g 을 가짐), 예를 들어, $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$, 바람직하게 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_4$ 의 혼합물이 본 발명에서 사용된다. 수치 x_1 은 0 이상 내지 0.3 미만이다(예를 들어, $0.05 \leq x_1 \leq 0.15$). 수치 z_1 은 3.9 이상 내지 4.2 이하이다. 수치 x_8 은 0 이상 내지 0.2 이하이다. 수치 z_8 은 1.9 이상 내지 2.1 이하이다.
- [0080] 다른 특정 구체예에서, 본 발명의 양극 활물질은 리튬 코발레이트, 예를 들어 $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ 및 실험식 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'y_2)_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 로 표시되는 망가네이트 스피넬을 포함하는 혼합물을 포함한다. 수치 x_1 및 x_2 는 각각 독립적으로 0.01 이상 내지 0.3 이하이다. 수치 y_1 및 y_2 는 각각 독립적으로 0.0 이상 내지 0.3 이하이다. 수치 z_1 은 3.9 이상 내지 4.2 이하이다. A'는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크롬으로 이루어진 군의 적어도 하나의 구성성분이다. 보다 상세하게, 리튬 코발레이트 및 망가네이트 스피넬은 약 0.95:0.05 및 약 0.9:0.1 내지 약 0.6:0.4의 리튬 코발레이트:망가네이트 스피넬의 중량비로 존재한다.
- [0081] 또다른 특정 구체예에서, 본 발명의 양극 활물질은 100%의 리튬 코발레이트, 예를 들어 $\text{Li}_{(1+x_8)}\text{CoO}_{z_8}$ 를 포함하는 혼합물을 포함한다.
- [0082] 또다른 특정 구체예에서, 본 발명의 양극 활물질은 a) 리튬 코발레이트; b) 리튬 니켈레이트; c)

$\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ 의 실험식으로 표시되는 망가네이트 스피넬; d) $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ 또는 $\text{Li}_{1+x9}\text{Mn}_{2-y9}\text{O}_4$ 의 실험식으로 표시되는 망가네이트 스피넬; 및 e) $\text{Li}_{(1-x10)}\text{A}''_{x10}\text{MPO}_4$ 의 실험식으로 표시되는 올리빈 화합물로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나의 리튬 옥사이드를 포함한다. $x1$, $z1$, $x9$ 및 $y9$ 의 수치는 상기에서 기술된 바와 같다. 수치 $x2$ 는 0.01 이상 내지 0.3 이하이다. $y1$ 및 $y2$ 의 수치는 각각 독립적으로 0.0 이상 내지 0.3 이하이다. A'는 마그네슘, 알루미늄, 코발트, 니켈 및 크롬으로 이루어진 균의 적어도 하나의 성분이다. 수치 $x10$ 은 0.05 이상 내지 0.2 이하이거나, 수치 $x10$ 은 0.0 이상 내지 0.1 이하이다. M은 철, 망간, 코발트, 및 마그네슘으로 이루어진 균의 적어도 하나의 성분이다. A''는 소듐, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 니켈 및 니오븀으로 이루어진 균의 적어도 하나의 성분이다.

[0083] 본 발명에서 사용될 수 있는 리튬 니켈레이트는 Li 원자 또는 Ni 원자, 또는 둘 모두의 적어도 하나의 개질체를 포함한다. 본원에서 사용되는 "개질체"는 LiNiO_2 의 결정 구조에서 Li 원자 또는 Ni 원자, 또는 둘 모두의 사이트를 차지하는 치환 원자를 의미한다. 일 구체예에서, 리튬 니켈레이트는 단지 Li 원자의 개질체, 또는 이에 대한 치환체 ("Li 개질체")를 포함한다. 다른 구체예에서, 리튬 니켈레이트는 단지 Ni 원자의 개질체, 또는 이에 대한 치환체 ("Ni 개질체")를 포함한다. 또다른 구체예에서, 리튬 니켈레이트는 Li 개질체 및 Ni 개질체 둘 모두를 포함한다. Li 개질체의 예는 바륨 (Ba), 마그네슘 (Mg), 칼슘 (Ca) 및 스트론튬 (Sr)을 포함한다. Ni 개질체의 예는 Li, 및 추가로 알루미늄 (Al), 망간 (Mn) 및 붕소 (B)에 대한 개질체를 포함한다. Ni 개질체의 다른 예는 코발트 (Co) 및 티타늄 (Ti)을 포함한다. 바람직하게, 리튬 니켈레이트는 LiCoO_2 로 코팅된다. 코팅은 예를 들어, 구배 코팅(gradient coating) 또는 스폿-형 코팅(spot-wise coating)일 수 있다.

[0084] 본 발명에서 사용될 수 있는 리튬 니켈레이트의 하나의 특정한 타입은 실험식 $\text{Li}_{x3}\text{Ni}_{1-z3}\text{M}'_{z3}\text{O}_2$ 로 표시되며, 상기 식에서, $0.05 < x3 < 1.2$ 및 $0 < z3 < 0.5$, M'는 Co, Mn, Al, B, Ti, Mg, Ca 및 Sr으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 원소이다. 바람직하게, M'는 Mn, Al, B, Ti, Mg, Ca 및 Sr으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 원소이다.

[0085] 본 발명에서 사용될 수 있는 리튬 니켈레이트의 다른 특정한 타입은 실험식 $\text{Li}_{x4}\text{A}^*_{x5}\text{Ni}_{(1-y4-z4)}\text{Co}_{y4}\text{Q}_{z4}\text{O}_a$ 로 표시되며, 여기서 $x4$ 는 약 0.1 이상 내지 1.3 이하이며; $x5$ 는 0.0 이상 내지 약 0.2 이하이며; $y4$ 는 0.0 이상 내지 약 0.2 이하이며; $z4$ 는 0.0 이상 내지 약 0.2 이하이며; a 는 약 1.5 초과 내지 약 2.1 미만이며; A*는 바륨 (Ba), 마그네슘 (Mg) 및 칼슘 (Ca)으로 이루어진 균의 적어도 하나의 성분이며; Q는 알루미늄 (Al), 망간 (Mn) 및 붕소 (B)로 이루어진 균의 적어도 하나의 성분이다. 바람직하게, $y4$ 는 0 보다 크다. 하나의 바람직한 구체예에서, $x5$ 는 0이며, $z4$ 는 0.0 초과 내지 약 0.2 이하이다. 다른 구체예에서, $z4$ 는 0이며, $x5$ 는 0.0 초과 내지 약 0.2 이하이다. 또다른 구체예에서, $x5$ 및 $z4$ 는 각각 독립적으로 0.0 초과 내지 약 0.2 이하이다. 또다른 구체예에서, $x5$, $y4$ 및 $z4$ 는 각각 독립적으로 0.0 초과 내지 약 0.2 이하이다. $x5$, $y4$ 및 $z4$ 가 각각 독립적으로 0.0 초과 내지 약 0.2 이하인 리튬 니켈레이트의 여러 예는 미국특허번호 제6,855,461호 및 제6,921,609호에서 발견될 수 있다[이러한 특허문헌의 전체 교시는 본원에 참조로 포함된다].

[0086] 리튬 니켈레이트의 특정 예는 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 이다. 바람직한 특정 예는 LiCoO_2 -코팅된 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 이다. 스폿-형 코팅된 캐소드에서, LiCoO_2 는 니켈레이트 코어 입자를 전체적으로 코팅하지 않는다. LiCoO_2 로 코팅된 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ 의 조성은 본래 Ni:Co:Al의 0.8:0.15:0.05 중량비로부터 약간 벗어날 수 있다. 이러한 이탈은 Ni에 대해 약 10-15%, Co에 대해 5-10%, 및 Al에 대해 2-4%의 범위일 수 있다. 리튬 니켈레이트의 다른 특정 예는 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 이다. 바람직한 특정 예는 LiCoO_2 -코팅된 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 이다. LiCoO_2 로 코팅된 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ 의 조성은 Mg:Ni:Co의 0.03:0.9:0.1 중량비를 약간 벗어날 수 있다. 이러한 이탈은 Mg에 대해 2-4%, Ni에 대해 10-15%, 및 Co에 대해 5-10%의 범위일 수 있다. 본 발명에서 사용될 수 있는 다른 바람직한 니켈레이트는 $\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$ 이며, 또한 "333-타입 니켈레이트"라 불리운다. 이러한 333-타입 니켈레이트는 임의적으로 상술된 바와 같이, LiCoO_2 로 코팅될 수 있다.

[0087] 본 발명에서 사용될 수 있는 리튬 코발레이트의 적합한 예는 Li 원자 또는 Co 원자 중 적어도 하나에 의해 개질

되는 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ 를 포함한다. Li 개질제의 예는 리튬 니켈레이트의 Li에 대해 상술된 바와 같다. Co 개질제의 예는 Li 및 알루미늄 (Al), 망간 (Mn) 및 붕소 (B)에 대한 개질제를 포함한다. 다른 예는 니켈 (Ni) 및 티타늄 (Ti)을 포함하며, 특히 실험식 $\text{Li}_x\text{M}'_y\text{Co}_{(1-z)}\text{M}''_z\text{O}_2$ 로 표시되는 리튬 코발레이트 [여기서, x6은 0.05 초과 내지 1.2 미만이며; y6은 0 초과 내지 0.1 미만이며; z6은 0 이상 내지 0.5 미만이며; M'는 마그네슘 (Mg) 및 소듐 (Na) 중 적어도 하나의 구성성분이며; M''는 망간 (Mn), 알루미늄 (Al), 붕소 (B), 티타늄 (Ti), 마그네슘 (Mg), 칼슘 (Ca) 및 스트론튬 (Sr)으로 이루어진 군의 적어도 하나의 구성성분임]는 본 발명에서 사용될 수 있다. 본 발명에서 사용될 수 있는 리튬 코발레이트의 다른 예는 비개질된 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ 예를 들어 LiCoO_2 이다. 하나의 특정 구체예에서, 리튬 코발레이트(예를 들어, LiCoO_2)는 Mg로 도핑되고/거나 ZrO_2 또는 $\text{Al(PO}_4\text{)}$ 와 같은 굴절성 옥사이드 또는 포스페이트로 코팅된다.

[0088] 이용되는 리튬 옥사이드 화합물은 구형 형태를 갖는 것이 특히 바람직한데, 왜냐하면 이는 팩킹(packing) 및 다른 생산-관련 특징을 개선시키는 것으로 여겨지기 때문이다.

[0089] 바람직하게, 리튬 코발레이트 및 리튬 니켈레이트 각각의 결정 구조는 독립적으로 R-3m 타입 그룹(변형된 능면체를 포함한 능면체)이다. 대안적으로, 리튬 니켈레이트의 결정 구조는 단사정계 공간 그룹(예를 들어, P2/m 또는 C2/m)으로 존재할 수 있다. R-3m 타입 공간 그룹에서, 리튬 이온은 "3a" 사이트(x=0, y=0 및 z=0)를 차지하고, 전이 금속 이온 (즉, 리튬 니켈레이트에서 Ni, 및 리튬 코발레이트에서 Co)은 "3b" 사이트 (x=0, y=0, z=0.5)를 차지한다. 산소는 "6a" 사이트 (x=0, y=0, z=z0, 여기서 z0는 이의 개질제(들)를 포함하는 금속 이온의 특징에 따라 변경됨)에 위치된다.

[0090] 본 발명에서 사용하기에 적합한 올리빈 화합물의 예는 일반적으로 일반식 $\text{Li}_{1-x_2}\text{A}''\text{x}_2\text{MPO}_4$ (여기서, x2는 0.5 이하이거나, x2는 0.0 이상 내지 0.1 이하이며; M은 Fe, Mn, Co, 또는 Mg로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 원소이며; A''는 Na, Mg, Ca, K, Ni, Nb로 이루어진 군으로부터 선택됨)로 표시된다. 바람직하게, M은 Fe 또는 Mn이다. 더욱 바람직하게, LiFePO_4 또는 LiMnPO_4 , 또는 둘 모두는 본 발명에서 사용된다. 바람직한 구체예에서, 올리빈 화합물은 비교적 높은 전기 전도성을 갖는 물질, 예를 들어 탄소로 코팅된다. 더욱 바람직한 구체예에서, 탄소-코팅된 LiFePO_4 또는 탄소-코팅된 LiMnPO_4 는 본 발명에서 사용된다. M이 Fe 또는 Mn인 올리빈 화합물의 여러 예는 미국특허번호 제5,910,382호에서 발견될 수 있다(이러한 특허문헌의 전체 교시는 본원에 참조로 포함된다).

[0091] 올리빈 화합물은 통상적으로 충전/방전 시에 결정 구조의 작은 변화를 갖는데, 이는 일반적으로 사이클 특징에 있어서 올리빈 화합물을 우수하게 만든다. 또한, 안정성은 일반적으로, 심지어 배터리가 고온 환경에 노출될 때에도 높다. 올리빈 화합물 (예를 들어, LiFePO_4 및 LiMnPO_4)의 다른 장점은 비교적 낮은 비용을 들인다.

[0092] 망가네이트 스피넬 화합물은 망간 베이스, 예를 들어 LiMn_2O_4 를 갖는다. 망가네이트 스피넬 화합물이 통상적으로 비교적 낮은 비용량(specific capacity)(예를 들어, 약 110 내지 115 mAh/g의 범위)을 갖지만, 이러한 것들은 전극들로 포블레이션될 때 비교적 높은 전력 전달을 가지고, 통상적으로 보다 높은 온도에서 화학적 반응성의 측면에서 안전하다. 망가네이트 스피넬 화합물의 다른 장점은 비교적 낮은 비용이다.

[0093] 본 발명에서 사용될 수 있는 망가네이트 스피넬 화합물의 하나의 타입은 실험식 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ 로 표시되며, 상기 식에서, A'는 Mg, Al, Co, Ni 및 Cr 중 하나 이상이며; x1 및 x2는 각각 독립적으로 0.01 이상 내지 0.3 이하이며; y1 및 y2는 각각 독립적으로 0.0 이상 내지 0.3 이하이며; z1은 3.9 이상 내지 4.1 이하이다. 바람직하게, A'는 M^{3+} 이온, 예를 들어 Al^{3+} , Co^{3+} , Ni^{3+} 및 Cr^{3+} , 더욱 바람직하게 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 스피넬 화합물은 LiMn_2O_4 와 비교하여 향상된 사이클 수명(cyclability), 및 전력을 가질 수 있다. 본 발명에서 사용될 수 있는 망가네이트 스피넬의 다른 타입은 실험식 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ 로 표시되며, 상기 식에서, x1 및 z1은 각각 독립적으로 상술된 바와 동일하다. 대안적으로, 본 발명의 망가네이트 스피넬은 실험식 $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{2-y_9}\text{O}_{z_9}$ 로 표시되는 화합물을 포함하며, 상기 식에서, x9 및 y9는 각각 독립적으로 0.0 이상 내지 0.3 미만 (예를 들어, $0.05 \leq x_9, y_9 \leq 0.15$)이며; z9는 3.9 이상 내지 4.2 이하이다. 본 발명에서 사용될 수 있는 망가네이트 스피넬의 특정 예는 $\text{LiMn}_{1.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_4$, $\text{Li}_{1+x_1}\text{Mn}_2\text{O}_4$,

$\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-y}\text{O}_4$, 및 Al 개질제 및 Mg 개질제로의 이들의 변형예를 포함한다. 타입 $\text{Li}_{(1+x)}(\text{Mn}_{1-y}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ 의 망가네이트 스피넬 화합물의 여러 다른 예들은 미국특허번호 제4,366,215호; 제5,196,270호; 및 제5,316,877호에서 발견될 수 있다(이러한 특허문헌의 전체 교시는 본원에 참조로 포함된다).

- [0094] 본원에 기술된 적합한 캐소드 물질은 이러한 것들이 도입된 리튬-이온 배터리의 제작에서 존재하는 실험식들에 의해 특징된다는데 주목한다. 이후에 이러한 것들의 특정 조성물들은 사용 (예를 들어, 충전 및 방전) 동안에 일어나는 이들의 전기화학적 반응을 변화시키는 것으로 이해된다.
- [0095] 적합한 비수성 전해질의 예는 전해질 염을 비수성 용매에 용해시킴으로써 제조된 비수성 전해질 용액, 고체 전해질(전해질 염을 함유한 무기 전해질 또는 폴리머 전해질), 및 전해질을 폴리머 화합물에 혼합하거나 용해시킴으로써 제조된 고체 또는 젤-형 전해질 등을 포함한다.
- [0096] 비수성 전해질 용액은 통상적으로 염을 유기 용매 중에 용해시킴으로써 제조된다. 유기 용매는 일반적으로 이러한 타입의 배터리에 사용되는 임의의 적합한 타입을 포함할 수 있다. 이러한 유기 용매의 예는 프로필렌 카르보네이트 (PC), 에틸렌 카르보네이트 (EC), 디에틸 카르보네이트 (DEC), 디메틸 카르보네이트 (DMC), 1,2-디메톡시에탄, 1,2-디에톡시에탄, γ -부티로락톤, 테트라히드로푸란, 2-메틸 테트라히드로푸란, 1,3-디옥솔란, 4-메틸-1,3-디옥솔란, 디에틸 에테르, 설펜, 메틸설펜, 아세토니트릴, 프로피오니트릴, 아니솔, 아세테이트, 부티레이트, 프로피오네이트 등을 포함한다. 환형 카르보네이트, 예를 들어 프로필렌 카르보네이트, 또는 사슬 카르보네이트, 예를 들어 디메틸 카르보네이트 및 디에틸 카르보네이트를 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 유기 용매는 단독으로 또는 두개 이상의 타입의 조합으로 사용될 수 있다.
- [0097] 첨가제 또는 안정화제, 예를 들어 VC (비닐 카르보네이트), VEC (비닐 에틸렌 카르보네이트), EA (에틸렌 아세테이트), TPP (트리페닐포스페이트), 포스파젠, 비페닐 (BP), 시클로헥실벤젠 (CHB), 2,2-디페닐프로판 (DP), 리튬 비스(옥살레이트)보레이트 (LiBoB), 에틸렌 설펜 (ES) 및 프로필렌 설펜이 또한 전해질 중에 존재할 수 있다. 이러한 첨가제는 애노드 및 캐소드 안정화제, 난연제 또는 가스 방출제로서 사용되며, 이는 배터리가 형성, 사이클 효율, 안전성 및 수명의 측면에서 보다 높은 성능을 갖게 한다.
- [0098] 고체 전해질은 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 용해된 폴리머 혼합물로 이루어진다. 폴리머 전해질용으로 사용되는 폴리머 화합물의 예는 에테르-계열 폴리머, 예를 들어 폴리에틸렌 옥사이드 및 가교된 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리메타크릴레이트 에테르-계열 폴리머, 아크릴레이트-계열 폴리머 등을 포함한다. 이러한 폴리머들은 단독으로, 또는 두개 종류 이상의 혼합물 또는 코폴리머의 형태로 사용될 수 있다.
- [0099] 젤 전해질의 기질은 폴리머가 상술된 비수성 전해질 용액을 흡수함으로써 겔화되는 한 임의의 폴리머일 수 있다. 젤 전해질용으로 사용되는 폴리머의 예는 플루오로카본 폴리머, 예를 들어 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF), 폴리비닐리덴-코-헥사플루오로프로필렌 (PVDF-HFP) 등을 포함한다.
- [0100] 젤 전해질용으로 사용되는 폴리머의 예는 또한 폴리아크릴로니트릴 및 폴리아크릴로니트릴의 코폴리머를 포함한다. 공중합을 위해 사용되는 모노머(비닐 계열 모노머)의 예는 비닐 아세테이트, 메틸 메타크릴레이트, 부틸 메타크릴레이트, 메틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 이타콘산, 수소첨가된 메틸 아크릴레이트, 수소첨가된 에틸 아크릴레이트, 아크릴아미드, 비닐 클로라이드, 비닐리덴 플루오라이드, 및 비닐리덴 클로라이드를 포함한다. 젤 전해질용으로 사용되는 폴리머의 예는 아크릴로니트릴-부타디엔 코폴리머 고무, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 코폴리머 수지, 아크릴로니트릴-염소첨가된 폴리에틸렌-프로필렌디엔-스티렌 코폴리머 수지, 아크릴로니트릴-비닐 클로라이드 코폴리머 수지, 아크릴로니트릴-메타크릴레이트 수지, 및 아크릴로니트릴-아크릴레이트 코폴리머 수지를 추가로 포함한다.
- [0101] 젤 전해질용으로 사용되는 폴리머의 예는 에테르 계열 폴리머, 예를 들어 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리에틸렌 옥사이드의 코폴리머, 및 가교된 폴리에틸렌 옥사이드를 포함한다. 공중합을 위해 사용되는 모노머의 예는 폴리프로필렌 옥사이드, 메틸 메타크릴레이트, 부틸 메타크릴레이트, 메틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트를 포함한다.
- [0102] 특히, 산화-환원 안정성의 관점에서부터, 플루오로카본 폴리머가 젤 전해질의 기질용으로 바람직하게 사용된다.
- [0103] 전해질에서 사용되는 전해질 염은 이러한 타입의 배터리에 대해 적합한 임의의 전해질 염일 수 있다. 전해질 염의 예는 LiClO_4 , LiAsF_6 , LiPF_6 , LiBF_4 , $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$, $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$, $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$, $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$, LiCl , LiBr 등을

포함한다. 일반적으로, 격리판은 배터리의 음극으로부터 양극을 분리한다. 격리판은 이러한 타입의 비수성 전해질 2차 배터리의 격리판, 예를 들어 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 두개 이상의 층형성 조합으로부터 제조된 미세다공성 폴리머를 형성시키기 위해 사용된 임의의 막형성 물질, 예를 들어 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 또는 두개 이상의 층형성 조합으로부터 제조된 미세다공성 폴리머 필름을 포함할 수 있다. 또한, 고체 전해질 또는 겔 전해질이 배터리의 전해질로서 사용되는 경우에, 격리판은 반드시 제공되어야 하는 것은 아니다. 유리 섬유 또는 셀룰로즈 물질로 제조된 미세다공성 격리판은 특정 경우에 또한 사용될 수 있다. 분리가 두께는 통상적으로 9 내지 25 μm 이다.

[0104]

일부 특정 구체예에서, 양극은 캐소드 분말을 특정 비율로 혼합함으로써 생산될 수 있다. 이후에 이러한 배합물의 90 중량%는 전도성 계제로서 5 중량%의 아세틸렌 블랙, 및 결합제로서 5 중량%의 PVDF와 함께 혼합된다. 이러한 혼합물은 슬러리를 제조하기 위해, 용매로서 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) 중에 분산된다. 이후에 이러한 슬러리는 약 20 μm 의 통상적인 두께를 갖는 알루미늄 전류 수집기 호일의 양쪽 표면에 도포되고, 약 100-150°C에서 건조된다. 이후에 건조된 전극은 롤 프레스에 의해 캘린더링되어, 가압된 양극을 획득한다. LiCoO_2 가 단독으로 양극으로서 사용될 때, 94 중량% LiCoO_2 , 3% 아세틸렌 블랙, 및 3% PVDF를 이용한 혼합물이 통상적으로 사용된다. 음극은 음극 활물질로서, 93 중량%의 흑연, 3 중량% 아세틸렌 블랙, 및 결합제로서 4 중량%의 PVDF를 혼합함으로써 제조될 수 있다. 음극 혼합물은 또한 슬러리를 제조하기 위해, 용매로서 N-메틸-2-피롤리돈 중에 분산된다. 음극 혼합 슬러리는 약 10 μm 의 통상적인 두께를 갖는 스트립형구리 음극 전류 수집기 호일의 양쪽 표면 상에 균질하게 도포된다. 이후에 건조된 전극은 롤 프레스에 의해 캘린더링되어 조밀한 음극을 획득한다.

[0105]

음극 및 양극, 및 25 μm 두께의 미세공극을 지닌 폴리에틸렌 필름으로 형성된 격리판은 일반적으로 적층되고, 나선으로 감겨져서 나선형 전극 부재를 형성시킨다.

[0106]

일부 구체예에서, 예를 들어 알루미늄으로 제조된 하나 이상의 양극 리드 스트립은 양 전류 전극에 부착되고, 이후에 본 발명의 배터리의 양단자에 전기적으로 연결된다. 예를 들어 니켈 금속으로 제조된 음극 리드는 음극에 연결되고 이후에 피드-스루 장치(16)와 같은 피드-스루 장치에 연결된다. 1M LiPF_6 와 함께 예를 들어 EC:DMC:DEC의 전해질은 본 발명의 리튬-이온 배터리의 전지 케이싱에 진공 충전되며, 여기서 전지 케이싱은 나선으로 감겨진 "젤리 롤"을 갖는다.

[0107]

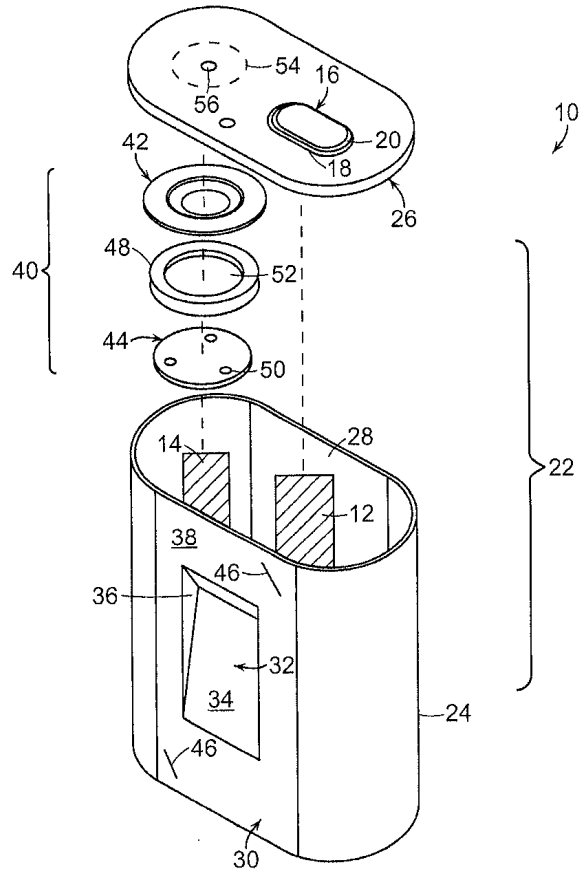
등가물

[0108]

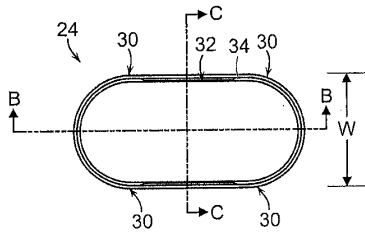
본 발명은 이의 바람직한 구체예를 참고로 하여 구체적으로 도시되고 기술되었지만, 당업자에게는 여러 형태의 변형 및 상세한 설명이 첨부된 청구범위에 의해 포함되는 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 이루어질 수 있는 것으로 이해될 것이다.

도면

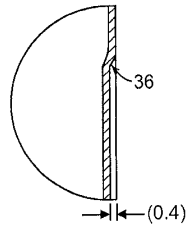
도면1



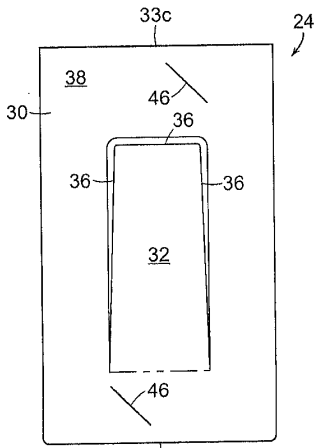
도면2



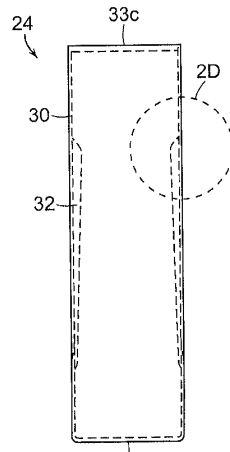
도 2a



도 2d

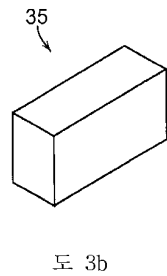
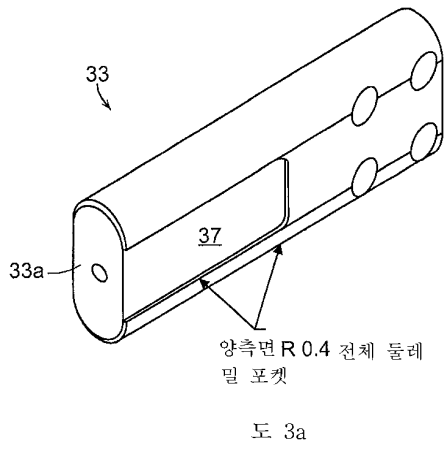


도 2b

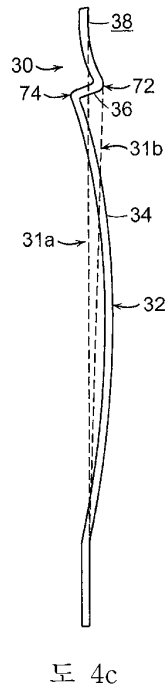
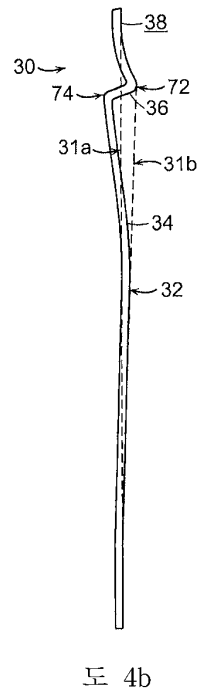
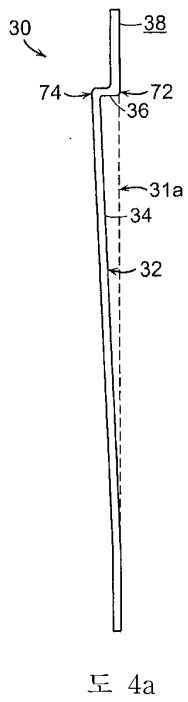


도 2c

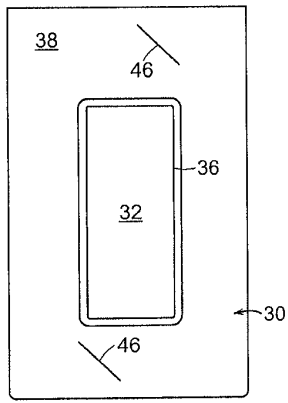
도면3



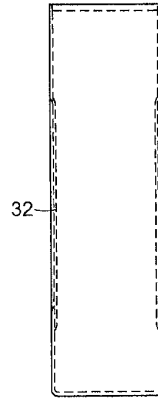
도면4



도면5

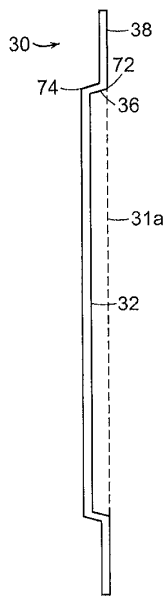


도 5a

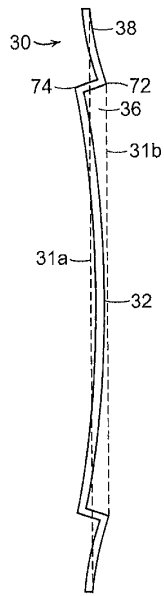


도 5b

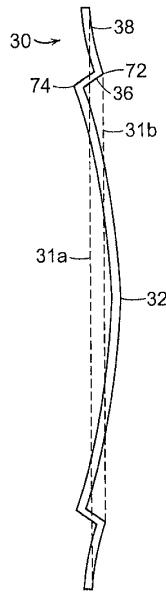
도면6



도 6a

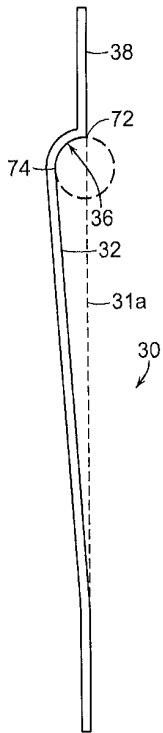


도 6b



도 6c

도면7



도면8

