



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0043761  
(43) 공개일자 2024년04월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01M 10/0585 (2010.01) H01M 10/04 (2015.01)  
 H01M 10/0525 (2010.01) H01M 10/613 (2014.01)  
 H01M 10/653 (2014.01) H01M 10/6552 (2014.01)  
 H01M 10/6561 (2014.01) H01M 10/6567 (2014.01)  
 H01M 4/66 (2006.01) H01M 4/70 (2006.01)  
 H01M 50/103 (2021.01)
- (52) CPC특허분류  
 H01M 10/0585 (2013.01)  
 H01M 10/0468 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7005278
- (22) 출원일자(국제) 2022년07월14일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년02월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2022/037049
- (87) 국제공개번호 WO 2023/003739  
 국제공개일자 2023년01월26일
- (30) 우선권주장  
 63/221,998 2021년07월15일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)
- (71) 출원인  
 에노빅스 코오퍼레이션  
 미국 94538 캘리포니아 프리몬트 웨스트 워런 애비뉴 3501
- (72) 발명자  
 부사카 로버트 에스  
 미국 94118 캘리포니아 샌프란시스코 맥칼리스트리트 2540  
 카이거 브렛  
 미국 30548 조지아 플라워리 브랜치 팩스 할로우 코트 6731  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 특허법인코리아나

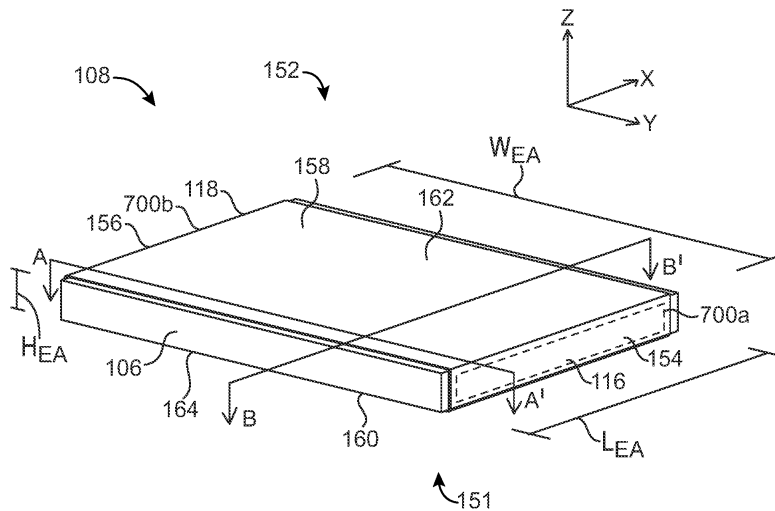
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 전극 조립체, 밀봉된 이차 전지 셀, 배터리 팩 및 방법

(57) 요약

충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 이차 전지 셀의 집단, 및 배터리 팩에 이차 전지 셀을 유지하는 프레임 구조를 갖는 배터리 팩이 제공되며, 이차 전지 셀의 집단의 멤버는 실질적으로 다면체 형상을 포함하는 전극 조립체를 가지며, 프레임은 서로 인접하게 배열되는 이차 전지의 집단의 서브셋을 포함하는 셀 어레이를 유지한다. 밀봉형 이차 전지 셀, 전극 어셈블리 및 충전 방법이 또한 설명되어 있다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

*H01M 10/0525* (2013.01)  
*H01M 10/613* (2015.04)  
*H01M 10/653* (2015.04)  
*H01M 10/6552* (2015.04)  
*H01M 10/6561* (2015.04)  
*H01M 10/6567* (2015.04)  
*H01M 4/661* (2013.01)  
*H01M 4/663* (2013.01)  
*H01M 4/70* (2013.01)

(72) 발명자

**라히리 아속**

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 페이서 스포링 코  
트 11842

**스포트니츠 로버트 엠**

미국 94588 캘리포니아 플레즌튼 델루치 드라이브  
2277

**교어 스펜서**

미국 94026 캘리포니아 멘로 파크 포스트오피스  
박스 7468

**찬드라세카란 라제스와리**

미국 94022 캘리포니아 로스 알토스 턴달 스트리트  
420

**라마수브라마니안 무랄리**

미국 94539 캘리포니아 프레몬트 사우스 모레이 스  
트리트 43970

**쏬 존 에스**

미국 94040 캘리포니아 마운틴 뷰 에드나머리 웨이  
1815 넘버이

**야오 강**

미국 94539 캘리포니아 프레몬트 우드크릭 테라스  
268

**로젠 로버트 키이스**

미국 95648 캘리포니아 링컨 체사피크 웨이 2640

(30) 우선권주장

63/222,010	2021년07월15일	미국(US)
63/222,015	2021년07월15일	미국(US)
63/222,295	2021년07월15일	미국(US)
63/222,296	2021년07월15일	미국(US)
63/222,299	2021년07월15일	미국(US)
63/350,641	2022년06월09일	미국(US)
63/350,679	2022년06월09일	미국(US)
63/350,687	2022년06월09일	미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이차 전지용 전극 조립체로서,

상기 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 서로 수직인 가로 축, 세로 축 및 수직 축, 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 상기 측면 표면은 상기 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 상기 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 상기 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 상기 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 상기 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,

상기 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 상기 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상기 세로 방향을 따라 교번하는 순서로 배열되는, 전극 조립체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층에 인접한 전극 집전체를 포함하며, 상기 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고, 상기 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층에 인접한 상대 전극 집전체를 포함하며, 상기 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하는, 전극 조립체.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전극 조립체는 단위 셀의 집단을 포함하고, 상기 단위 셀 집단의 각 멤버는, 상기 세로 방향으로 적층된 시리즈에서, 전극 집전체의 단위 셀 부분, 전극 활물질 층, 전기 절연 분리막, 상대 전극 활물질 층 및 상대 전극 집전체의 단위 셀 부분을 포함하는, 전극 조립체.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며 상기 상대 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 상기 대향하는 전극 집전체 표면 중 하나는 상기 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 상기 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 상기 비코팅 영역은 상기 전극 집전체의 상기 가로 단부 중 하나에 근접해 있는, 전극 조립체.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며 상기 상대 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 상기 대향하는 상대 전극 집전체 표면 중 하나는 상기 상대 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 상기 상대 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 상기 비코팅 영역은 상기 상대 전극 집전체의 상기 가로 단부 중 하나에 근접해 있는, 전극 조립체.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며 상기 상대 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 상기 대향하는 전극 집전체 표면 각각은 상기 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 상기 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 상기 비코팅 영역은 상기 전극 집전체의 상기 가로 단부 중 하나에

근접해 있는, 전극 조립체.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며 상기 상대 전극 집전체는 상기 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 상기 대향하는 상대 전극 집전체 표면 각각은 상기 상대 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 상기 상대 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 상기 비코팅 영역은 상기 상대 전극 집전체의 상기 가로 단부 중 하나에 근접해 있는, 전극 조립체.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층에 인접한 전극 집전체를 포함하며, 상기 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고, 상기 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층에 인접한 상대 전극 집전체를 포함하며, 상기 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고,

상기 전극 구조체 집단의 각 멤버는 상기 인접한 전극 활물질 층에 의해 부분적으로 코팅되는 전극 집전체를 포함하며, 상기 전극 집전체는 (i) 상기 인접한 전극 활물질 층에 의해 코팅되고 상기 인접한 전극 활물질 층의 상기 대향하는 제1 및 제2 가로 단부 사이에서 연장되는 전극 집전체 본체 영역, 및 (ii) 상기 전극 집전체의 제1 또는 제2 가로 단부에서의 전극 집전체 단부 영역을 가지며, 상기 전극 집전체 단부 영역은 상기 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 상기 인접한 전극 활물질 층의 상기 제1 또는 제2 가로 단부에 의해 경계를 이루고 이를 지나 연장되는, 전극 조립체.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층에 인접한 전극 집전체를 포함하며, 상기 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고, 상기 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층에 인접한 상대 전극 집전체를 포함하며, 상기 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고,

상기 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버는 상기 인접한 상대 전극 활물질 층에 의해 부분적으로 코팅되는 상대 전극 집전체를 포함하며, 상기 상대 전극 집전체는 (i) 상기 인접한 상대 전극 활물질 층에 의해 코팅되고 상기 인접한 상대 전극 활물질 층의 상기 대향하는 제1 및 제2 가로 단부 사이에서 연장되는 상대 전극 집전체 본체 영역, 및 (ii) 상기 상대 전극 집전체의 제1 또는 제2 가로 단부에서의 상대 전극 집전체 단부 영역을 가지며, 상기 상대 전극 집전체 단부 영역은 상기 상대 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 상기 인접한 상대 전극 활물질 층의 상기 제1 또는 제2 가로 단부에 의해 경계를 이루고 이를 지나 연장되는, 전극 조립체.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전극 조립체는 상기 전극 구조체 집단의 멤버로부터 전류를 전기적으로 모으기 위해 상기 전극 집전체의 상기 전극 집전체 단부 영역에 연결된 전극 버스바를 더 포함하는, 전극 조립체.

#### 청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전극 조립체는 상기 상대 전극 구조체 집단의 멤버로부터 전류를 전기적으로 모으기 위해 상기 상대 전극 집전체의 상기 상대 전극 집전체 단부 영역에 연결된 상대 전극 버스바를 더 포함하는, 전극 조립체.

#### 청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가로 방향으로의 상기 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ )는 상기 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 상기 인접한 전극 활물질 층의 상기 제1 또는 제2 가로 단부로부터 상기 전극 집전체 단부 영역이 상기 전극 버스바와 연결되는 영역까지 측정된 바와 같은, 전극 조립

체.

**청구항 13**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가로 방향으로의 상기 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이 ( $L_{\text{CER}}$ )는 상기 상대 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 상기 인접한 상대 전극 활물질 층의 상기 제1 또는 제2 가로 단부로부터 상기 상대 전극 집전체 단부 영역이 상기 상대 전극 버스바와 연결되는 영역까지 측정된 바와 같은, 전극 조립체.

**청구항 14**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수직 방향으로의 상기 전극 집전체 본체 영역의 높이 ( $H_{\text{BR}}$ )는 상기 전극 집전체 본체 영역의 대향하는 수직 표면 사이에서 측정된 바와 같은, 전극 조립체.

**청구항 15**

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수직 방향으로의 상기 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이 ( $H_{\text{CER}}$ )는 상기 상대 전극 집전체 본체 영역의 대향하는 수직 표면 사이에서 측정된 바와 같은, 전극 조립체.

**청구항 16**

충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 이차 전지 셀의 집단을 포함하는 배터리 팩, 및 상기 배터리 팩에 이차 전지 셀을 유지하는 프레임 포함하는, 상기 배터리 팩으로서,

- (a) 상기 이차 전지 셀 집단의 멤버는 정격 용량을 가지며 기밀 밀봉형 인클로저 및 상기 기밀 밀봉형 인클로저 내의 전극 조립체를 포함하고,
- (b) 상기 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상을 가지며,
- (c) 상기 전극 조립체는 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{\text{EA}}$ )을 둘러싸고 상기 대향하는 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 상기 측면 표면은 실질적으로 평평하고 상기 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 및 실질적으로 평평하고 상기 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 포함하며, 상기 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{\text{SA}}$ )을 갖고, 상기 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{\text{SA}}$ )을 갖고, 상기 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{\text{SA}}$ )을 가지며,  $V_{\text{SA}}$  대  $L_{\text{SA}}$  및  $T_{\text{SA}}$  각각의 비율은 적어도 5:1이며,
- (d) 상기 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 상기 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상기 전극 조립체 내에서 상기 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열되고,
- (e) 상기 프레임은 서로 인접하게 배열되는 상기 이차 전지 셀의 집단의 서브셋을 포함하는 셀 어레이를 유지하고, 상기 멤버는 상기 셀 어레이 내 인접한 멤버의 대향하는 수직 표면이 서로 마주하여 인접한 마주하는 수직 표면 쌍을 형성하도록 상기 셀 어레이에 배열되며, 상기 셀 어레이의 각각의 인접한 마주하는 수직 표면 쌍은 그 인접한 마주하는 영역을 포함하는, 배터리 팩.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 상기 수직 방향으로 서로 1 mm 미만으로 분리되는, 배터리 팩.

**청구항 18**

제16항 또는 제17항에 있어서, 상기 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 적어도 1 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 갖는 열 전도성 경로를 통해 서로 열 접촉하는, 배터리 팩.

**청구항 19**

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 상기 전극 조립체의 66%보다 큰 결합된 표면적을 구성하는, 배터리 팩.

**청구항 20**

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 상기 전극 조립체의 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성하는, 배터리 팩.

**청구항 21**

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 상기 전극 조립체의 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성하는, 배터리 팩.

**청구항 22**

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 상기 전극 조립체의 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성하는, 배터리 팩.

**청구항 23**

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 상기 전극 조립체의 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성하는, 배터리 팩.

**청구항 24**

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 상기 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성하는, 배터리 팩.

**청구항 25**

제16항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 배터리 팩은 상기 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 개수가 2개 인 셀 어레이를 포함하는, 배터리 팩.

**청구항 26**

제16항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 배터리 팩은 상기 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 개수가 3개 인 셀 어레이를 포함하는, 배터리 팩.

**청구항 27**

제16항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 배터리 팩은 상기 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 개수가 3개 초과인 셀 어레이를 포함하는, 배터리 팩.

**청구항 28**

제16항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 서브세트는 서로 열 접촉되는, 배터리 팩.

**청구항 29**

제16항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 배터리 팩은 복수의 셀 어레이를 포함하는, 배터리 팩.

**청구항 30**

제16항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 셀 어레이를 냉각시키는 냉각 튜브를 더 포함하는, 배터리 팩.

**발명의 설명**

## 기술분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2021년 7월 15일에 출원된, 미국 임시 특허 출원 일련 번호 제63/222,015호, 제63/222,295호, 제63/221,998호, 제63/222,296호, 제63/222,010호 및 제63/222,299호, 및 2022년 6월 9일에 출원된 미국 임시 특허 출원 일련 번호 제63/350,641호, 제63/350,679호 및 제63/350,687호의 혜택을 주장하며, 그 출원은 그 전문이 본원에 참조로 통합된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 일반적으로 이차 전지 셀과 같은 에너지 저장용 배터리 팩뿐만 아니라 배터리 팩에 사용하기 위한 이차 전지 셀, 전극 조립체 및 기타 구조체 및 충전 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0005] 로킹 체어(Rocking chair) 또는 삽입형 이차 전지는 리튬, 나트륨, 칼륨, 칼슘 또는 마그네슘 이온과 같은 캐리어 이온이 전해질을 통해 양극과 음극 사이를 이동하는 일종의 에너지 저장 장치이다. 이차 전지는 단일 배터리 셀, 또는 배터리를 형성하기 위해 전기적으로 결합된 둘 이상의 배터리 셀을 포함할 수 있으며, 각 배터리 셀은 양극, 음극, 미세다공성 분리막 및 전해질을 포함한다.

[0006] 로킹 체어 배터리 셀에서, 양극과 음극은 모두 캐리어 이온이 삽입되고 추출되는 물질을 포함한다. 셀이 방전되면, 음극에서 캐리어 이온이 추출되어 양극에 삽입된다. 셀이 충전되면, 역과정이 발생한다: 양극에서 캐리어 이온이 추출되어 음극에 삽입된다.

[0007] 이차 전지의 지속적인 과제 중 하나는 이차 전지의 충전 및 방전으로 인해 배터리에 상당한 양의 열이 발생하며, 이는 적절하게 제어되지 않으면 이차 전지가 손상되거나 심지어 치명적인 고장이 발생할 수 있다는 사실에 있다.

[0008] 따라서, 배터리의 신뢰성 및 사이클 수명을 개선하기 위해 이차 전지의 온도를 제어하고 이차 전지로부터의 열 전달을 제공할 필요가 여전히 남아 있다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0009] 따라서 간략하게 말하면, 본 개시의 양태는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 이차 전지 셀의 집단, 및 배터리 팩 내에 이차 전지 셀을 유지하는 프레임에 포함하는 배터리 팩에 관한 것이다. 이차 전지 셀 집단의 멤버는 정격 용량을 가지며 기밀 밀봉형 인클로저 및 기밀 밀봉형 인클로저 내의 전극 조립체를 포함한다. 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상을 갖는다. 전극 조립체는 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 표면(opposing longitudinal surface), 및 전극 조립체 세로 축( $A_{SA}$ )을 둘러싸고 대향하는 세로 단부 표면을 연결하는 외측면(lateral surface)으로서, 외측면은 실질적으로 평평하고 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면(opposing vertical surface)을 갖는, 상기 외측면, 및 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면(opposing transverse surface)을 포함하며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 가지며, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$ 와  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다. 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 조립체 내에서 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다. 프레임은 서로 인접하게 배열된 이차 전지 셀 집단의 서브세트를 포함하는 셀 어레이를 유지하며, 멤버는 셀 어레이에 배열되어 셀 어레이 내 인접한 멤버의 대향하는 수직 표면이 서로 마주하여 인접한 마주하는 수직 표면 쌍을 형성하도록 하며, 셀 어레이의 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍은 (i) 서로 1 mm 미만으로 분리되고 (ii) 적어도 1 W/mk의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 갖는 열 전도성 경로를 통해 서로 열 접촉하는 인접한 마주하는 영역을 포함한다.

[0010] 본 개시의 또 다른 양태는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀을 제공한다. 밀봉

형 이차 전지 셀은 폴리머 인클로저 물질을 포함하는 기밀 밀봉형 인클로저, 기밀 밀봉형 인클로저로 둘러싸인 전극 조립체, 전극 제약부 세트 및 적어도 100 mAmp · hr의 정격 용량을 포함한다. 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상, 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 외측면으로서, 외측면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면(opposing vertical surface)을 갖는, 상기 외측면, 및 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 가지며, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$ 와  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다. 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 교번하는 순서로 배열된다. 전극 제약부 세트는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 포함하는 수직 제약 시스템을 포함하며, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결되고, 수직 제약 시스템은 수직 방향으로 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있으며, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 (i) 5 내지 50  $\mu\text{m}$  범위에 있는 세로 방향으로 측정된 두께, 및 (ii) 100 MPa 보다 큰 항복 강도를 갖는다. 충전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 25% 미만이다. 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 외부 수직 표면을 포함한다. 기밀 밀봉형 인클로저의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 밀봉형 이차 전지 셀의 두께는 적어도 1 mm이며, 기밀 밀봉형 인클로저의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따르는 수직 방향으로의 이차 전지 셀의 열 전도도는 적어도 2 W/m · K이다.

[0011]

본 개시의 또 다른 양태는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀을 제공한다. 밀봉형 이차 전지 셀은 기밀 밀봉형 케이스, 기밀 밀봉형 케이스로 둘러싸인 전극 조립체, 및 적어도 100 mAmp · hr의 정격 용량을 포함한다. 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상, 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 외측면으로서, 외측면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 외측면, 및 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 포함하며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 가지며, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$ 와  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다. 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 교번하는 순서로 배열되고, 기밀 밀봉형 케이스는 세로 방향으로 분리된 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부, 및 제1 및 제2 케이스 단부를 연결하는 케이스 측벽을 가지며, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부 및 케이스 측벽은 전극 조립체 주위에 기밀 밀봉을 형성하고, 케이스 측벽은 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 측벽, 및 가로 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 가로 측벽을 포함하며, 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽에 연결되어 충전 상태와 방전 상태 사이의 이차 전지 셀의 사이클링 동안 수직 방향으로 전극 조립체의 성장을 제한하는, 수직 방향으로의 상위 및 하위 단부 표면을 포함하고, 상위 측벽 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 (i) 5 내지 50  $\mu\text{m}$  범위에 있는 세로 방향으로 측정된 두께, 및 (ii) 100 MPa보다 큰 항복 강도를 가지며, 충전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 25% 미만이다. 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 1 mm이며, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀의 열 전도도는 적어도 7.5 W/m · K이다.

[0012]

본 개시의 다른 양태들, 특징들 및 실시예들은 하기의 설명 및 도면에서 부분적으로 논의되고 부분적으로 명백해질 것이다.



**도면의 간단한 설명**

[0013]

- 도 1a는 전극 제약부 세트를 갖는 전극 조립체의 일 실시예의 사시도이다.
- 도 1b는 이차 전지용 3차원 전극 조립체의 일 실시예의 개략도이다.
- 도 1c는 도 1b의 전극 조립체의 삽입 단면도이다.
- 도 1d는 도 1b의 D선을 따라 절취된 도 1b의 전극 조립체의 단면도이다.
- 도 2는 전극 조립체 및 전극 제약부 세트를 포함하는 에너지 저장 장치 또는 이차 전지의 일 실시예의 분해도를 예시한다.
- 도 3a는 보조 전극을 갖는 전극 조립체의 실시예들의 Z-Y 평면에서의 단면을 예시한다.
- 도 3b는 내부에 개구를 갖는 제약 시스템을 갖는 전극 조립체의 실시예들의 X-Y 평면에서의 평면도를 예시한다.
- 도 4는 제약 시스템에 본딩된 전극 조립체의 일 실시예의 단면도이다.
- 도 5는 전극 집전체에 부착된 제약 시스템을 나타내는, 전극 조립체의 일 실시예의 평면도이다.
- 도 6a는 도 1a에 도시된 A-A' 선을 따라 절취된 전극 조립체의 일 실시예의 단면을 예시하고, 일차 및 이차 성장 제약 시스템의 실시예의 요소를 예시한다.
- 도 6b는 도 1a에 도시된 B-B' 선을 따라 절취된 전극 조립체의 일 실시예의 단면을 예시하고, 일차 및 이차 성장 제약 시스템의 실시예의 요소를 예시한다.
- 도 6c는 도 1a에 도시된 A-A' 선을 따라 절취된 전극 조립체의 일 실시예의 단면을 예시하고, 일차 및 이차 성장 제약 시스템의 실시예의 추가 요소를 예시한다.
- 도 7a는 밀봉형 이차 전지 셀 및 냉각 튜브를 갖는 배터리 팩의 일 실시예의 단면을 예시한다.
- 도 7b는 밀봉형 이차 전지 셀 및 압력 인가 구조체를 갖는 배터리 팩의 일 실시예의 단면을 예시한다.
- 도 8a 및 도 8b는 서로 다른 개수의 밀봉형 이차 전지 셀을 갖는 셀 어레이를 갖는 배터리 팩의 추가 실시예의 단면을 예시한다.
- 도 9는 밀봉형 이차 전지 셀 및 직교류 냉각 튜브를 갖는 배터리 팩의 다른 실시예의 단면을 예시한다.
- 도 10은 젤리 롤 이차 전지 셀의 예시적인 열 전도성 경로의 개략도를 예시한다.
- 도 11은 원통형 이차 전지 셀의 예시적인 열 전도성 경로의 개략도를 예시한다.
- 도 12는 본 개시의 양태에 따른 실질적으로 다면체 형상을 갖는 이차 전지 셀의 일 실시예의 예시적인 열 전도성 경로의 개략도를 예시한다.
- 도 13은 기밀 밀봉형 이차 전지 셀의 일 실시예의 사시도이다.
- 도 14는 도 12의 밀봉형 이차 전지 셀의 일 실시예의 분해도를 예시한다.
- 도 15는 밀봉형 이차 전지 셀의 실시예의 Z-Y 평면에서의 단면을 예시한다.
- 도 16은 도 15의 단면의 일 단부의 확대도이다.
- 도 17은 기밀 밀봉형 케이스의 바닥 부분에 있는 이차 전지 셀의 일 실시예의 평면도이다.
- 도 18은 기밀 밀봉형 케이스의 일 실시예의 사시도이다.
- 도 19는 도 18의 기밀 밀봉형 케이스의 일 실시예를 반대측에서 바라본 사시도이다.
- 도 20은 도 18-19의 기밀 밀봉형 케이스 내의 이차 전지 셀의 일 실시예의 분해도를 예시한다.
- 도 21은 기밀 밀봉형 케이스 내의 이차 전지 셀의 실시예의 Z-Y 평면에서의 단면을 예시한다.
- 도 22는 도 21의 단면의 일 단부의 확대도이다.
- 도 23a 내지 23d는 표 1 및 2에 설명된 바와 같이 C/25 CV 컷오프를 사용하여 1C에서 10C까지의 충전 속도로 테스트된 속도를 사용하여 표시된 사이클 동안 두 개의 서로 다른 셀(TM39713 및 TM40142)에 대한 전류(A) 및 전

압(V) 대 시간(분)을 도시한다.

도 24a 내지 24d는 표 3 및 4에 설명된 바와 같이, C/25 CV 단계의 모든 사이클에서 표준 C/3 충전 속도로 C/10 내지 4C 방전 속도로 테스트된 속도를 사용하여 표시된 사이클 동안 두 개의 서로 다른 셀(TM39713 및 TM40142)에 대한 전류(A) 및 셀 전압(V) 대 시간(분)을 도시한다. C/10 기준 사이클(52)은 미국 에너지부가 정의한 표준 테스트 프로토콜에 따라 10% SOC마다 1C 방전 펄스와 0.75C 충전 펄스를 갖는다.

도 25는 표 3 및 4에 설명된 바와 같이, C/25 CV 단계의 모든 사이클에서 표준 C/3 충전 속도로 C/5 내지 4C 방전 속도로 테스트된 속도를 사용하여 표시된 사이클 동안 셀(TM39713 (좌) 및 TM40142 (우))에 대한 셀 전압(V) 및 셀 온도(°C) 대 용량(Ah)을 도시한다.

도 26은 50번째 사이클마다 다중 속도 미국 에너지부 정의 진단 사이클을 갖는, 사이클 32 이상에 대해 6C 충전 및 1C 방전을 사용하여 TM39059 및 TM40136에 대한 셀 방전 용량(Ah), 평균 방전 전압(V) 및 DeltaAveCell\_V(V) 대 사이클 수를 도시한다.

도 27a 내지 27b는 EXP4049형 셀 TM39059에 대해 표시된 사이클 40 내지 180에 대한 충전(27a) 및 방전(27b)에 대한 셀 전압(V), 전류(암페어) 및 온도(°C) 대 용량(Ah)을 도시한다.

도 28은 다양한 C-속도에서의 충전 상태 대 사이클 시간 및 충전 시간을 도시한다.

도 29는 충전 속도 및 충전 상태까지의 분(minutes to state of charge)이다.

도 30은 방전 용량, 평균 방전 전압, 평균 충전과 방전 전압 간의 차이 DeltaAveCell\_V, 및 플로팅된(plotted) 정규화된 용량 유지율(사이클 32를 기준으로 사용) 대 사이클 수를 포함하여 C/25 CV 단계(CellInt=39059 및 CellInt=40136)의 6C/1C 충전/방전 속도로 사이클링된 셀과 비교하여 C/25 CV 단계(CellInt = 32266)의 0.33C/0.33C 충전/방전 속도를 사용하여 사이클링된 셀을 도시한다. 50번째 사이클마다 1C 방전 펄스 및 0.75C 충전 펄스의 C/10 방전과 표준 0.33C/0.33C 진단 사이클(도시되지 않음)을 사용하는 DOE 정의 진단 사이클이 있다.

도 31 내지 32는 다양한 충전 속도에 대한 충전 상태 대 시간을 도시한다.

도 33은 충전 속도 및 충전 상태까지의 분을 도시하는 차트이다.

도 34는 산업 목표 속도와 함께 다양한 충전 속도에 대한 충전 상태 대 시간을 도시한다.

도 35는 6C CCCV-1C 및 C/3 CCCV-C/3에 대한 % 용량 유지율 대 사이클 수를 도시한다.

도 36은 X-Z 평면의 단면을 따라 도시된 바와 같이, 전극 집전체 본체 영역과 전극 집전체 단부 영역을 갖는 전극 집전체를 포함하는 전극 구조체의 일 실시예, 및 상대 전극 집전체 본체 영역과 상대 전극 집전체 단부 영역을 갖는 상대 전극 집전체를 포함하는 상대 전극 구조체의 일 실시예를 도시한다.

도 37은 Y-X 평면의 단면을 따라 도시된 바와 같은, 도 36의 전극 구조체의 실시예 및 상대 전극 구조체의 실시예를 도시한다.

도 38은 전극 조립체의 가로 면 및 세로 면에 위치한 가스 격실을 포함하는 기밀 밀봉형 이차 전지 셀의 일 실시예를 도시한다.

도 39는 버스바 및/또는 상대 전극 버스바에 연결된 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체를 갖는 전극 및/또는 상대 전극 구조체의 일 실시예를 도시한다.

본 발명의 주제의 기타 양태들, 실시예들 및 특징들은 첨부 도면과 함께 고려할 때 하기의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 첨부된 도면들은 개략적인 것이며 일정한 비율로 그려지는 것이 아니다. 명확하게 하기 위해, 모든 도면에 모든 요소 또는 컴포넌트가 표시되어 있는 것은 아니며, 당업자가 본 발명의 주제를 이해하는 데 예시가 필요하지 않은 경우에는 본 발명의 주제의 각 실시예의 모든 요소 또는 컴포넌트가 도시되어 있는 것도 아니다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

#### 정의

본원에 사용된 바와 같은, 부정관사 및 정관사("a", "an" 및 "the")(즉, 단수 형태)는 문맥에서 달리 명확하게

[0014]

[0015]

명시되지 않는 한, 복수의 대상을 의미한다. 예를 들어, 한 경우에, "전극"에 대한 지칭은 단일 전극 및 복수의 유사한 전극 둘 모두를 포함한다.

- [0016] 본원에 사용된 "약" 및 "대략"은 명시된 값의  $\pm 10\%$ ,  $5\%$  또는  $1\%$ 를 지칭한다. 예를 들어, 한 경우에, 약  $250 \mu\text{m}$ 에는  $225 \mu\text{m}$  내지  $275 \mu\text{m}$ 가 포함된다. 추가 예로서, 한 경우에, 약  $1,000 \mu\text{m}$ 에는  $900 \mu\text{m}$  내지  $1,100 \mu\text{m}$ 가 포함된다. 달리 명시하지 않는 한, 명세서 및 청구범위에 사용된 양(예를 들어, 측정값 등) 등을 표현하는 모든 숫자는 모든 경우에 "약"이라는 용어로 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 달리 명시되지 않는 한, 다음 명세서 및 첨부된 청구범위에 명시된 수치 파라미터는 근사치이다. 각 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 자릿수를 고려하고 일반적인 반올림 기술을 적용하여 해석되어야 한다.
- [0017] 이차 전지의 상태와 관련하여 본원에 사용된 "충전 상태"는 이차 전지가 정격 용량의 적어도  $75\%$ 까지 충전된 상태를 지칭한다. 예를 들어, 배터리는 정격 용량의 적어도  $80\%$ , 정격 용량의 적어도  $90\%$ , 및 심지어 정격 용량의 적어도  $95\%$ (예컨대 정격 용량의  $100\%$ )까지 충전될 수 있다.
- [0018] 본원에 사용된 "C-속도"는 이차 전지가 방전되는 속도의 측정치를 지칭하며, 방전 전류를 배터리가 1시간 내에 공칭 정격 용량을 전달하는 이론적 전류 소모량으로 나눈 것으로 정의된다. 예를 들어, 1C의 C-속도는 1시간 내에 배터리를 방전시키는 방전 전류를 나타내고, 2C의 속도는  $1/2$  시간 내에 배터리를 방전시키는 방전 전류를 나타내고, C/2의 속도는 2 시간 내에 배터리를 방전시키는 방전 전류 나타내는 식이다.
- [0019] 이차 전지의 상태와 관련하여 본원에 사용된 "방전 상태"는 이차 전지가 정격 용량의  $25\%$  미만까지 방전된 상태를 지칭한다. 예를 들어, 배터리는 정격 용량의  $20\%$  미만(예컨대 정격 용량의  $10\%$  미만), 및 심지어 정격 용량의  $5\%$  미만(예컨대 정격 용량의  $0\%$ )까지 방전될 수 있다.
- [0020] 충전 상태와 방전 상태 사이의 이차 전지의 사이클링과 관련하여 본원에 사용된 "사이클"은 배터리를 충전 상태 또는 방전 상태 중 어느 하나인 제1 상태에서부터 제1 상태의 반대인 제2 상태(즉, 제1 상태가 방전된 경우 충전 상태, 또는 제1 상태가 충전된 경우 방전 상태)까지 주기적으로 순환시킨 다음, 배터리를 다시 제1 상태로 순환시켜 사이클을 완성하는 것을 지칭한다. 예를 들어, 충전 상태와 방전 상태 사이의 이차 전지의 단일 사이클은, 충전 사이클에서와 같이, 배터리를 방전 상태에서 충전 상태로 충전한 다음, 다시 방전 상태로 방전하여 사이클을 완료하는 것을 포함할 수 있다. 단일 사이클은 또한, 방전 사이클에서와 같이, 배터리를 충전 상태에서 방전 상태로 방전한 다음, 다시 충전 상태로 충전하여 사이클을 완료하는 것을 포함할 수 있다.
- [0021] 전극 조립체와 관련하여 본원에서 지칭된 "페렛(Feret) 직경"은 두 평면에 수직인 방향으로 측정된 전극 조립체를 제한하는 두 개의 평행한 평면 사이의 거리로 정의된다. 예를 들어, 세로 방향의 전극 조립체의 페렛 직경은 세로 방향에 수직인 전극 조립체를 제한하는 두 개의 평행한 평면 사이에서 세로 방향으로 측정된 거리이다. 또 다른 예로서, 가로 방향의 전극 조립체의 페렛 직경은 가로 방향에 수직인 전극 조립체를 제한하는 두 개의 평행한 평면 사이에서 가로 방향으로 측정된 거리이다. 또 다른 예로서, 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경은 수직 방향에 수직인 전극 조립체를 제한하는 두 개의 평행한 평면 사이에서 수직 방향으로 측정된 거리이다.
- [0022] 본원에 사용된 바와 같은 "세로 축", "가로 축" 및 "수직 축"은 상호 수직 축(즉, 각각이 서로 직교함)을 지칭한다. 예를 들어, 본원에 사용된 바와 같은 "세로 축", "가로 축" 및 "수직 축"은 3차원 측면 또는 배향을 정의하는 데 사용되는 데카르트 좌표계와 유사하다. 이와 같이, 본원의 발명 주제의 요소에 대한 설명은 요소의 3차원 배향을 설명하는 데 사용되는 특정 축 또는 축들로 제한되지는 않는다. 대안적으로 말하면, 축들은 본 발명 주제의 3차원적 측면을 참조할 때 상호 교환 가능할 수 있다.
- [0023] 본원에 사용된 바와 같은 "세로 방향", "가로 방향" 및 "수직 방향"은 상호 수직 방향(즉, 각각이 서로 직교함)을 지칭한다. 예를 들어, 본원에 사용된 바와 같이 "세로 방향", "가로 방향" 및 "수직 방향"은 일반적으로 3차원 측면 또는 배향을 정의하는 데 사용되는 데카르트 좌표계의 세로 축, 가로 축 및 세로 축에 각각 평행할 수 있다.
- [0024] 이차 전지의 충전 상태와 방전 상태 사이의 사이클링과 관련하여 본원에 사용된 바와 같은 "반복적인 사이클링"이란 방전 상태에서 충전 상태로, 또는 충전 상태에서 방전 상태로 1회 이상 사이클링하는 것을 지칭한다. 예를 들어, 충전 상태와 방전 상태 사이의 반복적인 사이클링은 예컨대 방전 상태에서 충전 상태로 충전, 다시 방전 상태로 방전, 다시 충전 상태로 충전 그리고 최종적으로 다시 방전 상태로 방전 시와 같이, 방전 상태에서 충전 상태로의 적어도 2회의 사이클링을 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 충전 상태와 방전 상태를 적어도 2회의 반복적인 사이클링은 충전 상태에서 방전 상태로 방전하고, 다시 충전 상태로 충전하고, 다시 방전 상

태로 방전하고, 마지막으로 다시 충전 상태까지 충전하는 것을 포함할 수 있다. 추가 예로서, 충전 상태와 방전 상태 사이의 반복적인 사이클링은 방전 상태에서 충전 상태까지 적어도 5회 사이클링, 심지어 적어도 10회 사이클링을 포함할 수 있다. 추가 예로서, 충전 상태와 방전 상태 사이의 반복적인 사이클링은 방전 상태에서 충전 상태까지 적어도 25회, 50회, 100회, 300회, 500회, 및 심지어 1000회 사이클링을 포함할 수 있다.

[0025] 이차 전지와 관련하여 본원에 사용된 바와 같은 "정격 용량"은 표준 온도 조건(25°C)에서 측정된 바와 같이 일정 기간 동안 지정된 전류를 전달하는 이차 전지의 용량을 지칭한다. 예를 들어, 정격 용량은 특정 시간 동안의 전류 출력을 결정하거나, 특정 전류에 대해 전류가 출력될 수 있는 시간을 결정하고 전류와 시간을 곱함으로써 Amp·hour 단위로 측정될 수 있다. 예를 들어, 정격 20Amp·hr 배터리의 경우, 정격 전류가 2암페어로 지정된 경우, 배터리는 10시간 동안 해당 전류 출력을 제공하는 것으로 이해될 수 있으며, 반대로 정격 시간이 10시간으로 지정된 경우, 배터리는 10시간 동안 2암페어를 출력하는 것으로 이해될 수 있다. 특히, 이차 전지의 정격 용량은 C-속도와 같은 특정 방전 전류에서의 정격 용량으로 주어질 수 있으며, 여기서 C-속도는 용량에 비해 배터리가 방전되는 속도의 척도이다. 예를 들어, 1C의 C-속도는 1시간 내에 배터리를 방전시키는 방전 전류를 나타내고, 2C는 1/2 시간 내에 배터리를 방전시키는 방전 전류를 나타내고, C/2는 2 시간 내에 배터리를 방전시키는 방전 전류 나타내는 식이다. 따라서, 예를 들어, 1C의 C-속도에서 20Amp·hr 정격의 배터리는 1시간 동안 20Amp의 방전 전류를 제공하는 반면, 2C의 C-속도에서 20Amp·hr 정격의 배터리는 1/2 시간 동안 40Amp의 방전 전류를 제공할 것이고, C/2의 C-속도에서 20Amp·hr 정격의 배터리는 2시간에 걸쳐 10Amp의 방전 전류를 제공할 것이다.

[0026] 전극 조립체의 치수와 관련하여 본원에 사용된 바와 같은 "최대 폭" $(W_{EA})$ 은 세로 방향으로 전극 조립체의 세로 단부 표면의 대향 지점으로부터 측정된 전극 조립체의 최대 폭에 해당한다.

[0027] 전극 조립체의 치수와 관련하여 본원에 사용된 바와 같은 "최대 길이" $(L_{EA})$ 는 가로 방향으로 전극 조립체의 측면 표면의 대향 지점으로부터 측정된 전극 조립체의 최대 길이에 해당한다.

[0028] 전극 조립체의 치수와 관련하여 본원에 사용된 바와 같은 "최대 높이" $(H_{EA})$ 는 가로 방향으로 전극 조립체의 측면 표면의 대향 지점으로부터 측정된 전극 조립체의 최대 높이에 해당한다.

[0029] 전극 조립체의 맥락에서 본원에 사용된 바와 같은 "실질적으로 다면체 형상"은 6개 이상의 평평한 표면을 갖는 형상이며, 특정 실시예들에서는 형상의 모서리 또는 꼭지점과 같은 곡선 표면적 영역을 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 본원에 사용된 바와 같이, "전극"이라는 용어, 예컨대 "전극 구조체" 또는 "전극 활물질"을 사용하여 물질 또는 구조체를 설명하는 각 실시예의 경우, 이러한 구조체 및/또는 물질은 특정 실시예들에서 "음극", 예컨대 "음극 구조체" 또는 "음극 활물질"의 구조체 및/또는 물질에 대응할 수 있음이 이해되어야 한다. 마찬가지로, 본원에 사용된 바와 같이 "상대 전극"이라는 용어, 예컨대 "상대 전극 구조체" 또는 "상대 전극 활물질"을 사용하여 물질 또는 구조체를 설명하는 각 실시예의 경우, 이러한 구조체 및/또는 물질은 특정 실시예들에서 "양극", 예컨대 "양극 구조체" 또는 "양극 활물질"의 구조체 및/또는 물질에 대응할 수 있음이 이해되어야 한다. 즉, 적합한 경우, 전극 및/또는 상대 전극에 대해 설명된 임의의 실시예들은 전극 및/또는 상대 전극이 각각 그 해당 구조체 및 물질을 포함한, 구체적으로 음극 및/또는 양극인 동일한 실시예들에 대응할 수 있다.

[0031] **상세한 설명**

[0032] 본 개시의 양태는 이차 전지용 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지, 및 밀봉형 이차 전지와 전극 조립체 중 어느 하나를 갖는 배터리 팩에 관한 것이다. 배터리 팩(900)의 일 실시예가 예를 들어 도 7 내지 9에 도시되어 있다. 배터리 팩(900)은 충전 상태와 방전 상태 사이를 순환하는, 예를 들어 도 1a 내지 1d 및 2에 도시된 바와 같이, 이차 전지(102)와 같은 하나 이상의 저장 장치(100)용일 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 이차 전지(102)는 배터리 인클로저(104), 전극 조립체(106) 및 캐리어 이온을 포함하는 이차 전지 셀(902)(도 7 내지 9 참조)을 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 비수성 액체 전해질도 배터리 인클로저 내에 보관될 수 있다. 특정 실시예들에서, 이차 전지(102)는 또한 전극 조립체(106)의 성장을 제한하는 제약 시스템(108)을 포함한다. 제약되는 전극 조립체(106)의 성장은 전극 조립체(106)의 하나 이상의 치수의 거시적 증가일 수 있다.

[0033] 도 1a 내지 1d를 참조하면, 일 실시예에서, 전극 조립체(106)는 적층 방향(즉, 도 1b의 적층 방향(D))으로 시리즈로 적층된 단위 셀(504)의 집단을 포함한다. 단위 셀 집단의 각 멤버는 전극 구조체(110), 상대 전극 구조체(112), 및 전극 구조체와 상대 전극 구조체 사이의 전기 절연 분리막(130)을 포함하여 전극 구조체와 상대 전극

구조체(110, 112)를 서로 전기적으로 절연시킨다. 일 예에서, 도 1b에 도시된 바와 같이, 전극 조립체는 교번하는 배열로 전극 구조체(110) 및 상대 전극 구조체를 포함하는 일련의 적층된 단위 셀(504)을 포함한다. 도 1c는 도 1b의 전극 조립체(106)를 갖는 이차 전지를 도시하는 삽입도이고, 도 1d는 도 1b의 전극 조립체(106)를 갖는 이차 전지의 단면도이다. 적층된 일련의 단위 셀(504a, 504b)의 다른 배열도 제공될 수 있다. 따라서, 전극 조립체는 전극 구조체의 집단, 상대 전극 구조체의 집단, 및 전극 및 상대 전극 집단의 멤버를 전기적으로 분리하는 전기 절연 분리막 물질의 집단을 포함할 수 있고, 단위 셀 집단의 각 멤버는 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 및 전극 구조체와 상대 전극 구조체 사이의 전기 절연 분리막을 포함한다.

[0034] 일 실시예에서, 전극 구조체(110)는 예를 들어 도 1a 내지 1d에 도시된 바와 같이, 전극 활물질 층(132) 및 전극 집전체(136)를 포함한다. 예를 들어, 전극 구조체는 하나 이상의 전극 활물질 층(132s) 사이에 배치된 전극 집전체(136)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전극 활물질 층(132)은 애노드 활물질을 포함하고, 전극 집전체(136)는 애노드 집전체를 포함한다. 마찬가지로, 일 실시예에서, 상대 전극 구조체(112)는 상대 전극 활물질 층(138) 및 상대 전극 집전체(140)를 포함한다. 예를 들어, 상대 전극 구조체(112)는 하나 이상의 상대 전극 활물질 층(138) 사이에 배치된 상대 전극 집전체(140)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상대 전극 활물질 층(138)은 캐소드 활물질을 포함하고, 상대 전극 집전체(140)는 캐소드 집전체를 포함한다. 또한, 전극 구조체 및 상대 전극 구조체(110 및 112)는 각각 본원에 설명된 특정 실시예 및 구조체로 제한되지 않으며, 본원에 구체적으로 설명된 것 이외의 다른 구성, 구조체 및/또는 물질이 또한 전극 구조체(110) 및 상대 전극 구조체(112)를 형성하기 위해 제공될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 특정 실시예들에 따르면, 단위 셀 집단의 각 단위 셀(504a, 504b)은, 적층된 시리즈에서, 전극 집전체(136)의 단위 셀 부분, 전극 활물질 층(132)을 포함하는 전극 구조체(110), 전극 활물질 층과 상대 전극 활물질 층 사이의 전기 절연 분리막(130), 상대 전극 활물질 층(138)을 포함하는 상대 전극 구조체(113), 및 상대 전극 집전체(140)의 단위 셀 부분을 포함한다. 특정 실시예들에서, 예를 들어 도 1c에 도시된 바와 같이, 전극 전류 집전체 및/또는 상대 전극 전류 집전체의 부분이 인접 단위 셀 사이에서 공유되고 있는 적층된 시리즈에서 서로 인접한 단위 셀에 대해 전극 집전체의 단위 셀 부분, 전극 활물질 층, 분리막, 상대 전극 활물질 층, 및 상대 전극 집전체의 단위 셀 부분의 순서가 뒤바뀌게 될 것이다.

[0035] 도 1a 내지 1d에 도시된 바와 같은 실시예에 따르면, 전극 및 상대 전극 구조체 집단(110 및 112)의 멤버는 각각 교번하는 순서로 배열되며, 교번하는 순서의 방향은 적층 방향(D)에 대응한다. 이 실시예에 따른 전극 조립체(106)는 서로 수직인 세로 축, 가로 축 및 수직 축을 더 포함하며, 세로 축( $A_{EA}$ )은 일반적으로 전극 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 적층 방향(D)에 대응하거나 평행하다. 도 1b의 실시예에 도시된 바와 같이, 세로 축( $A_{EA}$ )은 Y축에 해당하는 것으로 도시되고, 가로 축은 X축에 해당하는 것으로 도시되며, 수직 축은 Z축에 해당하는 것으로 도시된다. 본원의 개시의 실시예들에 따르면, 단위 셀 집단의 각 단위 셀(504) 내의 전극 구조체(110), 상대 전극 구조체(112) 및 전기 절연 분리막(130)은 단위 셀 집단의 적층 방향에 직교하는 수직 방향으로 분리된 대향하는 상위 및 하위 단부 표면을 갖는다. 예를 들어, 도 1c 및 4를 참조하면, 단위 셀 집단의 각 멤버의 전극 구조체(110)는 수직 방향으로 분리된 대향하는 상위 및 하위 단부 표면(500a, 500b)을 포함할 수 있고, 단위 셀 집단의 각 멤버의 상대 전극 구조체(110)는 수직 방향으로 분리된 대향하는 상위 및 하위 단부 표면(501a, 501b)을 포함할 수 있으며, 전기 절연 분리막(130)은 수직 방향으로 분리된 대향하는 상위 및 하위 단부 표면(502a, 502b)을 포함할 수 있다.

[0036] 도 1a 내지 1d를 참조하면, 일 실시예에 따르면, 전극 조립체(106)는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 서로 수직인 가로 축, 세로 축 및 수직 축, 세로 방향으로 서로 분리된 제1 세로 단부 표면(116) 및 제2 세로 단부 표면(118), 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)을 연결하는 측면 표면(142)을 갖는다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)의 표면적은 전극 조립체(106)의 표면적의 33% 미만이다. 예를 들어, 이러한 일 실시예에서, 각각 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)의 표면적의 합은 전극 조립체(106)의 전체 표면의 표면적의 25% 미만이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 각각 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)의 표면적의 합은 전극 조립체의 전체 표면의 표면적의 20% 미만이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 각각 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)의 표면적의 합은 전극 조립체의 전체 표면의 표면적의 15% 미만이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 각각 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)의 표면적의 합은 전극 조립체의 전체 표면의 표면적의 10% 미만이다.

[0037] 일 실시예에서, 측면 표면(142)은 세로 축의 대향 측면에 있고 세로 축에 직교하는 제1 방향으로 분리된 제1 및 제2 영역을 포함한다. 예를 들어, 측면 표면(142)은 X 방향으로의 대향하는 표면 영역(144, 146)(즉, 직사각형

프리즘의 측면) 및 Z 방향으로의 대향하는 표면 영역(148, 150)을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 측면 표면은 원통형 형상을 포함할 수 있다. 전극 조립체(106)는 세로 방향으로 측정된 최대 폭( $W_{EA}$ ), 측면 표면에 의해 경계를 이루고 가로 방향으로 측정된 최대 길이( $L_{EA}$ ), 및 측면 표면에 의해 경계를 이루고 수직 방향으로 측정된 최대 높이( $H_{EA}$ )를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 최대 길이( $L_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 2:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 길이( $L_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 5:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 길이( $L_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 10:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 길이( $L_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 15:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 길이( $L_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 20:1일 수 있다. 서로 다른 치수의 비율은 에너지 저장 장치 내에서 활물질의 양을 극대화하여 에너지 밀도를 증가시키는 최적의 구성을 허용할 수 있다.

[0038] 일부 실시예들에서, 최대 폭( $W_{EA}$ )은 최대 높이( $H_{EA}$ )보다 큰 전극 조립체(106)의 폭을 제공하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 2:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 5:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 10:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 15:1일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 높이( $H_{EA}$ )의 비율은 적어도 20:1일 수 있다.

[0039] 일 실시예에 따르면, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 길이( $L_{EA}$ )의 비율은 최적의 구성을 제공하는 미리 결정된 범위 내에 있도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 길이( $L_{EA}$ )의 비율은 1:5 내지 5:1의 범위일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 길이( $L_{EA}$ )의 비율은 1:3 내지 3:1의 범위일 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 최대 폭( $W_{EA}$ ) 대 최대 길이( $L_{EA}$ )의 비율은 1:2 내지 2:1의 범위일 수 있다.

[0040] 본 개시의 실시예들에 따르면, 단위 셀 집단의 멤버의 각 전극 구조체(110)는 전극 구조체(110)의 제1 및 제2 대향하는 가로 단부 표면(601a, 601b) 사이에서 가로 방향으로 측정된 길이( $L_E$ ), 및 전극 구조체의 상위 및 하위 대향하는 수직 단부 표면(500a, 500b) 사이에서 수직 방향으로 측정된 높이( $H_E$ ), 및 전극 구조체의 제1 및 제2 대향하는 표면(603a, 603b) 사이에서 세로 방향으로 측정된 폭( $W_E$ )을 포함하고, 단위 셀 집단의 멤버의 각 상대 전극 구조체는 상대 전극 구조체의 제1 및 제2 대향하는 가로 단부 표면(602a, 602b) 사이에서 가로 방향으로 측정된 길이( $L_{CE}$ ), 상대 전극 구조체의 상위 및 하위 제2 대향하는 수직 단부 표면(501a, 501b) 사이에서 수직 방향으로 측정된 높이( $H_{CE}$ ), 및 상대 전극 구조체의 제1 및 제2 대향하는 표면(604a, 604b) 사이에서 세로 방향으로 측정된 폭( $W_{CE}$ )을 포함한다.

[0041] 일 실시예에 따르면, 단위 셀 집단의 멤버의 전극 구조체에 대해,  $L_E$  대  $W_E$  및  $H_E$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1이고,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 약 2:1 내지 약 100:1의 범위이며, 단위 셀 집단의 멤버의 상대 전극 구조체에 대해,  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1이고,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 약 2:1 내지 약 100:1의 범위이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $L_E$  대  $W_E$  및  $H_E$  각각의 비율은 적어도 10:1이고,  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 적어도 10:1이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $L_E$  대  $W_E$  및  $H_E$  각각의 비율은 적어도 15:1이고,  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 적어도 15:1이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $L_E$  대  $W_E$  및  $H_E$  각각의 비율은 적어도 20:1이고,  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 적어도 20:1이다.

[0042] 일 실시예에서, 전극 구조체의 높이( $H_E$ ) 대 폭( $W_E$ )의 비율은 각각 적어도 0.4:1이다. 예를 들어, 일 실시예에서, 단위 셀 집단의 멤버의 각 전극 구조체에 대해,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 적어도 2:1일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 적어도 10:1일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 적어도 20:1일 것이다. 그러나, 일반적으로,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 일반적으로 각각 1,000:1 미만일 것이다. 예

를 들어, 일 실시예에서,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 500:1 미만일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 100:1 미만일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 10:1 미만일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 단위 셀 집단의 멤버의 각 전극 구조체에 대해,  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 각각 적어도 2:1 내지 약 100:1의 범위일 것이다.

[0043] 일 실시예에서, 상대 전극 구조체의 높이( $H_{CE}$ ) 대 폭( $W_{CE}$ )의 비율은 각각 적어도 0.4:1이다. 예를 들어, 일 실시예에서, 단위 셀 집단의 멤버의 각 상대 전극 구조체에 대해,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 적어도 2:1일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 적어도 10:1일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 적어도 20:1일 것이다. 그러나, 일반적으로,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 일반적으로 각각 1,000:1 미만일 것이다. 예를 들어, 일 실시예에서,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 500:1 미만일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 100:1 미만일 것이다. 추가적인 예로서, 일 실시예에서,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 10:1 미만일 것이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 단위 셀 집단의 멤버의 각 상대 전극 구조체에 대해,  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 각각 약 2:1 내지 약 100:1의 범위일 것이다.

[0044] 일 실시예에서, 단위 셀 집단은 전극 및 상대 전극 구조체(110 및 112)의 교번하는 순서를 포함할 수 있고, 에너지 저장 장치(100) 및 그 의도된 용도에 따라 임의 개수의 멤버를 포함할 수 있다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 더 일반적으로 말하면, 전극 구조체(110)의 집단과 상대 전극 구조체(112)의 집단은 각각 N개의 멤버를 갖고, N-1개의 전극 구조체 멤버(110) 각각은 2개의 상대 전극 구조체 멤버(112) 사이에 있고, N-1개의 상대 전극 구조체 멤버(112) 각각은 2개의 전극 구조체 멤버(110) 사이에 있고, N은 적어도 2이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, N은 적어도 4이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, N은 적어도 5이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, N은 적어도 10이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, N은 적어도 25이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, N은 적어도 50이다. 추가 예로서, 일 실시예에서, N은 적어도 100 이상이다.

[0045] 일 실시예에서, 전극 조립체(106)는 예를 들어 도 1a 및 1b에 예시된 바와 같이 전극 조립체(106)의 전반적인 거시적 성장을 제한하는 제약 시스템(108)에 의해 정의된 용적(V) 내에 둘러싸여 있다. 제약 시스템(108)은 전극 조립체(106)의 팽윤 및 변형을 감소시켜 제약 시스템(108)을 갖는 에너지 저장 장치(100)의 신뢰성 및 사이클링 수명을 향상시키는 것과 같이 하나 이상의 치수를 따라 전극 조립체(106)의 성장을 제한할 수 있다. 어느 하나의 특정 이론에 국한되지 않고, 이차 전지(102) 및/또는 전극 조립체(106)의 충전 및/또는 방전 중에 전극 구조체(110)와 상대 전극 구조체(112) 사이를 이동하는 캐리어 이온이 전극 활물질에 삽입되어, 전극 활물질 및/또는 전극 구조체(110)의 팽창을 야기할 수 있다고 여겨진다. 전극 구조체(110)의 이러한 팽창은 전극 및/또는 전극 조립체(106)가 변형 및 팽창하도록 하여, 전극 조립체(106)의 구조적 완전성을 손상시키고, 및/또는 전기 단락 또는 다른 고장의 가능성을 증가시킬 수 있다. 일 예에서, 에너지 저장 장치(100)의 사이클링 동안 전극 활물질 층(132)의 과도한 팽윤 및/또는 팽창 및 수축은 전극 활물질의 프래그먼트가 전극 활물질 층(132)으로부터 이탈 및/또는 박리되도록 하여 에너지 저장 장치(100)의 효율성 및 사이클링 수명을 저하시킬 수 있다. 또 다른 예에서, 전극 활물질 층(132)의 과도한 팽윤 및/또는 팽창 및 수축은 전극 활물질이 전기 절연 미세다공성 분리막(130)을 파손시켜 전극 조립체(106)의 전기 단락 및 기타 고장을 유발할 수 있다. 따라서, 제약 시스템(108)은 그렇지 않으면 에너지 저장 장치(100)의 신뢰성, 효율성 및/또는 사이클링 수명을 개선하기 위해 충전 상태와 방전 상태 사이의 사이클링으로 발생할 수 있는 이러한 팽윤 또는 성장을 제한한다.

[0046] 일 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)을 포함하는 제약 시스템(108)은 예를 들어 도 1a에 도시된 바와 같이, 세로 방향으로(즉, Y축에 평행한 방향으로) 전극 조립체(106)의 성장, 팽창 및/또는 팽윤 중 적어도 하나를 완화 및/또는 감소시키도록 제공된다. 예를 들어, 일차 성장 제약 시스템(151)은 전극 조립체(106)의 세로 단부 표면(116, 118)에서의 팽창을 반대함으로써 성장을 제한하도록 구성된 구조체를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 세로 방향(적층 방향)으로 서로 분리되어 있고, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 함께 연결하는 적어도 하나의 일차 연결 부재(162)와 함께 작동하여 적층 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한할 수 있는 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 포함한다. 예를 들어, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)는 전극 조립체(106)의 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)을 적어도 부분적으로 덮을 수 있고, 일차 성장 제약부(154, 156)를 서로 연결하는 연결 부재(162, 164)와 함께 작동하여 충전 및/또는 방전의 반복적인 사이클 동안 발생하는 전극 조립체(106)의 임의의 성장을 반대하고 제한할 수 있다.

[0047] 본원의 실시예들에 따르면, 일차 제약 시스템(151)은 이차 전지(102)의 20회 연속 사이클(충전 상태와 방전 상

태 사이의 사이클)에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체(106)의 페렛(Feret) 직경의 임의의 증가가 배터리의 사이클당 20% 미만이거나, 이차 전지의 10회 연속 사이클에 걸쳐 10% 미만이거나, 5회 연속 사이클에 걸쳐 10% 미만이거나, 또는 1% 미만이 되도록 세로 방향으로 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 일 실시예에서, 이차 전지의 20회 연속 사이클 및/또는 50회 연속 사이클에 걸쳐 적층 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가는 3% 미만 및/또는 2% 미만이다.

[0048] 일 실시예에 따르면, 제1 세로 표면 상의 전극 구조체 집단(110) 및 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버의 돌출부는 제1 돌출 영역(700a)을 외접하고, 제2 세로 표면 상의 전극 구조체 집단(110) 및 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버의 돌출부는 제2 돌출 영역(700b)을 외접하며, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)는 제1 및 제2 돌출 영역(700a, 700b) 위에 놓이는 제1 및 제2 압축 부재를 포함한다.

[0049] 추가로, 이차 전지(102)의 충전 및 방전 과정을 통한 반복적인 사이클링은 전극 조립체(106)의 세로 방향(예를 들어, 도 1a의 Y축)으로의 성장 및 변형을 유도할 수 있을 뿐만 아니라, 세로 방향에 직교하는 방향, 위에서 논의한 바와 같이, 예컨대 가로 및 수직 방향(예를 들어, 도 1a에서 각각 X축 및 Z축)으로도 성장 및 변형을 유도할 수 있다. 또한, 특정 실시예들에서, 한 방향으로의 성장을 제한하기 위한 일차 성장 제약 시스템(151)의 통합은 하나 이상의 다른 방향으로의 성장 및/또는 팽윤을 악화시킬 수도 있다. 예를 들어, 세로 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한하기 위해 일차 성장 제약 시스템(151)이 제공되는 경우, 충전 및 방전의 사이클 동안 캐리어 이온의 인터칼레이션(intercalation)과 그에 따른 전극 구조체의 팽윤은 하나 이상의 다른 방향으로의 변형을 유도할 수 있다. 특히, 일 실시예에서, 전극 성장/팽윤 및 세로 성장 제약부의 조합에 의해 생성된 변형은 수직 방향(예를 들어, 도 1a에 도시된 Z축)으로, 또는 심지어 가로 방향(예를 들어, 도 1a에 도시된 X축)으로 전극 조립체(106)의 좌굴(buckling) 또는 다른 고장(들)을 초래할 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시예에서, 전극 조립체(106)의 다수의 축을 따라 전극 조립체(106)의 성장을 제한하기 위해 일차 성장 제약 시스템(151)과 함께 작동할 수 있는 이차 성장 제약 시스템(152)이 제공된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 이차 성장 제약 시스템(152)은 일차 성장 제약 시스템(151)과 연동되거나 또는 다른 방식으로 상승적으로 작동하도록 구성될 수 있어, 전극 조립체(106)의 전체 성장이 전극 조립체(106)와 일차 및 이차 성장 제약 시스템(151 및 152)을 각각 갖는 이차 전지의 개선된 성능 및 감소된 고장 발생률을 부여하도록 제한될 수 있다.

[0050] 일 실시예에서, 제1 및 제2 연결 부재(158, 160)를 포함하는 이차 제약 시스템(152)은 이차 전지의 20회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 배터리의 사이클당 20% 미만이거나, 이차 전지의 10회 연속 사이클에 걸쳐 10% 미만이거나, 5회 연속 사이클에 걸쳐 10% 미만이거나, 1% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 일 실시예에서, 이차 전지의 20회 연속 사이클 및/또는 50회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가는 3% 미만 및/또는 2% 미만이다.

[0051] 도 6a 내지 6c를 참조하면, 전극 조립체(106)에 대한 일차 성장 제약 시스템(151) 및 이차 성장 제약 시스템(152)을 갖는 제약 시스템(108)의 일 실시예가 도시되어 있다. 도 6a는 결과적인 2-D 단면이 수직 축(Z축)과 세로 축(Y축)으로 예시되도록, 세로 축(Y축)을 따라 절취된 도 1a의 전극 조립체(106)의 단면을 도시한다. 도 6b는 결과적인 2D 단면이 수직 축(Z축)과 가로 축(X축)으로 예시되도록, 가로 축(X축)을 따라 절취된 도 1a의 전극 조립체(106)의 단면을 도시한다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 일차 성장 제약 시스템(151)은 일반적으로 세로 방향(Y축)을 따라 서로 분리되어 있는 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 각각 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)는 각각 전극 조립체(106)의 제1 세로 단부 표면(116)을 적어도 부분적으로 또는 심지어 전체적으로 덮는 제1 일차 성장 제약부(154), 및 전극 조립체(106)의 제2 세로 단부 표면(118)을 적어도 부분적으로 또는 심지어 전체적으로 덮는 제2 일차 성장 제약부(156)를 포함한다. 또 다른 버전에서, 일차 성장 제약부 중 하나 이상이 전극 조립체(106)의 내부 구조체를 포함하는 경우와 같이, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156) 중 하나 이상은 전극 조립체(106)의 세로 단부 표면(116, 118) 내부에 있을 수 있다. 일차 성장 제약 시스템(151)은 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 연결하고 세로 방향에 평행한 주축을 가질 수 있는 적어도 하나의 일차 연결 부재(162)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 일차 성장 제약 시스템(151)은 예컨대 실시예에 도시된 바와 같이 수직 축(Z축)을 따라, 세로 축에 직교하는 축을 따라 서로 분리된 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164)를 각각 포함할 수 있다. 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164)는 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 서로 연결하고, 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)가 서로 장력을 유지하여 전극 조립체(106)의 세로 축을 따라 성장을 제한하는 역할을 할 수 있다.

[0052] 도 6a 내지 6c에 또한 도시된 바와 같이, 제약 시스템(108)은 일반적으로 세로 방향에 직교하는 제2 방향을 따라, 예컨대 도시된 실시예에서 수직 축(Z축)을 따라, 서로 분리되는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를



각각 포함할 수 있는 이차 성장 제약 시스템(152)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 제1 이차 성장 제약부(158)는 전극 조립체(106)의 측면 표면(142)의 제1 영역(148)을 가로질러 적어도 부분적으로 연장되고, 제2 이차 성장 제약부(160)는 제1 영역(148)에 대항되는 전극 조립체(106)의 측면 표면(142)의 제2 영역(150)을 가로질러 적어도 부분적으로 연장된다. 또 다른 버전에서, 이차 성장 제약부 중 하나 이상이 전극 조립체(106)의 내부 구조체를 포함하는 경우와 같이, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160) 중 하나 이상은 전극 조립체(106)의 측면 표면(142) 내부에 있을 수 있다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 각각 수직 축과 같이 제2 방향에 평행한 주축을 가질 수 있는 적어도 하나의 이차 연결 부재(166)에 의해 연결된다. 이차 연결 부재(166)는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 각각 서로 장력으로 연결하고 유지하여 세로 방향에 직교하는 방향을 따라 전극 조립체(106)의 성장을 제한, 예컨대 수직 방향으로의(예를 들어, Z축을 따라) 성장을 제한하는 역할을 할 수 있다. 도 6a에 도시된 실시예에서, 적어도 하나의 이차 연결 부재(166)는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(154, 156) 중 적어도 하나에 대응할 수 있다. 그러나, 이차 연결 부재(166)는 이에 제한되지 않으며, 대안적으로 및/또는 추가로 다른 구조체 및/또는 구성을 포함할 수 있다.

[0053] 일 실시예에 따르면, 일차 및 이차 성장 제약 시스템(151, 152)은 각각 일차 성장 제약 시스템(151)의 부분이 이차 성장 제약 시스템(152)의 부분으로 협력적으로 작용하고 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)의 부분이 일차 성장 제약 시스템(151)의 부분으로 협력적으로 작용하도록 협력하여 작동하도록 구성된다. 예를 들어, 도 6a 및 6b에 도시된 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)의 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164)는 각각 세로 방향에 직교하는 제2 방향으로의 성장을 제한하는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)의 적어도 일부 또는 심지어 전체 구조체의 역할을 할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기에 언급된 바와 같이, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156) 중 하나 이상은 각각 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 각각 연결하는 하나 이상의 이차 연결 부재(166) 역할을 할 수 있다. 반대로, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)의 적어도 일부는 각각 일차 성장 제약 시스템(151)의 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164) 역할을 각각 할 수 있으며, 이차 성장 제약 시스템(152)의 적어도 하나의 이차 연결 부재(166)는, 일 실시예에서, 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156) 중 하나 이상의 역할을 할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)의 각각 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)의 적어도 하나의 이차 연결 부재(166) 중 적어도 일부는 세로 방향에 직교하는 가로 방향으로의 성장을 제한하는 각각 제1 및 제2 삼차 성장 제약부(157, 159) 중 적어도 일부 또는 심지어 전체 구조체의 역할을 할 수 있다. 따라서, 일차 및 이차 성장 제약 시스템(151, 152)은 각각 전극 조립체(106)의 성장을 제한하기 위해 컴포넌트 및/또는 구조체를 공유할 수 있다.

[0054] 일 실시예에서, 제약 시스템(108)은 배터리 인클로저(104)의 외부 및/또는 내부에 있거나 배터리 인클로저(104) 자체의 일부일 수 있는 구조체인 일차 및 이차 성장 제약부, 및 일차 및 이차 연결 부재와 같은 구조체를 포함할 수 있다. 특정 실시예들에서, 배터리 인클로저(104)는 예를 들어 내부에 액체 전해질을 밀봉하고, 및/또는 외부 환경으로부터 전극 조립체(106)를 밀봉하기 위한 밀봉형 인클로저일 수 있다. 일 실시예에서, 제약 시스템(108)은 배터리 인클로저(104)뿐만 아니라 다른 구조적 컴포넌트를 포함하는 구조체의 조합을 포함할 수 있다. 이러한 일 실시예에서, 배터리 인클로저(104)는 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)의 컴포넌트일 수 있으며; 달리 말하면, 일 실시예에서, 배터리 인클로저(104)는, 단독으로든 또는 하나 이상의 다른 구조체(배터리 인클로저(104) 내부 및/또는 외부, 예를 들어 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152))과의 조합으로든, 전극 적층 방향(D)으로의 및/또는 적층 방향(D)에 직교하는 제2 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 일 실시예에서, 일차 성장 제약부(154, 156) 및 이차 성장 제약부(158, 160) 중 하나 이상은 전극 조립체 내부에 있는 구조체를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)은 배터리 인클로저(104)의 어떤 부분도 형성하지 않으며, 대신 배터리 인클로저(104) 이외의 하나 이상의 개별 구조체(배터리 인클로저(104) 내부 및/또는 외부)는 전극 적층 방향(D)으로의 및/또는 적층 방향(D)에 직교하는 제2 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 또 다른 실시예에서, 일차 및 이차 성장 제약 시스템은 기밀 밀봉형 배터리 인클로저와 같은 밀봉형 배터리 인클로저일 수 있는 배터리 인클로저 내에 있다. 전극 조립체(106)는 전극 조립체(106)를 갖는 에너지 저장 장치(100) 또는 이차 전지의 반복적인 사이클링 동안 전극 조립체(106)의 성장 및/또는 팽윤에 의해 가해지는 압력보다 더 큰 압력으로 제약 시스템(108)에 의해 제한될 수 있다.

[0055] 하나의 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 전극 조립체(106)의 일부로서 전극 구조체(110)를 갖는 이차 전지(102)의 반복적인 사이클링 시 적층 방향(D)으로 전극 구조체(110)에 의해 생성된 압력을 초과하는 압력을 가함으로써 적층 방향(D)으로의 전극 구조체(110)의 성장을 제한하는 배터리 인클로저(104) 내의 하나 이상의 개별 구조체(들)을 포함한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 전극 조립체(106)의 일부로서 상대 전극 구조체(112)를 갖는 이차 전지(102)의 반복적인 사이클링 시 적층 방향(D)으로

의 상대 전극 구조체(112)에 의해 생성된 압력을 초과하는 압력을 적층 방향(D)으로 가함으로써 적층 방향(D)으로 상대 전극 구조체(112)의 성장을 제한하는 배터리 인클로저(104) 내의 하나 이상의 개별 구조체를 포함한다. 이차 성장 제약 시스템(152)은 마찬가지로 각각 전극 또는 상대 전극 구조체(110, 112)를 갖는 이차 전지(102)의 반복적인 사이클링 시 제2 방향으로 각각 전극 또는 상대 전극 구조체(110, 112)에 의해 생성된 압력을 초과하는 압력을 제2 방향으로 가함으로써, 적층 방향(D)에 직교하는 제2 방향으로, 예컨대 수직 축(Z축)을 따라, 전극 구조체(110)와 상대 전극 구조체(112) 중 적어도 하나의 성장을 제한하는 배터리 인클로저(104) 내에 하나 이상의 개별 구조체를 포함할 수 있다.

[0056]

또 다른 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)의 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)는, 세로 방향으로, 각각 전극 조립체(106)의 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)에 압력을 가함으로써, 즉 예컨대 가로 축 및/또는 수직 축을 따라 전극 조립체(106)의 측면 표면(142)의 제1 및 제2 영역에 대항하는 것과 같이 세로 방향에 직교하는 방향인 전극 조립체(106)의 다른 표면에 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)에 의해 가해지는 압력을 초과하는 압력을 가함으로써 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 즉, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)는 가로(X축) 및 수직(Z축) 방향과 같이, 이와 직교하는 방향으로 생성되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향(Y축)으로 가할 수 있다. 예를 들어, 이러한 일 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 적층 방향(D)에 수직인 두 방향 중 적어도 하나 또는 심지어 두 방향 모두에서 적어도 3배만큼 일차 성장 제약 시스템(151)에 의해 전극 조립체(106) 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력으로 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118) 상에서(즉, 적층 방향(D)으로) 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 추가 예로서, 이러한 일 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 적층 방향(D)에 수직인 두 방향 중 적어도 하나 또는 심지어 두 방향 모두에서 적어도 4배만큼 일차 성장 제약 시스템(151)에 의해 전극 조립체(106) 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력으로 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118) 상에서(즉, 적층 방향(D)으로) 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다. 추가 예로서, 이러한 일 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 적층 방향(D)에 수직인 두 방향 중 적어도 하나 또는 심지어 두 방향 모두에서 적어도 5배만큼 전극 조립체(106) 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력으로 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118) 상에서(즉, 적층 방향(D)으로) 전극 조립체(106)의 성장을 제한한다.

[0057]

이제 도 6c를 참조하면, 제약 시스템(108)을 갖는 전극 조립체(106)의 일 실시예가 도 1a에 도시된 바와 같이 A-A' 선을 따라 절취된 단면으로 도시되어 있다. 도 6c에 도시된 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 전극 조립체(106)의 세로 단부 표면(116, 118)에 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 포함할 수 있으며, 이차 성장 제약 시스템(152)은 전극 조립체(106)의 측면 표면(142)의 대항하는 제1 및 제2 표면 영역(148, 150)에 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 포함한다. 이 실시예에 따르면, 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 연결하고 세로 방향에 직교하는 제2 방향(예를 들어, 수직 방향)으로 서로 장력으로 성장 제약부를 유지하도록 적어도 하나의 이차 연결 부재(166) 역할을 할 수 있다. 그러나, 추가로 및/또는 대안으로, 이차 성장 제약 시스템(152)은 전극 조립체(106)의 세로 단부 표면(116, 118) 이외의 영역에 위치되는 적어도 하나의 이차 연결 부재(166)를 포함할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 이차 연결 부재(166)는 전극 조립체의 세로 단부(116, 118) 내부에 있고, 성장을 제한하기 위해 전극 조립체(106)의 세로 단부(116, 118)에 또 다른 내부 일차 성장 제약부 및/또는 일차 성장 제약부와 함께 작용할 수 있는 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156) 중 적어도 하나로서 작용할 수 있는 것으로 이해될 수 있다. 도 6c에 도시된 실시예를 참조하면, 전극 조립체(106)의 중앙 영역을 향하는 것과 같이 전극 조립체(106)의 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)으로부터 각각 멀어지는 방향으로 세로 축을 따라 이격된 이차 연결 부재(166)가 제공될 수 있다. 이차 연결 부재(166)는 전극 조립체 단부 표면(116, 118)으로부터 내부 위치에서 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 각각 연결할 수 있고, 해당 위치에서 이차 성장 제약부(158, 160) 사이에 장력을 받을 수 있다. 일 실시예에서, 단부 표면(116, 118)으로부터 내부 위치에서 이차 성장 제약부(158, 160)를 연결하는 이차 연결 부재(166)는 세로 단부 표면(116, 118)에서 일차 성장 제약부(154, 156) 역할도 하는 이차 연결 부재(166)와 같이, 전극 조립체 단부 표면(116, 118)에 제공된 하나 이상의 이차 연결 부재(166)에 추가로 제공된다. 또 다른 실시예에서, 이차 성장 제약 시스템(152)은 세로 단부 표면(116, 118)에 이차 연결 부재(166)가 있거나 없는, 세로 단부 표면(116, 118)으로부터 이격된 내부 위치에서 각각 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)와 연결되는 하나 이상의 이차 연결 부재(166)를 포함한다. 내부 이차 연결 부재(166)는 또한 일 실시예에 따라 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)로서 작용하는 것으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 내부 위치(들)에 위치한 이차 연결 부재(166) 중 적어도 하나는 아래에 더 자세히 설명되는 바와 같이 전극 또는 상대 전극 구조체(110, 112)의 적어도 일부를 포함할 수 있다.

[0058]

보다 구체적으로, 도 6c에 도시된 실시예와 관련하여, 이차 성장 제약 시스템(152)은 전극 조립체(106)의 측면 표면(142)의 상위 영역(148) 위에 놓이는 제1 이차 성장 제약부(158), 및 전극 조립체(106)의 측면 표면(142)의

하위 영역(150) 위에 놓이는 대향하는 제2 이차 성장 제약부(160)를 포함할 수 있으며, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 수직 방향으로(즉, Z축을 따라) 서로 분리되어 있다. 추가로, 이차 성장 제약 시스템(152)은 전극 조립체(106)의 세로 단부 표면(116, 118)으로부터 이격된 적어도 하나의 내부 이차 연결 부재(166)를 더 포함할 수 있다. 내부 이차 연결 부재(166)는 Z축에 평행하게 정렬될 수 있고 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 각각 연결하여 성장 제약부가 서로 장력을 유지하도록 하고, 이차 제약 시스템(152)의 적어도 일부를 형성할 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 하나의 내부 이차 연결 부재(166)는, 단독으로든 또는 전극 조립체(106)의 세로 단부 표면(116, 118)에 위치된 이차 연결 부재(166)와의 조합으로든, 전극 조립체(106)를 갖는 에너지 저장 장치(100) 및/또는 이차 전지(102)의 반복적인 충전 및/또는 방전 동안, 수직 방향으로(즉, Z축을 따라) 제1 및 이차 성장 제약부(158, 160) 사이에서 장력을 받아 수직 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 감소시킬 수 있다. 또한, 도 6c에 도시된 바와 같은 실시예에서, 제약 시스템(108)은 전극 조립체(106)의 상위 및 하위 측면 표면 영역(148, 150) 각각에서 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164) 각각에 의해 연결되는 전극 조립체(106)의 세로 단부(117, 119)에 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 갖는 일차 성장 제약 시스템(151)을 더 포함한다. 일 실시예에서, 이차 내부 연결 부재(166) 자체는 이차 내부 연결 부재(166)와 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)가 각각 위치될 수 있는 전극 조립체(106)의 세로 단부(117, 119) 사이에 세로 방향으로 놓인 전극 조립체(106)의 각 부분에 제약 압력을 가하기 위해 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156) 중 하나 이상과 협력하여 작용하는 것으로 이해될 수 있다.

[0059] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164)(이는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)와 동일할 수 있음)는 각각 전극(110) 또는 상대 전극(112) 구조체, 또는 전극 조립체(106)의 다른 내부 구조체의 적어도 일부를 포함하는 이차 연결 부재(166)에 연결된다. 일 실시예에서, 제1 일차 연결 부재(162)(이는 제1 이차 성장 제약부(158)일 수 있음)는 단위 셀 집단(504)의 멤버의 서브세트(515)의 전극 및/또는 상대 전극 구조체(110, 112)의 상위 단부 표면(들)(500a, 501a)에 연결된다. 또 다른 실시예에서, 제2 일차 연결 부재(164)(이는 제2 이차 성장 제약부(160)일 수 있음)는 단위 셀 집단(504)의 멤버의 서브세트(515)의 전극 또는 상대 전극 구조체(110, 112)의 하위 단부 표면(들)(500b, 501b)에 연결된다. 상위 단부 표면(들)에서 연결되는 단위 셀 멤버의 서브세트(515)는 하위 단부 표면(들)에서 연결되는 단위 셀 멤버의 서브세트와 동일할 수도 있거나, 또는 다를 수도 있다. 일 실시예에서, 제1 및/또는 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 이차 연결 부재(166)를 형성하는 전극 조립체의 다른 내부 구조체에 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 제1 및/또는 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 단위 셀 집단(504)의 멤버에서, 전극 집전체(136), 전극 활물질 층(132), 상대 전극 집전체(140) 및 상대 전극 활물질 층(138) 중 하나 이상을 포함하는 전극 구조체(110) 및/또는 상대 전극 구조체(112)의 상위 및/또는 하위 단부 표면에 연결될 수 있다. 또 다른 예에서, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 전기 절연 분리막(130)의 상위 및/또는 하위 단부 표면에 연결될 수 있다. 따라서, 이차 연결 부재(166)는, 특정 실시예들에서, 단위 셀 집단(504)의 멤버에서, 전극 집전체(136), 전극 활물질 층(132), 상대 전극 집전체(140) 및 상대 전극 활물질 층(138) 중 하나 이상을 포함하는 전극 구조체(110) 및/또는 상대 전극 구조체(112) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 도 3a 내지 3b를 참조하면, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)가 단위 셀 집단의 멤버의 서브세트의 전극 집전체(136)를 포함하는 이차 연결 부재(166)에 연결되는 실시예들이 도시되어 있다. 도 4에서, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 전극 집전체(136)를 포함하는 전극 구조체(110)를 포함하는 이차 연결 부재(166)에 연결된다. 일 실시예에서, 전극 구조체(110)의 집단의 멤버는 수직 방향으로 대향하는 상위 및 하위 단부 표면(510a, 510b)을 갖는 전극 집전체(136)를 포함하고, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 수직 방향으로 대향하는 상위 및 하위 단부 표면(509a, 509b)을 갖는 상대 전극 집전체(140)를 포함하며, 제1 및 제2 연결 부재(162, 164)는 전극 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 서브세트의 전극 및/또는 상대 전극 집전체의 수직 단부 표면에 연결된다.

[0060] 도 4를 참조하면, 일 실시예에서, 수직 방향으로 분리된 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164)는 각각 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 연결하고, 전극 또는 상대 전극 집단(110, 112)의 멤버의 서브세트에 추가로 연결된다. 본원의 실시예들에 따르면, 제1 및 제2 연결 부재(158, 160)는 서브세트(500a, 501a, 500b, 501b)의 상위 및 하위 단부 표면이 전기 절연성, 열가소성, 핫 멜트 접착제(511)에 의해 각각 접착되는 대향하는 상위 및 하위 내부 표면(400a, 400b)을 갖는다. 일부 실시예들에서, 핫 멜트 접착제(511)는 이에 제한되는 것은 아니나, EAA(ethylene-co-acrylic acid), EMAA(ethylene-co-methacrylic acid), 기능화된 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌, 및 이들의 조합으로부터 선택된 물질을 포함한다. 예를 들어, 일 실시예에서, 핫 멜트 접착제는 EAA 및 EMAA 코폴리머의 혼합물을 포함한다. 일 실시예에서, 핫 멜트 접착제(511)는 약 10 내지 약 100 마이크로미터 범위의 두께 및 미리 결정된 패턴 기하학적 형상을 갖는 필름 모양을 갖는다.

[0061] 도 3a 내지 3b를 참조하면, 일 실시예에서, 제1 및/또는 제2 일차 연결 부재(162, 164)(이는 제1 및/또는 제2

이차 성장 제약부(158, 160)와 동일하거나 다를 수 있음)는 각자의 수직 두께( $T_c$ )를 통해 형성된 개구(176)를 포함한다. 본원의 실시예들에 따르면, 개구(176)는 보조 전극(686)으로부터 제1 및/또는 제2 일차 연결 부재(162, 164)를 통해 단위 셀 집단의 멤버로 캐리어 이온의 흐름을 위한 통로를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제약 시스템(108)으로 둘러싸인 용적(V) 외부에 위치한, 예를 들어 제1 및/또는 제2 일차 연결 부재(162, 164) 외부에 포지셔닝된 보조 전극(686)의 경우, 보조 전극(686)으로부터 제공된 캐리어 이온은 개구를 통과하여 제약부 내부의 전극 조립체의 단위 셀 멤버에 접근할 수 있다. 보조 전극(686)은 선택적으로는 예를 들어 스위치 및/또는 제어 유닛(미도시)에 의해 단위 셀 멤버들의 전극 구조체(110) 및/또는 상대 전극 구조체(112) 중 하나 이상에 전기적으로 연결되거나 결합될 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 보조 전극은 보조 전극으로부터 전극 및/또는 상대 전극 구조체로의 캐리어 이온의 흐름을 제공하기 위해 단위 셀 집단의 멤버의 상대 전극 구조체 및/또는 전극 구조체에 (예를 들어, 분리막을 통해) 전기적으로 또는 다른 방법으로 결합된다. 전해적으로 결합됨으로써, 캐리어 이온이 전해질을 통해, 예를 들어 보조 전극에서 전극 및/또는 상대 전극 구조체(110, 112)로 전달될 수 있을 뿐만 아니라 전극 및 상대 전극 구조체(110, 112) 사이에서 전달될 수 있음을 의미한다. 보조 전극(686)은 또한 예컨대 일련의 와이어 또는 다른 전기 연결부에 의해 전극 및/또는 상대 전극 구조체에 직접적으로 또는 간접적으로 전기적으로 결합된다.

[0062] 제1 일차 연결 부재(162)를 도시하는 전극 조립체(106)의 평면도를 도시하는 도 5에 도시된 실시예에서, 개구(176)는 세로 방향 및/또는 적층 방향(Y 방향)으로 배향된 세장형(elongated) 치수를 갖고 복수의 단위 셀 멤버에 걸쳐 연장되는 슬롯 형상(slot-shape)을 포함한다. 개구(176)의 다른 형상 및/또는 구성도 제공될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 복수의 개구는 적층 방향 및 수직 방향에 직교하는 가로 방향으로 서로 이격된 복수의 슬롯(178)을 포함하고, 각 슬롯(178)은 적층 방향으로 배향된 세로 축( $L_s$ )을 갖고, 각 슬롯은 단위 셀 집단의 복수의 멤버에 걸쳐 연장된다. 일부 실시예들에서, 제1 및/또는 제2 일차 연결 부재(162, 164)는 개구(176)에 인접한 내부 표면(400a, 400b)의 본딩 영역(901a, 901b)을 포함한다. 본딩 영역(901a, 901b)은 예를 들어 전극 및/또는 상대 전극 집단(110, 112)의 멤버의 서브세트에 접촉하기 위해 핫 멜트 접착제(511)와 같은 접착제가 제공되는 영역을 포함할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 개구(176)는 세로 방향으로 연장되는 복수의 슬롯을 포함하고, 전극 및/또는 상대 전극 집단(110, 112)의 멤버의 서브세트에 부착되는 본딩 영역(901a, 901b)은 제1 및/또는 제2 연결 부재(158, 160)의 슬롯 사이에 내부 표면 영역(400a, 400b)에 위치된다.

[0063] 이제 도 2를 참조하면, 본 개시의 제약 시스템(108)을 갖는 이차 전지 셀(902)(도 7 내지 9 참조)을 포함하는 이차 전지(102)의 일 실시예의 분해도가 예시되어 있다. 이차 전지(102)는 배터리 인클로저(104) 및 배터리 인클로저(104) 내의 전극 조립체(106)를 포함하며, 전극 조립체(106)는 상술된 바와 같이, 제1 세로 단부 표면(116), 대향하는 제2 세로 단부 표면(118)(즉, 도시된 데카르트 좌표계의 Y축을 따라 제1 세로 단부 표면(116)으로부터 분리됨)을 갖는다. 대안으로, 이차 전지(102)는 제약부(108)를 갖는 단일 전극 조립체(106)만을 포함할 수 있다. 각 전극 조립체(106)는 적층 방향(D)으로 전극 조립체(106) 각각 내에서 서로에 대해 적층된, 전극 구조체(110)의 집단 및 상대 전극 구조체(112)의 집단을 포함하며; 달리 말하면, 전극(110) 및 상대 전극(112) 구조체의 집단은 각각 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118) 사이에서 적층 방향(D)으로 진행되는 교번하는 일련의 전극(110) 및 상대 전극(112)으로 시리즈로 배열된다.

[0064] 도 2에 도시된 실시예에 따르면, 탭(190, 192)은 배터리 인클로저(104) 외부로 돌출되고 전극 조립체(106)와 에너지 공급 장치 또는 소비자(미도시) 사이에 전기 연결부를 제공한다. 보다 구체적으로는, 이 실시예에서, 탭(190)은 (예를 들어, 전기 전도성 접착제를 사용하여) 탭 연장부 또는 버스바(191)에 전기적으로 연결되고, 탭 연장부(191)는 전극 조립체(106) 각각으로 구성된 전극(110)에 전기적으로 연결된다. 마찬가지로, 탭(192)은 (예를 들어, 전기 전도성 접착제를 사용하여) 탭 연장부 또는 버스바(193)에 전기적으로 연결되고, 탭 연장부(193)는 전극 조립체(106) 각각으로 구성된 상대 전극(112)에 전기적으로 연결된다. 탭 연장부(191, 193)는 또한 이들이 전기적으로 연결된 각자의 전극 및 상대 전극 구조체 각각으로부터 전류를 모으는 버스 바 역할을 할 수 있다.

[0065] 도 2에 예시된 실시예의 각 전극 조립체(106)는 세로 방향(즉, 적층 방향(D))으로의 성장을 제한하기 위해 관련된 일차 성장 제약 시스템(151)을 갖는다. 대안으로, 일 실시예에서, 복수의 전극 조립체(106)는 일차 성장 제약 시스템(151)의 적어도 일부를 공유할 수 있다. 도시된 실시예에서, 각 일차 성장 제약 시스템(151)은 전술한 바와 같이 각각 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118) 위에 놓일 수 있는 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)를 각각 포함하고; 전술한 바와 같이 측면 표면(142) 위에 놓일 수 있는 제1 및 제2 대향하는 일차 연결 부재(162, 164)를 각각 포함한다. 제1 및 제2 대향하는 일차 연결 부재(162, 164)는 각각 제1 및 제2 일차 성장

제약부(154, 156)를 서로를 향해 당길 수 있거나, 다르게 말하면 세로 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한하는 데 도움을 줄 수 있으며, 일차 성장 제약부(154, 156)는 대향하는 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)에 각각 압축력 또는 구속력(compressive or restraint force)을 가할 수 있다. 결과적으로, 세로 방향으로의 전극 조립체(106)의 팽창은 충전 상태와 방전 상태 사이의 배터리(102)의 형성 및/또는 사이클링 동안 제한된다. 추가로, 일차 성장 제약 시스템(151)은 서로에 대해 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 중 어느 한 방향으로 전극 조립체(106)에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향(즉, 적층 방향(D))으로 전극 조립체(106)에 가한다(예를 들어, 예시된 바와 같이, 세로 방향은 Y축의 방향에 대응되고, 서로에 대해 그리고 세로 방향에 대해 서로 수직인 두 방향은 예시된 데카르트 좌표계의 X축 및 Z축의 방향에 각각 대응됨).

[0066] 또한, 도 2에 예시된 실시예의 각 전극 조립체(106)는 수직 방향으로의 성장(즉, 수직 방향으로의(즉, 데카르트 좌표계의 Z축을 따라) 전극 조립체(106), 전극(110) 및/또는 상대 전극(112)의 팽창)을 제한하기 위해 관련된 이차 성장 제약 시스템(152)을 갖는다. 대안으로, 일 실시예에서, 복수의 전극 조립체(106)는 이차 성장 제약 시스템(152)의 적어도 일부를 공유한다. 각 이차 성장 제약 시스템(152)은 각각 해당 측면 표면(142) 위에 놓일 수 있는 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160), 및 적어도 하나의 이차 연결 부재(166)를 포함하며, 각각은 위에서 더 자세히 설명된다. 이차 연결 부재(166)는 각각 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)를 서로를 향해 당길 수 있거나, 다르게 말하면 수직 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한하는 데 도움을 줄 수 있고, 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)는 각각 측면 표면(142)에 압축력 또는 구속력을 가할 수 있으며, 각각은 위에서 더 자세히 설명된다. 결과적으로, 수직 방향으로의 전극 조립체(106)의 팽창은 충전 상태와 방전 상태 사이의 배터리(102)의 형성 및/또는 사이클링 동안 제한된다. 추가로, 이차 성장 제약 시스템(152)은 서로에 대해 서로 수직이고 수직 방향에 수직인 두 방향 중 어느 한 방향으로 전극 조립체(106)에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 수직 방향(즉, 데카르트 좌표계의 Z축에 평행)으로 전극 조립체(106)에 가한다(예를 들어, 예시된 바와 같이, 수직 방향은 Z축의 방향에 대응되고, 서로에 대해 그리고 수직 방향에 대해 서로 수직인 두 방향은 예시된 데카르트 좌표계의 X축 및 Z축의 방향에 각각 대응됨).

[0067] 완전히 조립되었을 때, 밀봉형 이차 전지(102)는 그 외부 표면에 의해 경계를 이루는 용적(즉, 변위 용적)을 차지하고, 이차 전지 인클로저(104)는 배터리(리드(104a) 포함)의 변위 용적에서 내부 용적(즉, 내부 표면(104c, 104d, 104e, 104f, 104g) 및 리드(104a)에 의해 경계를 이루는 각기둥 모양의 용적)을 뺀 용적을 차지하며, 각 성장 제약부(151, 152)는 각자의 변위 용적에 대응하는 용적을 차지한다. 따라서, 조합하여, 배터리 인클로저(104)와 성장 제약부(151, 152)는 배터리 인클로저(104)의 외부 표면에 의해 경계를 이루는 용적(즉, 배터리의 변위 용적)의 75% 이하를 차지한다. 예를 들어, 이러한 일 실시예에서, 성장 제약부(151, 152) 및 배터리 인클로저(104)는, 조합하여, 배터리 인클로저(104)의 외부 표면에 의해 경계를 이루는 용적의 60% 이하를 차지한다. 추가 예로서, 이러한 일 실시예에서, 제약부(151, 152) 및 배터리 인클로저(104)는, 조합하여, 배터리 인클로저(104)의 외부 표면에 의해 경계를 이루는 용적의 45% 이하를 차지한다. 추가 예로서, 이러한 일 실시예에서, 제약부(151, 152) 및 배터리 인클로저(104)는, 조합하여, 배터리 인클로저(104)의 외부 표면에 의해 경계를 이루는 용적의 30% 이하를 차지한다. 추가 예로서, 이러한 일 실시예에서, 제약부(151, 152) 및 배터리 인클로저(104)는, 조합하여, 배터리 인클로저의 외부 표면에 의해 경계를 이루는 용적의 20% 이하를 차지한다.

[0068] 일반적으로, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)은 전형적으로 배터리 전해질과 양립할 수 있는 적어도 10,000 psi(>70 MPa)의 최대 인장 강도를 갖고, 배터리(102)에 대한 플로팅 또는 애노드 전위에서 크게 부식되지 않고, 45°C, 심지어 최대 70°C에서도 크게 반응하거나 기계적 강도를 잃지 않는 물질을 포함할 것이다. 예를 들어, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)은 광범위한 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱, 또는 이들의 조합(즉, 복합체) 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 예시적인 일 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(155)은 스테인리스 강(예를 들어, SS 316, 440C 또는 440C 경질), 알루미늄(예를 들어, 알루미늄 7075-T6, 경질 H18), 티타늄(예를 들어, 6Al-4V), 베릴륨, 베릴륨 구리(경질), 구리(O<sub>2</sub> 프리, 경질), 니켈과 같은 물질을 포함한다; 그러나, 일반적으로, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(155)은 금속을 포함할 때, 부식을 제한하고 전극(110)과 상대 전극(112) 사이에 전기적 단락을 생성하는 것을 제한하는 방식으로 통합되는 것이 일반적으로 바람직하다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(155)은 알루미늄(예를 들어, 소결 또는 Coorstek AD96), 지르코니아(예를 들어, Coorstek YZTP), 이트리아 안정화 지르코니아(예를 들어, ENrG E-Strate®)와 같은 세라믹을 포함한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151)은 Schott D263 강화 유리와 같은 유리를 포함한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(155)은 폴리에테르에테르케톤(PEEK)(예를 들어, Aptiv 1102), 탄소 함유

PEEK(예를 들어, Victrex 90HMF40 또는 Xycomp 1000-04), 탄소 함유 폴리페닐렌 설파이드(PPS)(예를 들어, Tepex Dynalite 207), 30% 유리 함유 폴리에테르에테르케톤(PEEK)(예를 들어, Victrex 90HMF40 또는 Xycomp 1000-04), 폴리이미드(예를 들어, Kapton®)와 같은 플라스틱을 포함한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템은 E 유리 표준 페브릭/에폭시, 0도, E 유리 UD/에폭시, 0도, 케블라 표준 페브릭/에폭시, 0도, 케블라 UD/에폭시, 0도, 탄소 표준 페브릭/에폭시, 0도, 탄소 UD/에폭시, 0도, Toyobo Zylon® HM 섬유/에폭시와 같은 복합체를 포함한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(155)은 케블라 49 아라미드 섬유, S 유리 섬유, 탄소 섬유, 벡트란(Vectran) UM LCP 섬유, 다이니마(Dyneema), 자일론(Zylon)과 같은 섬유를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템은 예를 들어 제1 및 제2 일차 연결 부재(162, 164)의 내부 및 외부 표면(400a, 400b, 401a, 401b)과 같은 내부 및/또는 외부 표면에 절연 폴리머 물질과 같은 절연 물질의 코팅을 포함한다.

[0069] **급속 충전 구조체 및 그 방법**

[0070] 본 개시의 다른 양태는 전극 조립체, 이러한 전극 조립체를 포함하는 밀봉형 이차 전지 셀, 및 급속 충전할 수 있는 이러한 밀봉형 이차 전지 셀을 포함하는 배터리 팩을 포함하는 구조체, 뿐만 아니라 이러한 구조체를 급속 충전하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0071] 따라서, 본 개시의 일 실시예는 이차 전지(102)용 전극 조립체(106)이다. 도 1a 내지 1d를 참조하면, 일 실시예에서, 전극 조립체(106)는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 서로 수직인 가로 축, 세로 축 및 수직 축, 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면(116, 118), 및 전극 조립체 세로 축(A<sub>EA</sub>)을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면(116, 118)을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적(L<sub>SA</sub>)을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적(T<sub>SA</sub>)을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적(V<sub>SA</sub>)을 갖는다. 전극 조립체(106)는 전극 구조체 집단(110), 전기 절연 분리막 집단(130), 및 상대 전극 구조체 집단(112)을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향을 따라 교번하는 순서로 배열된다.

[0072] 도 36 내지 37을 참조하면, 일 실시예에서, 전극 구조체 집단(110)의 멤버는 전극 활물질 층(132)에 인접한 전극 집전체(136)를 포함하며, 전극 활물질 층(132)은 대향하는 가로 단부(605a, 605b)를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버는 상대 전극 활물질 층(138)에 인접한 상대 전극 집전체(140)를 포함하며, 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부(606a, 606b)를 포함한다.

[0073] 도 1c를 참조하면, 일 실시예에서, 전극 조립체(106)는 단위 셀(504)의 집단을 포함하고, 단위 셀 집단의 각 멤버는, 세로 방향으로 적층된 시리즈에서, 전극 집전체(136)의 단위 셀 부분, 전극 활물질 층(132), 전기 절연 분리막(130), 상대 전극 활물질 층(138) 및 상대 전극 집전체(140)의 단위 셀 부분을 포함한다.

[0074] 도 36 내지 37을 참조하면, 일 실시예에서, 전극 집전체(136)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면(800a, 800b)을 가지며, 상대 전극 집전체(140)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면(801a, 801b)을 가지며, 대향하는 전극 집전체 표면 중 하나는 전극 활물질 층(132)으로 덮인 코팅 영역(802) 및 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역(803)을 포함하며, 비코팅 영역은 전극 집전체(136)의 가로 단부(601a, 601b) 중 하나에 근접해 있다.

[0075] 일 실시예에서, 전극 집전체(136)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면(800a, 800b)을 가지며 상대 전극 집전체(140)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면(801a, 801b)을 가지며, 대향하는 상대 전극 집전체 표면 중 하나는 상대 전극 활물질 층(138)으로 덮인 코팅 영역(804) 및 상대 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역(805)을 포함하며, 비코팅 영역은 상대 전극 집전체(140)의 가로 단부(602a, 602b) 중 하나에 근접해 있다.

[0076] 일 실시예에서, 전극 집전체(136)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면(800a, 800b)을 가지며, 상대 전극 집전체(140)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체(801a, 801b)를 가지며, 대향하는 전극 집전체 표면 각각은 전극 활물질 층(132)으로 덮인 코팅 영역(802a, 802b) 및 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역(803a, 803b)을 포함하며, 비코팅 영역은 전극 집전체(136)의 가로 단부(601a, 601b) 중 하나에

근접해 있다.

[0077] 일 실시예에서, 전극 집전체(136)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면(800a, 800b)을 가지며, 상대 전극 집전체(140)는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면(801a, 801b)을 가지며, 대향하는 상대 전극 집전체 표면 각각은 상대 전극 활물질 층(132)으로 덮인 코팅 영역(804a, 804b) 및 상대 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역(805a, 805b)을 포함하며, 비코팅 영역은 상대 전극 집전체(140)의 가로 단부(602a, 602b) 중 하나에 근접해 있다.

[0078] 또 다른 실시예에서, 전극 구조체 집단(110)의 멤버는 전극 활물질 층(132)에 인접한 전극 집전체(136)를 포함하며, 전극 활물질 층(132)은 대향하는 가로 단부(605a, 605b)를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버는 상대 전극 활물질 층(138)에 인접한 상대 전극 집전체(140)를 포함하며, 상대 전극 활물질 층(138)은 대향하는 가로 단부(606a, 606b)를 포함한다. 일 실시예에서, 전극 구조체 집단(110)의 각 멤버는 인접한 전극 활물질 층(132)으로 부분적으로 코팅되는 전극 집전체(136)를 포함하며, 전극 집전체(136)는 (i) 인접한 전극 활물질 층(132)으로 코팅되고 인접한 전극 활물질 층(132)의 대향하는 제1 및 제2 가로 단부(605a, 605b) 사이에서 연장되는 전극 집전체 본체 영역(810), 및 (ii) 전극 집전체(136)의 제1 또는 제2 가로 단부(601a, 601b) 상의 전극 집전체 단부 영역(811)을 가지며, 전극 집전체 단부 영역(811)은 전극 집전체 단부 영역(811)과 동일한 가로 면에 있는 인접한 전극 활물질 층(132)의 제1 또는 제2 가로 단부(605a, 605b)에 의해 경계를 이루고 이를 지나 연장된다. 일 실시예에서, 상대 전극 구조체 집단(112)의 각 멤버는 인접한 상대 전극 활물질 층(138)에 의해 부분적으로 코팅되는 상대 전극 집전체(140)를 포함하며, 상대 전극 집전체(140)는 (i) 인접한 상대 전극 활물질 층(138)에 의해 코팅되고 인접한 상대 전극 활물질 층(138)의 대향하는 제1 및 제2 가로 단부(606a, 606b) 사이에서 연장되는 상대 전극 집전체 본체 영역(812), 및 (ii) 상대 전극 집전체(140)의 제1 또는 제2 가로 단부(602a, 602b) 상의 상대 전극 집전체 단부 영역(813)을 가지며, 상대 전극 집전체 단부 영역(813)은 상대 전극 집전체 단부 영역(813)과 동일한 가로 면에 있는 인접한 상대 전극 활물질 층(138)의 제1 또는 제2 가로 단부(606a, 606b)에 의해 경계를 이루고 이를 지나 연장된다. 도 39를 참조하면, 일 실시예에서, 전극 조립체(106)는 전극 구조체 집단(110)의 멤버로부터 전류를 전기적으로 모으기 위해 전극 집전체(136)의 전극 집전체 단부 영역(811)에 연결된 전극 버스바(191)를 더 포함한다. 또 다른 실시예에서, 전극 조립체는 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버로부터 전류를 전기적으로 모으기 위해 상대 전극 집전체(140)의 상대 전극 집전체 단부 영역(813)에 연결된 상대 전극 버스바(193)를 더 포함한다.

[0079] 도 36 내지 37 및 39를 참조하면, 일 실시예에서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역(811)의 길이( $L_{ER}$ )는 전극 집전체 단부 영역(811)과 동일한 가로 면에 있는 인접한 전극 활물질 층(132)의 제1 또는 제2 가로 단부(605a, 605b)로부터 전극 집전체 단부 영역(811)이 전극 버스바(191)와 연결되는 영역(820a)까지 측정된 바와 같다. 또 다른 실시예에서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역(813)의 길이( $L_{CER}$ )는 상대 전극 집전체 단부 영역(813)과 동일한 가로 면에 있는 인접한 상대 전극 활물질 층(138)의 제1 또는 제2 가로 단부(606a, 606b)로부터 상대 전극 집전체 단부 영역(813)이 전극 버스바(193)와 연결되는 영역(820b)까지 측정된 바와 같다. 일 실시예에서, 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역(810)의 높이( $H_{BR}$ )는 전극 집전체 본체 영역(810)의 대향하는 수직 표면(821a, 821b) 사이에서 측정된 바와 같다. 일 실시예에서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역(812)의 높이( $H_{CER}$ )는 상대 전극 집전체 본체 영역(812)의 대향하는 수직 표면(822a, 822b) 사이에서 측정된 바와 같다. 일 실시예에서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역(811)의 높이( $H_{ER}$ )는 집전체 단부 영역(811)의 대향하는 수직 표면(824a, 824b) 사이에서 측정된 바와 같다. 일 실시예에서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역(813)의 높이( $H_{CER}$ )는 전극 집전체 단부 영역(813)의 대향하는 수직 표면(826a, 826b) 사이에서 측정된 바와 같다.

[0080] 일 실시예에서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역(811)의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:

[0081]  $L_{ER} < 0.5 \times H_{BR}$ .

[0082] 또 다른 실시예에서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 관계  $L_{ER} < 0.4 \times H_{BR}$ 를 충족한다. 또 다른 실시예에서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 관계  $L_{ER} < 0.3 \times H_{BR}$ 를 충족한다.

[0083] 일 실시예에서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역(813)의 길이(L<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CBR</sub>)는 다음의 관계를 충족한다:

[0084]  $L_{CER} < 0.5 \times H_{CBR}$ .

[0085] 또 다른 실시예에서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이(L<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CBR</sub>)는 관계  $L_{CER} < 0.4 \times H_{CBR}$ 를 충족한다. 또 다른 실시예에서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이(L<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CBR</sub>)는 관계  $L_{CER} < 0.3 \times H_{CBR}$ 를 충족한다.

[0086] 일 실시예에서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이(H<sub>ER</sub>) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>BR</sub>)는 다음의 관계를 충족한다:

[0087]  $H_{ER} > 0.5 \times H_{BR}$ .

[0088] 또 다른 실시예에서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이(H<sub>ER</sub>) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>BR</sub>)는 관계  $H_{ER} > 0.7 \times H_{BR}$ 를 충족한다. 또 다른 실시예에서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이(H<sub>ER</sub>) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>BR</sub>)는 관계  $H_{ER} > 0.9 \times H_{BR}$ 를 충족한다.

[0089] 일 실시예에서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이(H<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CBR</sub>)는 다음의 관계를 충족한다:

[0090]  $H_{CER} > 0.5 \times H_{CBR}$ .

[0091] 일 실시예에서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이(H<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CBR</sub>)는 관계  $H_{CER} > 0.7 \times H_{CBR}$ 를 충족한다. 또 다른 실시예에서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이(H<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CBR</sub>)는 관계  $H_{CER} > 0.9 \times H_{CBR}$ 를 충족한다.

[0092] 일 실시예에서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이(L<sub>ER</sub>) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>ER</sub>)는 다음의 관계를 충족한다:

[0093]  $L_{ER} / H_{ER} < 1$

[0094] 일 실시예에서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이(L<sub>CER</sub>) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이(H<sub>CER</sub>)는 다음의 관계를 충족한다:

[0095]  $L_{CER} / H_{CER} < 1$

[0096] 도 39를 참조하면, 일 실시예에서, 전극 구조체 집단(110)의 멤버는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 표면(800a, 800b)을 갖는 전극 집전체 단부 영역(811)을 포함하며, 전극 집전체 단부 영역의 대향하는 표면 중 적어도 하나는 그 위에 배치된 열 전도성 물질의 층(830)을 포함한다. 일 실시예에서, 전극 집전체 단부 영역(811)은 대향하는 표면(800a, 800b) 중 적어도 하나를 통해 전극 버스바(191)에 전기적으로 연결되고, 열 전도성 물질의 층은 대향하는 표면(800a, 800b) 중 다른 표면에 배치된다. 일 실시예에서, 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 표면(801a, 801b)을 갖는 상대 전극 집전체 단부 영역(813)을 포함하며, 상대 전극 집전체 단부 영역의 대향하는 표면(801a, 801b) 중 적어도 하나는 그 위에 배치된 열 전도성 물질의 층(830)을 포함한다. 일 실시예에서, 상대 전극 집전체 단부 영역(813)은 대향하는 표면(801a, 801b) 중 적어도 하나를 통해 상대 전극 버스바(193)에 전기적으로 연결되고, 열 전도성 물질의 층(830)은 대향하는 표면(801a, 801b) 중 다른 표면에 배치된다. 일 실시예에서, 열 전도성 물질은 알루미늄과 같은 열 전도성 세라믹 물질을 포함한다.



[0097] 본 개시의 또 다른 양태는 본원에 개시된 전극 조립체를 포함하는 밀봉형 이차 전지 셀을 제공한다. 도 38에 도시된 바와 같이, 밀봉형 이차 전지(102)는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전이 가능하며, 밀봉형 이차 전지(102)는 기밀 밀봉형 인클로저(610)를 포함한다. 도 1a 내지 1d 및 38을 참조하면, 일 실시예에서, 이차 전지 셀(102)은 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 발생된 가스를 담기 위해 전극 조립체(106) 외부에 그리고 기밀 밀봉형 인클로저(610) 내에 위치한 하나 이상의 가스 격실(611)을 포함한다. 일 실시예에서, 하나 이상의 가스 격실(611)은 (i) 전극 조립체의 가로 면에 있는 전극 조립체와 기밀 밀봉형 인클로저 사이에 가스를 담기 위한 가로 방향으로의 전극 조립체의 가로 단부 표면(144, 146) 외부에 위치한 가로 방향 격실(611a), 및 (ii) 전극 조립체의 세로 면에 있는 전극 조립체(106)와 기밀 밀봉형 인클로저(610) 사이에 가스를 담기 위한 세로 방향으로의 전극 조립체의 세로 단부 표면(116, 118) 외부에 위치한 세로 방향 격실(611b) 중 임의의 하나 이상을 포함한다. 일 실시예에서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실(611a, 611b)은 전극 조립체의 수직 면(148, 150)에 있는 전극 조립체(106)와 기밀 밀봉형 인클로저(610) 사이에 포함되는 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 전극 조립체로부터 발생된 가스의 임의의 용적( $V_z$ )보다 큰 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 전극 조립체로부터 발생된 가스의 용적( $V_{x,y}$ )을 포함하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실(611a, 611b)은, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 전극 조립체의 수직 면(148, 150)에 있는 전극 조립체와 기밀 밀봉형 인클로저 사이의 임의의 공간보다 더 큰 용적을 갖는다. 예를 들어, 일 실시예에서, 가스 용적( $V_{xy}$ )은 가스 용적( $V_z$ )의 적어도 1.5배, 적어도 2배, 적어도 3배, 적어도 5배 및/또는 적어도 10배이다. 일 실시예에서, 전극 조립체의 임의의 수직 면에는 실질적으로 어떠한 가스 용적( $V_z$ )도 포함되지 않는다. 일 실시예에서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은 밀봉형 이차 셀의 용적의 적어도 4%인 가스 용적( $V_{xy}$ )을 포함하도록 구성된다. 일 실시예에서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은 밀봉형 이차 셀의 용적의 적어도 5%인 가스 용적( $V_{xy}$ )을 포함하도록 구성된다.

[0098] 일 실시예에서, 밀봉형 이차 전지 셀(102)은 가요성 폴리머 인클로저 물질을 포함하는 기밀 밀봉형 인클로저(610)를 포함하며, 하나 이상의 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실(611)(들)은 밀봉형 이차 전지의 충전 또는 방전 시 가로 방향 및 세로 방향 중 적어도 하나로의 기밀 밀봉형 인클로저의 팽창에 의해 형성된다. 또 다른 실시예에서, 기밀 밀봉형 인클로저(610)는 기밀 밀봉형 케이스(2020)를 포함하며, 하나 이상의 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실(611)(들)은 전극 조립체의 하나 이상의 가로 면 및 세로 면에 있는 전극 조립체와 기밀 케이스의 벽 사이의 공간에 형성된다.

[0099] 도 1 내지 2 및 14에 도시된 바와 같이, 충전/방전 사이클 동안 이차 전지 셀의 성장을 제한하기 위해, 일 실시예에서, 밀봉형 이차 전지 셀(102)은 전극 제약부 세트(108)를 포함하고, 전극 제약 세트(108)는 수직 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)을 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버에 연결되고, 수직 제약 시스템(2000)은 수직 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한할 수 있다.

[0100] 일 실시예에 따르면, 도 14 내지 15에 도시된 바와 같이, 기밀 밀봉형 인클로저(610)는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 제1 및 제2 수직 면(612a, 612b)을 포함하며, 제1 및 제2 수직 면(612a, 612b) 각각은 전극 조립체(106)와 마주하는 내부 수직 표면(613a, 613b)을 포함하고 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 각각 부착된다. 일 실시예에서, 기밀 밀봉형 인클로저(610)의 제1 및 제2 수직 면(612a, 612b)의 내부 수직 표면(613a, 613b)은 접착(adhering), 브레이징(brazing), 접착(gluing), 용접(welding), 본딩(bonding), 접합(joining), 납땜(soldering), 소결(sintering), 압접(press contacting), 브레이징(brazing), 용사 접합(thermal spraying joining), 클램핑(clamping), 와이어 본딩(wire bonding), 리본 본딩(ribbon bonding), 초음파 본딩(ultrasonic bonding), 초음파 용접(ultrasonic welding), 저항 용접(resistance welding), 레이저 빔 용접(laser beam welding), 전자 빔 용접(electron beam welding), 유도 용접(induction welding), 냉간 용접(cold welding), 플라즈마 용사(plasma spraying), 화염 용사(flame spraying) 및 아크 용사(arc spraying) 중 어느 하나에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 부착된다.

[0101] 본 개시는 또한 본원에 개시된 밀봉형 이차 전지 셀의 집단을 포함하는 배터리 팩을 제공한다. 도 7 내지 9를 참조하면, 일 실시예에서, 배터리 팩(900)은 이차 전지 셀(902)을 유지하기 위한 프레임(903), 및 밀봉형 이차 전지 셀(902)의 집단의 멤버의 기밀 밀봉형 인클로저(104)에 압력을 가하도록 구성된 압력-인가(pressure-applying) 구조체(950)(도 7b 참조)의 집단을 포함하며, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 면(942, 944)을 포함하고, 프레임(903)은 이차 전지 셀(902) 집단의 서브세트와 압력-인가 구조체(950)의 집단을 포함하는 셀 어레이(914)를 유지하도록 구성되고, 셀 어레이(914)의 멤버는 기밀 밀봉형

인클로저(104)의 제1 및 제2 수직 면(942, 944)의 내부 표면이 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)와 직접 접촉된 상태로 유지되도록, 압력-인가 구조체 집단의 멤버가 이차 전지 셀 집단(902)의 서브세트의 멤버의 사이클링 동안 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 제1 또는 제2 수직 면(942, 944)에 대한 압력을 유지하도록 압력-인가 구조체(950) 집단의 멤버와 관련하여 프레임(903)에 의해 유지된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 압력 인가 구조체(950)는, 주변 압력(예를 들어 1atm)과 조합하여, 적어도 1.01 atm의 총 압력을 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 인가한다. 또 다른 실시예에서, 압력 인가 구조체는, 주변 압력(예를 들어, 1 atm)과 조합하여, 1.01 atm 내지 11 atm 범위의 총 압력을 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 인가한다. 또 다른 실시예에서, 압력 인가 구조체는 주변 압력(예를 들어, 1 atm)과 조합하여, 1.1 atm 내지 2 atm 범위의 총 압력을 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 인가한다. 또 다른 실시예에서, 압력 인가 구조체(950)는 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 및 제2 수직 면 모두에 압력을 인가한다.

[0102] 일 실시예에 따르면, 압력 인가 구조체(950) 집단의 멤버는 (i) 냉각 튜브(926), (ii) 열 교환 물질(927)의 층, (iii) 프레임의 일부, 및 (iv) 밀봉형 이차 전지 셀의 집단의 멤버 중 어느 하나를 포함한다. 예를 들어, 프레임 자체가 수직 표면에 압력을 가하도록 구성될 수 있거나, 이차 전지 셀의 열을 제거하는 동시에 수직 면에 대해 압력을 가하도록 포지셔닝되는 냉각 튜브 또는 열 교환 물질과 같은 별도의 구조체가 제공될 수 있다. 예를 들어, 냉각 튜브 또는 기타 구조체는 수직 면에 압력을 가하도록 프레임 내에 포지셔닝되고 지지될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 인접한 밀봉형 이차 전지는 서로의 수직 면에 압력을 가하도록 예컨대 프레임 내에 포지셔닝되고 지지되는 것에 의해 서로에 대해 압력을 가할 수 있다. 일 실시예에서, 셀 어레이(914)는 밀봉형 이차 전지 셀의 수직 면이 서로 마주보게 하여 서로 인접하게 배열된 복수의 밀봉형 이차 전지 셀(902)을 포함하며, 압력-인가 구조체(950) 집단의 멤버는 셀 어레이(914)의 대향하는 수직 단부에 위치한 제1 및 제2 수직 단부 면(928, 930)에 압력을 인가하고, 셀 어레이 수직 단부 내부에 있는 셀 어레이의 멤버는 셀 어레이 내에서 수직으로 인접한 이차 전지 셀에 의해 그 수직 표면에 인가되는 압력을 갖는다. 또 다른 실시예에서, 밀봉형 이차 전지 집단(902)의 멤버의 제1 또는 제2 수직 면(942, 944)에 압력-인가 구조체(950)의 집단의 멤버에 의해 인가되는 압력은 밀봉형 이차 전지 집단의 멤버의 가로 면 또는 수평 면에 인가된 압력보다 더 크다.

[0103] 본 개시의 또 다른 실시예는 밀봉형 이차 전지 셀을 충전하는 방법이다. 이 방법은 밀봉형 이차 전지가 미리 결정된 용량에 도달할 때까지, 적어도 1C, 적어도 2C, 적어도 3C, 적어도 4C, 적어도 6C, 적어도 10C, 적어도 12C, 적어도 15C, 적어도 18C, 적어도 20C 및/또는 적어도 30C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 방법은 이차 전지가 정격 용량의 적어도 80%, 적어도 85%, 적어도 90%, 적어도 95% 및/또는 적어도 99%에 도달할 때까지 충전 속도로 충전하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 밀봉형 이차 전지는 충전 속도로 충전되고, 적어도 200회(적어도 300회, 적어도 400회, 적어도 500회, 적어도 600회, 적어도 800회 및/또는 적어도 1000회) 방전된다. 일부 다른 실시예들에서, 밀봉형 이차 전지는 본원에 개시된 임의의 전극 조립체, 본원에 개시된 임의의 밀봉형 이차 전지를 포함하거나, 본원에 개시된 임의의 배터리 팩의 셀 어레이의 일부이거나 이들의 임의의 조합이다.

[0104] 일 실시예에 따르면, 본원에 개시된 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 500 mAmp · hr, 적어도 1 Amp · hr, 적어도 5 Amp · hr, 적어도 10 Amp · hr, 적어도 15 Amp · hr, 적어도 20 Amp · hr, 적어도 25 Amp · hr, 적어도 30 Amp · hr, 적어도 35 Amp · hr 및/또는 적어도 50 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.

[0105] 또 다른 실시예에 따르면, 본원에 개시된 전극 조립체(106)는 실질적으로 평평한 대향하는 세로 단부 표면(116, 118), 실질적으로 평평한 대향하는 수직 표면(148, 150), 및 실질적으로 평평한 대향하는 가로 표면(144, 146)을 갖는, 실질적으로 다면체 형상을 갖는다. 일부 실시예들에서, 본원에 개시된 전극 조립체의 경우,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다.

[0106] 일 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902), 배터리 팩(900) 또는 본원에 개시된 방법의 경우, 기밀 밀봉형 인클로저는 폴리머 인클로저 물질을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 기밀 밀봉형 케이스(2020)를 포함한다.

[0107] 일부 실시예들에 따르면, 본원에 개시된 프레임(903)은 서로 인접하게 배열되는 이차 전지 셀(902)의 집단의 서브세트를 포함하는 셀 어레이(914)를 유지하고, 멤버는 셀 어레이 내 인접한 멤버의 대향하는 수직 표면이 서로 마주하여 인접한 마주하는 수직 표면 쌍을 형성하도록 셀 어레이(914)에 배열된다.

[0108] 일 실시예에서, 본원에 개시된 밀봉형 이차 전지는 적어도 700 Whr/리터, 적어도 800 Whr/리터, 적어도 900 Whr/리터, 적어도 1000 Whr/리터, 적어도 1100 Whr/리터, 또는 적어도 1200 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포

합하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다. 결합된 중량에는 제약부 세트, 팩, 인클로저 또는 파우치 등의 중량이 포함되지 않는다.

[0109] 본원에 개시된 전극 조립체에서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 세로 방향으로 15 마이크로미터 내지 75 마이크로미터, 20 마이크로미터 내지 60 마이크로미터, 또는 30 마이크로미터 내지 50 마이크로미터, 예컨대 약 45 마이크로미터 범위의 두께를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 10 내지 40%, 12 내지 30% 또는 18 내지 20% 범위의 다공도를 포함한다.

[0110] 특정 양태들에 따르면, 본원에 언급된 다공도는 당업자에게 공지된 임의의 적합한 기술에 의해 측정될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따르면, 다공도는 수은에 담긴 물질 샘플에 다양한 레벨의 압력을 가하여 물질의 다공도를 특성화하는 기술인 수은 다공도 측정 기술에 의해 결정될 수 있다. 샘플의 기공 안으로 수은을 침투시키는데 필요한 압력은 기공의 크기에 반비례한다. 수은 다공도 측정 기술은 2006년 9월에 Peter Klobes, Klaus Meyer 및 Ronald Munro의 Porosity and Specific Surface Area Measurements for Solid Materials에 대한 미국 국립 표준 기술 연구소(National Institute of Standards and Technology; NIST) 실무 가이드에 설명되어 있으며, 이는 본원에 그 전문이 참조로 통합된다. 다른 실시예들에서, 사용된 전극 활물질 층의 용적과, 전극 활물질 층에 사용된 전극 활물질의 중량 및 밀도를 사용하여 다공도를 계산함으로써 결정될 수 있으며, 다공도는 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 전극 활물질 층의 총 용적의 백분율로서, 전극 활물질 층의 전체 용적과 전극 활물질이 차지하는 용적 사이의 차이(전극 활물질의 중량을 그 밀도로 나눈 값)이다.

[0111] 일 실시예에 따르면, 도 2 및 7 내지 9에 도시된 바와 같이, 본원에 개시된 밀봉형 이차 전지는 전극 구조체 집단(110)의 멤버로부터 전류를 모으기 위해 전극 집전체(136)에 전기적으로 연결되는 전극 버스바(191)를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버로부터 전류를 모으기 위해 상대 전극 집전체(140)에 전기적으로 연결되는 상대 전극 버스바(193)를 포함하며, 밀봉형 이차 전지는 밀봉형 이차 전지 외부의 전기 구조체에 전극 버스바(191)를 전기적으로 연결하는 전극 버스바 탭(190), 및 밀봉형 이차 전지 외부의 전기 구조체에 상대 전극 버스바(193)를 전기적으로 연결하는 상대 전극 버스바 탭(192), 및 대류 또는 전도 냉각 중 하나 이상을 통해 전극 또는 상대 전극 버스바 탭을 냉각시키도록 구성된 냉각 시스템(926)을 더 포함한다. 또 다른 실시예에서, 냉각은 탭에 인접하게 제공된 냉각 튜브(926a, 926b)에 의해 또는 탭에 열적으로 연결된 히트 싱크에 의해 이루어진다.

[0112] **배터리 팩**

[0113] 도 7 내지 9를 참조하면, 본 개시의 실시예들에 따르면, 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 이차 전지 셀(902) 집단을 위한 배터리 팩(900)이 제공되며, 배터리 팩(900)은 배터리 팩(900) 내에 이차 전지 셀을 유지하는 프레임(903)을 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 이차 전지 셀 집단(902)의 멤버는 정격 용량을 갖고, 기밀 밀봉되는 인클로저(104)와 기밀 밀봉형 인클로저 내의 전극 조립체(106)를 포함한다.

[0114] 특정 실시예들에 따르면, 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상을 갖는다. 예를 들어, 특정 실시예들에서 전극 조립체는 실질적으로 6개의 실질적으로 평평한 표면 및/또는 완전히 평평한 표면을 포함할 수 있고/있거나 8개 이상의 평평한 표면과 같은 추가의 평평한 표면을 포함할 수 있다. 전극 조립체는 또한, 특정 실시예들에서, 예를 들어 그 외에는 평평한 표면 사이의 모서리 및/또는 꼭지점에서와 같은 곡선 부분을 포함할 수 있다.

[0115] 특정 실시예들에 따르면, 그리고 도 6a 내지 6b를 다시 참조하면, 전극 조립체(106)는 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 표면(116, 118)(즉, 제1 및 제2 세로 단부 표면), 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸며 대향하는 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면(142)을 포함한다. 측면 표면(142)은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면(906, 908)을 포함하며, 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면(910, 912)을 포함한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면(116, 118)은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면(910, 912)은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면(906, 908)은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다. 결합된 표면적은 그 대향하는 표면에 추가된 각 표면의 표면적이다(예를 들어, 대향하는 세로 표면(116, 118)의 결합된 표면적은 세로 표면(118)의 표면적에 추가된 세로 표면(116)의 표면적이다).

- [0116] 또한, 특정 실시예들에 따르면, 그리고 상기의 에너지 저장 장치 및/또는 이차 전지(102)에 대해 유사하게 설명된 바와 같이, 이차 전지 셀(902)의 전극 조립체(106)는 전극 구조체 집단(110), 전기 절연 분리막 집단(130) 및 상대 전극 구조체 집단(112)을 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 조립체 내에 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다.
- [0117] 도 7을 참조하면, 특정 실시예들에 따르면, 배터리 팩 프레임(903)은 서로 인접하게 배열되는 이차 전지 셀(902) 집단의 서브세트를 포함하는 셀 어레이(914)를 유지하며, 멤버는 셀 어레이 내 인접한 멤버의 대향하는 수직 표면(906, 908)이 서로 마주하여 인접한 마주하는 수직 표면 쌍(916, 918)을 형성하도록 셀 어레이에 배열된다. 예를 들어 도 7에 도시된 바와 같이, 멤버는 수직 방향으로 서로 인접하게 배열되어 수직 방향으로 서로 인접한 이러한 이차 전지 셀에 대해 인접한 마주하는 수직 표면 쌍을 제공한다. 일 실시예에 따르면, 인접한 마주하는 수직 표면 쌍(916, 918)은 세로 방향 및 가로 방향으로 서로 완전히 정렬될 수 있고/있거나 인접한 마주하는 쌍은 세로 방향 및 가로 방향 중 하나 이상으로 서로 부분적으로 오프셋될 수 있다.
- [0118] 특정 실시예들에 따르면, 셀 어레이 내 인접한 마주하는 수직 표면 쌍(916, 918)은 서로 1 mm 미만만큼 분리되는 인접한 마주하는 영역(920, 922)을 포함한다. 일 실시예에서, 마주하는 쌍(916, 918)은 세로 방향 및 가로 방향으로 서로 완전히 정렬되어 있으며, 서로 1 mm 미만으로 분리된 마주하는 영역은 마주하는 쌍(916)의 전체 표면에 걸쳐 연장될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 마주하는 쌍(916, 918)은 세로 방향 및 가로 방향 중 하나 이상으로 서로 적어도 부분적으로 오프셋되며, 서로 1 mm 미만으로 분리되는 마주하는 영역은 가로 방향 및/또는 세로 방향으로 서로 중첩되는 마주하는 쌍(916)의 표면의 이러한 부분에 걸쳐 연장된다. 일 실시예에서, 마주하는 영역(920, 922)은 적어도 1 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질(924)을 갖는 열 전도성 경로를 통해 서로 열 접촉된다.
- [0119] 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 66%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 또 다른 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 또 다른 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 또 다른 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 또 다른 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 또 다른 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성한다.
- [0120] 일 실시예에 따르면, 셀 어레이(914) 내 이차 전지 셀(902)의 수는 2개이다. 또 다른 실시예에 따르면, 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 수는 3개이다(예를 들어, 도 7 및 8a 내지 8b에 도시됨). 또 다른 실시예에 따르면, 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 수는 3개보다 크다. 셀 어레이(914) 내 이차 전지 셀(902)은 셀 어레이(914) 내 이차 전지 셀(902) 사이의 열 전도성 경로를 통해, 예컨대 인접한 이차 전지 셀(902) 사이에 배치된 열 전도성 물질을 통해 서로 열 접촉된다. 일 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 서로에 대해 수직 방향으로 배열되고/되거나 서로에 대해 가로 방향 또는 세로 방향 중 하나 이상으로 배열되는 복수의 셀 어레이(914)와 같은 복수의 셀 어레이(914)를 포함한다.
- [0121] 일 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 냉각시키기 위한 적어도 하나의 냉각 튜브(926)를 포함한다. 일 실시예에 따르면, 셀 어레이는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 포함하며, 냉각 튜브(926)는 수직 방향에 직교하는 방향으로(예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이 세로 방향으로) 그리고 셀 어레이의 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930) 중 적어도 하나를 따라 연장되어 적어도 하나의 대향하는 셀 어레이 단부 표면을 냉각시킨다. 특정 실시예들에 따르면, 어레이 내 셀들 사이의 열 전도성 경로는 전체 어레이에 냉각 효과를 제공하기 위해, 냉각 튜브에 의한 하나의 셀 어레이 단부 표면의 냉각이 어레이 내 다른 셀로부터 열을 끌어당기는 것을 제공한다.
- [0122] 일 실시예에 따르면, 셀 어레이는 두 개의 이차 전지 셀의 대향하는 수직 표면(906, 908)이 수직 방향으로 서로 분리되고 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 향해 위치한 외부 표면(932, 934) 쌍을 포함하도록, 서로 인접하게 배열된 두 개의 이차 전지 셀(902)(도 8b 참조)을 포함한다. 특정 양태들에 따르면, 냉각 튜브(926)는 한 쌍의 외부 표면(932, 934) 중 하나에 인접한 적어도 하나의 수직 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 따라 직교 방향으로 연장되어 외부 표면을 냉각시키고, 또 다른 실시예에 따르면, 셀 어레이는 3개의 이차 전지 셀의 대향하는 수직 표면(906, 908)이 수직 방향으로 서로 분리되고 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 향해 위치한 외부 표면(932, 934) 쌍을 포함하도록, 서로 인접하게 배열된 3개의 이차 전지 셀(902)(도 8b 참조)을 포함한다. 특정 양태들에 따르면, 냉각 튜브(926)는 외부 표면(932, 934) 쌍 중 하나에 인접한 적어도 하나의

수직 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 따라 직교 방향으로 연장되어 외부 표면을 냉각시킨다. 또 다른 실시예에 따르면, 셀 어레이는 3개 이상의 이차 전지 셀(902)의 대향하는 수직 표면(906, 908)이 수직 방향으로 서로 분리되고 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 향해 위치된 외부 표면(932, 934) 쌍을 포함하도록, 서로 인접하게 배열된 3개 이상의 이차 전지 셀(902)을 포함한다. 특정 양태들에 따르면, 냉각 튜브(926)는 외부 표면(932, 934) 쌍 중 하나에 인접한 적어도 하나의 수직 셀 어레이 단부 표면(928, 930)을 따라 직교 방향으로 연장되어 외부 표면을 냉각시키며, 냉각 튜브(926)에 인접한 이차 전지 셀(902)의 외부 표면의 냉각은 셀 어레이 내 이차 전지 셀 사이에 열 전도성 경로를 통해 열이 전달됨으로써, 냉각 튜브(926)로부터 더 멀리 이격되어 있는 이차 전지 셀을 포함하여, 어레이 내의 다른 이차 전지 셀을 더욱 냉각시킬 수 있다.

[0123] 일 실시예에 따르면, 열 전도성 물질(924)은 냉각 튜브(926)와 냉각 튜브에 인접한 이차 전지 셀의 외부 표면(932, 934) 사이에 제공된다. 예를 들어, 도 7을 참조하면, 열 전도성 물질(924)은 셀 어레이(914)의 인접한 이차 전지 셀(902) 사이뿐만 아니라 어레이의 단부에 있는 이차 전지 셀과 냉각 튜브에 인접한 이차 전지 셀 사이 모두에 제공되어 셀 어레이 내 셀 사이뿐만 아니라 어레이와 냉각 튜브 사이에 열 전도성 경로를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 열 전도성 물질은 열 전도성 접착제를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 열 전도성 물질은 압축성 열 계면 물질을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 열 전도성 물질은 예컨대 인접한 이차 전지 셀 및/또는 냉각 튜브에 접촉하기 위해 양측에 열 전도성 접착제가 있는 압축성 열 계면 물질의 층과 같은, 압축성 열 계면 물질과 열 전도성 접착제의 조합을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 열 전도성 물질은 실질적으로 전체적으로 열 전도성 접착 물질을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 열 전도성 물질은 셀 어레이의 대향하는 수직 표면의 인접한 마주하는 쌍(916, 918)의 인접한 마주하는 영역(920, 922)을 서로 접촉하는 열 전도성 접착제를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 열 전도성 물질은 셀 어레이 내 대향하는 수직 표면의 인접한 마주하는 쌍(916, 918)의 인접한 마주하는 영역(920, 922) 사이에 배치된 압축성 열 계면 물질을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 열 전도성 물질은 셀 어레이의 외부 표면과 인접한 냉각 튜브의 표면 사이에 배치되고, 열 전도성 접착제 및 압축성 열 계면 물질의 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함한다.

[0124] 일 실시예에서, 압축성 열 계면 물질은 셀의 팽창 및/또는 수축을 적어도 부분적으로 수용하기 위해, 이차 전지 셀이 셀의 충전 및/또는 방전에 따라 수직 방향으로 팽창 및/또는 수축하는 경우에 (단독으로 또는 열 전도성 접착제에 추가하여) 제공될 수 있다. 이차 전지 셀이 팽창 및/또는 수축을 거의 또는 전혀 갖지 않는 또 다른 실시예에서, 열 전도성 접착제는 인접한 셀 및/또는 냉각 튜브 사이에 열 전도성 경로를 제공하기에 충분할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 열 전도성 물질(924a)은 제1 셀 어레이 단부 표면(930)과 냉각 튜브의 표면(940) 사이에 제공되고, 제2 열 전도성 물질(924b)은 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역(920, 922) 사이에 제공되며, 제1 열 전도성 물질(924a)은 제2 열 전도성 물질(924b)보다 더 높은 열 전도도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 압축성 열 계면 물질을 포함하는 열 전도성 물질은 제1 셀 어레이 단부 표면(930)과 냉각 튜브(926)의 표면(940) 사이에 제공되고, 제2 압축성 열 계면 물질을 포함하는 열 전도성 물질은 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역(920, 922) 사이에 제공되며, 제1 압축성 열 계면 물질은 제2 압축성 열 계면 물질보다 얇다.

[0125] 일 실시예에서, 셀 어레이 단부 표면(928, 930) 중 적어도 하나는 셀 어레이의 외부 표면(932, 934) 중 하나에 배치된 열 전도성 물질의 표면을 포함한다. 예를 들어, 도 8a 및 8b에 도시된 바와 같이, 셀 어레이의 제1 단부에 있는 제1 외부 표면(932)은 제1 셀 어레이 단부 표면(930)(즉, 외부 표면(932)에 존재하는 열 전도성 물질이 존재하지 않음)과 같을 수 있고, 셀 어레이의 대향하는 면 상의 셀 어레이의 제2 단부에 있는 제2 외부 표면(934)은 그 위의 열 전도성 물질을 포함할 수 있으며, 그 표면은 셀 어레이의 대향하는 면에서 제2 셀 어레이 단부 표면(928)을 형성한다. 일 실시예에서, 열 전도성 물질은 압축성 폼 및 엘라스토머 물질 중 어느 하나로 이루어진 균으로부터 선택된 어느 하나, 예컨대 예를 들어 실리콘 패드(예를 들어, 실리콘 패드), 천연 고무 또는 기타 엘라스토머 물질(예를 들어, SIL PAD<sup>®</sup>)로 이루어진 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함하며, 열 전도도를 증가시키기 위해 전기 절연 세라믹 입자를 함유할 수 있는 압축성 열 계면 물질을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 열 전도성 물질은 에폭시 접착제, 열가소성 접착제, 실리콘 접착제 또는 폴리우레탄 접착제(예를 들어, LOCTITE<sup>®</sup> Bergquist<sup>®</sup>)로 이루어진 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함하며, 열 전도도를 증가시키기 위해 전기 절연 세라믹 입자를 함유할 수 있는 열 전도성 접착제를 포함한다. 또 다른 실시예에 따르면, 열 전도성 물질은 열 전도도를 증가시키기 위해 전기 절연 세라믹 입자가 로딩된 그리스(grease) 물질을 포함할 수 있다.

[0126] 일 실시예에 따르면, 배터리 팩은 냉각 튜브(926)의 제1 수직 면에 배열된 제1 셀 어레이(914a)와 냉각 튜브(926)의 제2 수직 면에 배열된 제2 셀 어레이(914b)를 갖는 복수의 셀 어레이(914)를 포함하고, 예를 들어 도 7

에 도시된 바와 같이, 냉각 튜브는 제1 및 제2 수직 면 각각에서 냉각 튜브에 인접한 제1 및 제2 셀 어레이의 외부 표면(932, 934)을 냉각시킨다. 특정 양태들에 따르면, 동일한 냉각 튜브(926)는 냉각 튜브의 수직 면에 배열된 양쪽 셀 어레이로부터 열을 전달하고 이들 모두를 냉각시키는 데 사용될 수 있으며, 셀 어레이는 각 어레이의 단부에 있는 이차 전지 셀과 냉각 튜브 사이의 열 전도성 물질을 통해 냉각 튜브와 접촉된다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 제1 및 제2 냉각 튜브(926a, 926b)(도 7 참조)를 포함하며, 여기서 제2 냉각 튜브는 제1 냉각 튜브와 동일하거나 다른 방향(즉, 수직 방향에 직교하는 방향)으로 셀 어레이 단부 표면을 따라 연장될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 냉각 튜브는 셀 어레이의 외부 표면(932, 934) 쌍 중 제1 외부 표면에 인접한 제1 셀 어레이 단부 표면(928)을 따라 연장되고, 제2 냉각 튜브는 셀 어레이의 외부 표면(932, 934) 쌍 중 제2 외부 표면에 인접한 제2 셀 어레이 단부 표면(928)을 따라 연장되어, 셀 어레이의 외부 표면(932, 934) 쌍 모두가 제1 및 제2 냉각 튜브에 의해 냉각될 수 있도록 한다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 복수의 셀 어레이와 복수의 냉각 튜브를 포함하며, 셀 어레이는 수직 방향으로 냉각 튜브와 교번되어 있다.

[0127] 도 9를 참조하면, 일 실시예에서, 배터리 팩(900)은 냉각 유체가 도입되는 냉각 유체 유입구 측(936)과, 냉각 유체 유입구 측 하류에 있는 냉각 유체 유출구 측(938)을 갖는 냉각 튜브(926)를 포함하며, 냉각 유체는 냉각 유체 유입구 측으로부터 냉각 유체 유출구 측으로 흐른다. 냉각 튜브(926)는 냉각 튜브의 냉각 유체 유입구 측(936)이 수직 방향과 직교하는 방향으로 제1 셀 어레이 단부 표면(928)을 따라 통과하고, 냉각 튜브(926)의 냉각 유체 유출구 측(938)이 대향하는 제2 셀 어레이 단부 표면(930)에 의해 수직 방향과 직교하는 방향으로 통과하도록 배열된다. 양태들에 따르면, 동일한 냉각 튜브는 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930) 모두를 냉각시키는 데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 제1 열 전도성 물질(924a)은 제1 셀 어레이 단부 표면(930)과 유체 유입구 측(936) 상의 냉각 튜브의 표면 사이에, 그리고 셀 어레이의 제2 셀 어레이 단부 표면(928)과 유체 유출구 측(938) 상의 냉각 튜브의 표면(940) 사이에 제공되고, 제2 열 전도성 물질(924b)은 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역(920, 922) 사이에 제공되며, 제1 열 전도성 물질은 제2 열 전도성 물질보다 더 높은 열 전도도를 갖는다.

[0128] 추가 실시예들에 따르면, 배터리 팩(900)은 수직 방향으로 배열된 하나 이상의 셀 어레이 외에, 수직 방향과 직교하는 방향으로 배열된 복수의 셀 어레이를 더 포함할 수 있으며, 하나 이상의 냉각 튜브는 복수의 셀 어레이를 냉각하기 위해 직교 방향으로 복수의 셀 어레이를 따라 더 연장될 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 동일한 냉각 튜브가 직교 방향으로 배열된 복수의 셀 어레이에서 대향하는 셀 어레이 단부 표면(928, 930) 모두를 냉각시키는데 사용될 수 있고/있거나 복수의 냉각 튜브가 사용될 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 하나 이상의 냉각 튜브는 액체 또는 가스 냉각제를 운반하도록 구성된다.

[0129] 일 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이(914) 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍(916, 918)의 인접한 마주하는 영역(920, 922)은 서로 0.8 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.75 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.5 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.25 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.25 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.05 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.01 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.005 mm 미만만큼 분리되어 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 배터리 팩(900)은 셀 어레이(914)를 포함하며, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.001 mm 미만만큼 분리되어 있다.

[0130] 일 실시예에 따르면, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 20%에 걸쳐 연장된다. 또 다른 실시예에 따르면, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 30%에 걸쳐 연장된다. 또 다른 실시예에 따르면, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 50%에 걸쳐 연장된다. 또 다른 실시예에 따르면, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한



된 이차 전지 셀(902)의 수직 두께는 적어도 5 mm이다.

[0134] 일 실시예에 따르면, 프레임(903)은 두 개의 이차 전지 셀(902)(도 8a 참조)을 포함하는 셀 어레이를 유지한다. 또 다른 실시예에 따르면, 프레임(903)은 3개의 이차 전지 셀(902)(도 8b 참조)을 포함하는 셀 어레이를 유지한다. 또 다른 실시예에 따르면, 프레임(903)은 3개 이상의 이차 전지 셀(902)을 포함하는 셀 어레이를 유지한다. 또 다른 실시예에 따르면, 프레임(903)은 적어도 하나의 셀 어레이 및 적어도 하나의 냉각 튜브를 포함하는 냉각 어레이를 유지한다. 또 다른 실시예에 따르면, 프레임(903)은 복수의 셀 어레이 및 냉각 튜브를 포함하는 냉각 어레이를 유지한다.

[0135] **기밀 밀봉형 인클로저를 갖는 밀봉형 이차 전지 셀**

[0136] 도 13 내지 16을 참조하면, 본 개시의 실시예들에 따르면, 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀(902)이 제공된다. 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 폴리머 인클로저 물질을 포함하는 기밀 밀봉형 인클로저인 인클로저(104), 기밀 밀봉형 인클로저(104)로 둘러싸여 있는 전극 조립체(106), 전극 제약부 세트(108)를 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량은 적어도 100 mAmp · hr이다. 특정 실시예들에 따르면, 충전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 25% 미만이다.

[0137] 특정 실시예들에 따르면, 전극 조립체(106)는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상을 갖는다. 예를 들어, 특정 실시예들에서 전극 조립체(106)는 실질적으로 6개의 실질적으로 평평한 표면 및/또는 완전히 평평한 표면을 포함할 수 있고/있거나 8개 이상의 평평한 표면과 같은 추가의 평평한 표면을 포함할 수 있다. 전극 조립체는 또한, 특정 실시예들에서, 예를 들어 그 외에는 평평한 표면 사이의 모서리 및/또는 꼭지점에서와 같은 곡선 부분을 포함할 수 있다.

[0138] 특정 실시예들에 따르면, 그리고 도 13 내지 16을 다시 참조하면, 전극 조립체(106)는 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 표면(116, 118)(즉, 제1 및 제2 세로 단부 표면), 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸며 대향하는 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면(142)을 포함한다. 측면 표면(142)은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면(906, 908)을 포함하며, 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면(910, 912)을 포함한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면(116, 118)은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면(910, 912)은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면(906, 908)은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다. 결합된 표면적은 그 대향하는 표면에 추가된 각 표면의 표면적이다(예를 들어, 대향하는 세로 표면(116, 118)의 결합된 표면적은 세로 표면(118)의 표면적에 추가된 세로 표면(116)의 표면적임).

[0139] 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 66%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 가로 표면, 수직 표면 및 가로 표면(이는 실질적으로 평평함)은 실질적으로 전극 조립체의 전체 결합된 표면적을 구성한다.

[0140] 또한, 특정 실시예들에 따르면, 그리고 상기의 에너지 저장 장치 및/또는 이차 전지(102)에 대해 유사하게 설명된 바와 같이, 이차 전지 셀(902)의 전극 조립체(106)는 전극 구조체 집단(110), 전기 절연 분리막 집단(130) 및 상대 전극 구조체 집단(112)을 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 조립체 내에 교번하는 순서로 배열된다. 일 실시예에서, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다. 일 실시예에 따르면, 전극 구조체 집단(110)의 멤버는 전극 활물질 층(132) 및 전극 집전체(136)를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버는 상대 전극 활물질 층(138) 및 상대 전극 집전체(140)를 포함한다.

[0141] 도 14를 참조하면, 특정 실시예들에 따르면, 전극 제약부 세트(108)는 전극 제약 세트(108)는 수직 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)을 포함하고, 제1 및



제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버에 연결되고, 수직 제약 시스템(2000)은 수직 방향으로의 전극 조립체(106)의 성장을 제한할 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 수직 제약 시스템(2000)은 본원에 설명된 이차 성장 제약 시스템(152)에 대응되고, 따라서 이차 성장 제약 시스템(152)의 설명은 수직 제약 시스템(2000)에도 적용되는 것으로 고려될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 본원에 설명된 제1 및 제2 이차 성장 제약(158, 160)에 대응될 수 있으며, 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버는 적어도 하나의 연결 부재(166)에 대응될 수 있다. 상기에 설명된 이차 성장 제약 시스템과 같이, 수직 제약 시스템(2000)은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있다. 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 수직 성장 제약부(2001, 2002)로 수직 방향으로의 성장의 제한을 제공하기 위해, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.

[0142] 또한, 특정 실시예들에 따르면, 전극 제약부 세트(108)는 세로 방향으로 서로 분리되고 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하기 위해 연결 부재(2016)에 의해 연결되는 제1 및 제2 세로 제약부(2012, 2014)를 포함하는 세로 성장 제약 시스템(2010)을 더 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 세로 제약 시스템(2010)은 본원의 다른 곳에서 설명된 일차 성장 제약 시스템(151)에 대응되고, 따라서 일차 성장 제약 시스템(151)의 설명은 세로 제약 시스템(2010)에도 적용되는 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 세로 성장 제약부(2012, 2014)는 본원에 설명된 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)에 대응될 수 있고, 이들은 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 대응되는 일차 연결 부재(162, 164)에 의해 연결될 수 있다.

[0143] 특정 실시예들에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 외부 수직 표면(2004, 2005)을 포함하며, 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 외부 수직 표면(2004, 2005)의 수직으로 대향하는 영역(2006, 2007) 사이에서 수직 방향으로 측정된 밀봉형 이차 전지 셀(902)의 두께( $t_1$ )는 적어도 1 mm이다. 추가 실시예들에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 외부 수직 표면(2004, 2005)의 수직으로 대향하는 영역(2006, 2007) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 2 W/m·K이다.

[0144] 특정 실시예들에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 150 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 200 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 400 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 0.1 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 0.5 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 1 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 3 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 5 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다.

[0145] 특정 실시예들에 따르면, 수직 방향으로의 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이에서 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 2 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 수직 방향으로의 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이에서 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 3 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 수직 방향으로의 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이에서 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 5 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 수직 방향으로의 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이에서 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 8 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 수직 방향으로의 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이에서 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 10 mm이다.

[0146] 특정 실시예들에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 3 W/m·K이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 4 W/m·K이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)의 대향하는 표면(2004, 2005)의 대향하는 영역(2006, 2007) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 5 W/m·K이다. 특정 실시예들에 따르면, 열 전도성 경로(2008)는 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에

연결되는 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버의 수직 방향을 따른다.

- [0147] 일 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 인클로저 내에 전극 조립체 및/또는 전해질을 수용하기에 적합한 폴리머 물질을 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 가요성 금속 물질 시트와 같은 다른 물질과 폴리머 물질의 라미네이트 구조체를 더 포함할 수 있다. 특정 실시예들에서, 인클로저에 사용되는 폴리머 및/또는 기타 물질은 이차 전지 셀에 사용되는 임의의 전해질에 의한 침식에 저항할 수 있으며, 셀 내에 이러한 전해질을 담는 역할을 할 수 있다. 일 실시예에서, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 사이에 배치된 가요성 금속 물질 시트를 갖는 폴리머 물질 시트로 이루어진 라미네이트 구조체를 포함한다. 일 실시예에서, 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 폴리프로필렌, 알루미늄 및 나일론 시트로 이루어진 라미네이트 구조체를 포함하며, 알루미늄 시트는 폴리프로필렌과 나일론 폴리머 시트 사이에 있다. 기밀 밀봉형 인클로저(104)는 가요성 파우치 물질로 만들어진 기밀 밀봉형 파우치와 같은 폴리머 물질을 갖는 기밀 밀봉형 파우치의 형태일 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 본원의 일차 및 이차 성장 제약 시스템(151, 152) 중 어느 하나에 지정된 물질 중 어느 하나, 예컨대 예를 들어 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱 또는 그 조합 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 스테인리스 강 및 알루미늄 중 임의의 하나 이상을 포함한다.
- [0148] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다. 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0149] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다. 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0150] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다. 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0151] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다. 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0152] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 항복 강도를

갖는다.

[0153] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.

[0154] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다. 예를 들어, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 수직 방향으로 분리된 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 단부 표면(500a, 500b) 및/또는 수직 방향으로 분리된 상대 전극 구조체의 상위 및 하위 단부 표면(501a, 501b)에 연결될 수 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 분리막(130)의 수직 방향으로 분리된 상위 및 하위 단부 표면(502a, 502b)에 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 전극 및/또는 상대 전극 집전체는 수직 방향으로의 성장의 제한을 제공하기 위해, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 연결되며, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다. 일 실시예에서, 전극 집전체는 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 연결되고, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다. 전극 및/또는 상대 전극 집전체는 또한 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 적합한 것으로서 본원에 달리 설명된 항복 강도 및/또는 인장 강도 중 어느 하나를 가질 수 있다.

[0155] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)은 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)은 30회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)은 50회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)은 80회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하는 수직 제약 시스템(2000)은 100회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.

[0156] 특정 실시예들에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 적어도 10000 psi(70 Mpa 초과)의 인장 강도를 포함한다. 또 다른 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 제약부(2012, 2014)는 적어도 10000 psi(70 Mpa 초과)의 인장 강도를 포함한다. 일 실시예에서, 세로 방향으로 측정된 제1 및 제2 세로 제약부의 두께는 적어도 150  $\mu\text{m}$ 이다. 또 다른 실시예에서, 세로 방향으로 측정된 제1 및 제2 세로 제약부(2012, 2014)의 두께는 적어도 250  $\mu\text{m}$ 이다. 또 다른 실시예에서, 세로 방향으로 측정된 제1 및 제2 세로 제약부(2012, 2014)의 두께는 적어도 400  $\mu\text{m}$ 이다.

[0157] 일 실시예에 따르면, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 연결된다. 일 실시예에서, 전극 구조체의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 대향하는 수직 표면은 접촉체에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부(200, 2001)에 연결된다.

[0158] 도 12를 참조하면, 다른 이차 전지 셀(도 10 및 11)과 비교하여, 본 개시의 양태는 배터리 사이클링 동안 열 방출을 위한 효율적인 열 전도성 경로를 제공한다(중공(hollow) 화살표는 이차 전지 셀 내부의 열 경로를 나타내고, 실선은 이차 전지 셀 외부로 냉각시키는데 사용된 냉각 경로를 나타냄). 도 12에서 볼 수 있는 바와 같이, 본원의 양태들에 따르면, 전극 및/또는 상대 전극 구조체를 따라 이차 전지의 최대 표면적 표면(즉, 수직 표면)에 직접적인 열 전도성 경로가 제공되어, 이러한 표면의 냉각이 상당한 양의 열을 제거하도록 한다. 반대로, 도 10 내지 11에서, 열 배출 경로는 전극 조립체의 수많은 상이한 층을 거치므로, 열이 이차 전지 셀의 표면으로 효율적으로 전달되지 않도록 한다. 도 14에 도시된 실시예에서, 예시적인 인클로저(104)는 두 개의 부분, 즉 상부 커버(1302) 및 하부 홀더(1303)를 포함할 수 있다. 이러한 두 부분은 수직 방향으로 중첩될 수 있고(도 14 및 도 15) 서로 밀봉될 수 있으며, 밀봉형 이차 전지 셀의 측면에 대해 밀봉이 위로 접혀 있다.

[0159] 기밀 밀봉형 케이스를 갖는 밀봉형 이차 전지 셀

[0160] 도 17 내지 22를 참조하면, 본 개시의 실시예들에 따르면, 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀(902)이 제공된다. 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 폴리머 인클로저 물질을 포함하는 기밀 밀봉형 케이스(2020)인 인클로저(104), 및 기밀 밀봉형 케이스(2020)로 둘러싸인 전극 조립체(106)를 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량은 적어도 100 mAmp · hr이다. 특정 실시예들에 따르면, 충전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 25% 미만이다.

[0161] 특정 실시예들에 따르면, 전극 조립체(106)는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상을 갖는다. 예를 들어, 특정 실시예들에서 전극 조립체(106)는 실질적으로 6개의 실질적으로 평평한 표면 및/또는 완전히 평평한 표면을 포함할 수 있고/있거나 8개 이상의 평평한 표면과 같은 추가의 평평한 표면을 포함할 수 있다. 전극 조립체는 또한, 특정 실시예들에서, 예를 들어 그 외에는 평평한 표면 사이의 모서리 및/또는 꼭지점에서와 같은 곡선 부분을 포함할 수 있다.

[0162] 특정 실시예들에 따르면, 그리고 도 17 내지 22를 다시 참조하면, 전극 조립체(106)는 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 표면(116, 118)(즉, 제1 및 제2 세로 단부 표면), 및 전극 조립체 세로 축(A<sub>EA</sub>)을 둘러싸며 대향하는 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면(142)을 포함한다. 측면 표면(142)은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면(906, 908)을 포함하며, 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면(910, 912)을 포함한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면(116, 118)은 결합된 표면적(L<sub>SA</sub>)을 갖고, 대향하는 가로 표면(910, 912)은 결합된 표면적(T<sub>SA</sub>)을 갖고, 대향하는 수직 표면(906, 908)은 결합된 표면적(V<sub>SA</sub>)을 가지며, V<sub>SA</sub> 대 L<sub>SA</sub> 및 T<sub>SA</sub> 각각의 비율은 적어도 5:1이다. 결합된 표면적은 그 대향하는 표면에 추가된 각 표면의 표면적이다(예를 들어, 대향하는 세로 표면(116, 118)의 결합된 표면적은 세로 표면(118)의 표면적에 추가된 세로 표면(116)의 표면적이다).

[0163] 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 66%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면, 및 가로 표면은 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다. 일 실시예에 따르면, 대향하는 가로 표면, 수직 표면 및 가로 표면(이는 실질적으로 평평함)은 실질적으로 전극 조립체의 전체 결합된 표면적을 구성한다.

[0164] 또한, 특정 실시예들에 따르면, 그리고 상기의 에너지 저장 장치 및/또는 이차 전지(102)에 대해 유사하게 설명된 바와 같이, 이차 전지 셀(902)의 전극 조립체(106)는 전극 구조체 집단(110), 전기 절연 분리막 집단(130) 및 상대 전극 구조체 집단(112)을 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 조립체 내에 교번하는 순서로 배열된다. 일 실시예에서, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다. 일 실시예에 따르면, 전극 구조체 집단(110)의 멤버는 전극 활물질 층(132) 및 전극 집전체(136)를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버는 상대 전극 활물질 층(138) 및 상대 전극 집전체(140)를 포함한다.

[0165] 일 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)는 세로 방향으로 분리된 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부

(2021, 2022)와, 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)를 연결하는 케이스 측벽(2023)을 가지며, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)와 케이스 측벽(2023)은 전극 조립체(106)를 중심으로 기밀 밀봉을 형성하며, 케이스 측벽(2023)은 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)과, 가로 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 가로 측벽(2026, 2027)을 포함한다. 도 17 내지 22에 도시된 바와 같은 실시예에서, 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022), 제1 및 제2 가로 측벽(2026, 2027) 및 하위 측벽(2025)은 케이스(2020)의 하위 인클로저 부분을 형성하며, 상위 측벽(2024)은 기밀 밀봉형 케이스(2020)를 형성하도록 하위 인클로저 부분에 밀봉 가능한 뚜껑(lid)의 형태이다.

[0166] 일 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2028) 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께( $t_1$ )는 적어도 1 mm이다. 특정 실시예들에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2028) 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 2 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2028) 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 3 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2028) 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 5 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2028) 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 8 mm이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2028) 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀(902)의 두께는 적어도 10 mm이다.

[0167] 일 실시예에 따르면, 전극 구조체 집단(110) 및/또는 상대 전극 구조체 집단(112)의 멤버는 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되어 충전 상태와 방전 상태 사이의 이차 전지의 사이클링 동안 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다. 특정 실시예들에 따르면, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)(이들이 연결되는 전극 및/또는 상대 전극 구조체와 결합하여)은 본원에 설명된 이차 성장 제약 시스템(152)에 대응하며, 따라서 이차 성장 제약 시스템(152)에 대한 설명은 전극 및/또는 상대 전극 구조체에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에도 적용되는 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은 본원에 설명된 제1 및 제2 이차 성장 제약부(158, 160)에 대응될 수 있으며, 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버는 적어도 하나의 연결 부재(166)에 대응될 수 있다. 상기에 설명된 이차 성장 제약 시스템과 마찬가지로, 전극 및/또는 상대 전극 구조체에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있다. 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 수직 방향으로의 성장의 제한을 제공하기 위해, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.

[0168] 또한, 특정 실시예들에 따르면, 세로 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)는 길이 방향으로의 성장을 제한하는 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)는 케이스(2024, 2025)의 상위 및 하위 측벽 중 하나 이상에 의해 함께 연결될 수 있고, 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)(상위 및 하위 측벽(2024, 2025) 중 하나 이상과 조합하여)는 본원의 다른 곳에서 설명된 일차 성장 제약 시스템(151)에 대응될 수 있으며, 따라서 일차 성장 제약 시스템(151)에 대한 설명은 상위 및 하위 측벽(2024, 2025) 중 하나 이상에 의해 연결되는 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)에도 적용되는 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)는 본원에 설명된 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)에 대응될 수 있고, 이들은 케이스의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 대응되는 일차 연결 부재(162, 164)에 의해 연결될 수 있다.

[0169] 일 실시예에서, 밀봉형 이차 전지 셀(902)는 기밀 밀봉형 케이스(2020) 내부의 전극 제약부 세트(108)를 더 포함하며, 전극 제약부 세트는 수직으로 서로 분리되는 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)를 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된다. 수직 제약 시스템(2000)은 수직 방향으로부터 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있으며, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 각각의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되어 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버를 상위 및 하위 측벽에 간접적으로 연결된다. 예를 들어, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 접촉제로 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 접촉되어 기밀 밀봉형 케이스(2020)

의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 전극 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 연결을 완료할 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 수직 제약 시스템(2000)은, 단독으로든 또는 케이스의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)과의 조합으로든, 본원의 다른 곳에 설명된 일차 성장 제약 시스템(151)에 대응될 수 있으며, 따라서 일차 성장 제약 시스템(151)의 설명은 수직 제약 시스템(2000)에도 적용되는 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는, 단독으로든 또는 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)과의 조합으로든, 본원에 설명된 제1 및 제2 일차 성장 제약부(158, 160)에 대응될 수 있으며, 이들은 전극 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 대응되는 이차 연결 멤버(166)에 의해 연결될 수 있다. 내부 전극 제약부 세트(108)가 제공되는 실시예들에서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 수직 방향으로의 성장을 제한하기 위해, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.

[0170] 또 다른 실시예에 따르면, 전극 제약부 세트(108)는 세로 방향으로 서로 분리되고 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하기 위해 연결 부재(2016)에 의해 연결되는 제1 및 제2 세로 성장 제약부(2012, 2014)를 포함하는 세로 제약 시스템(2010)을 더 포함한다. 특정 실시예들에 따르면, 세로 제약 시스템(2010)은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 게이트 단부(2021, 2022)와의 조합으로든, 본원의 다른 곳에서 설명된 일차 성장 제약 시스템(151)에 대응되고, 따라서 일차 성장 제약 시스템(151)의 설명은 세로 제약 시스템(2010)에도 적용되는 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 세로 성장 제약부(2012, 2014)는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 케이스 단부(2021, 2022)와의 조합으로든, 본원에 설명된 제1 및 제2 일차 성장 제약부(154, 156)에 대응될 수 있으며, 이들은 단독으로든 또는 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)과의 조합으로든, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2002, 2002)에 대응되는 일차 연결 부재(162, 164)에 의해 연결될 수 있다.

[0171] 일 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2029) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 7.5 W/mK이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2029) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 8 W/mK이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2029) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 10 W/mK이다. 또 다른 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)의 외부 수직 표면(2030, 2031)의 수직으로 대향하는 영역(2028, 2029) 사이의 열 전도성 경로(2008)를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀(902)의 열 전도도는 적어도 15 W/mK이다. 특정 실시예들에 따르면, 열 전도성 경로(2008)는 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)에 연결되는 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버의 수직 방향을 따른다.

[0172] 특정 실시예들에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 150 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 200 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 400 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 0.1 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 0.5 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 1 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 3 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다. 또 다른 실시예에 따르면, 밀봉형 이차 전지 셀(902)은 적어도 5 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다.

[0173] 일 실시예에 따르면, 기밀 밀봉형 케이스(2020)는 스테인리스 강, 알루미늄, 티타늄, 베릴륨, 베릴륨, 구리, 니켈 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 금속 물질을 포함한다. 예를 들어, 특정 실시예들에서 금속 물질은 본원의 일차 성장 제약 시스템(151) 및/또는 이차 성장 제약 시스템(152)에 적합한 것으로 개시된 금속 물질 중 어느 하나이다. 일 실시예에서, 상위 및 하위 측벽과 같은 케이스에 사용되는 금속 물질은 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다. 특정 실시예들에서, 케이스에 사용되는 금속 물질은 이차 전지 셀에 사용되는 임의의 전해질에 의한 침식에 저항할 수 있으며, 셀 내에 이러한 전해질을 담는 역할을 할 수 있다. 내부 전극 제약부 세트(108)가 기밀 밀봉형 케이스(2020) 내에 제공되는 특정 실시예들에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 본원의 일차 및 이차 성장 제약 시스템(151, 152) 중 어느 하나에 지정된 물질 중 어느 하나, 예컨대 예를 들어 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱 또는 그 조합 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는



및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.

[0179] 일 실시예에 따르면, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.

[0180] 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150 um의 세로 방향으로의 두께를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 250 um의 세로 방향으로의 두께를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 400 um의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.

[0181] 일 실시예에 따르면, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다. 예를 들어, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은 전극 구조체 집단의 멤버의 수직 방향으로 분리된 상위 및 하위 단부 표면(500a, 500b), 및/또는 수직 방향으로 분리된 상대 전극 구조체의 상위 및 하위 단부 표면(501a, 501b)에 연결될 수 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은 분리막(130)의 수직 방향으로 분리된 상위 및 하위 단부 표면(502a, 502b)에 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다. 일 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결되며, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 차례로 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결된다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결되며, 제1 및 제2 수직 성장 제약부(2001, 2002)는 차례로 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 직접 연결된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 전극 및/또는 상대 전극 집전체는 수직 방향으로의 성장의 제한을 제공하기 위해, (예를 들어, 직접적으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 통해서든) 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되며, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50 μm 사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다. 일 실시예에서, 전극 집전체는 (예를 들어, 직접적으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 통해서든) 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되고, 세로 방향으로 측정된 5 내지 50 μm 사이의 범위에 있는 두께 및 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다. 전극 및/또는 상대 전극 집전체는 또한 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결되는 전극 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 적합한 것으로서 본원에 달리 설명된 항복 강도 및/또는 인장 강도 중 어느 하나를 가질 수 있다.

[0182] 일 실시예에 따르면, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 30회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 50회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 80회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다. 또 다른 실시예에서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 100회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직



방향으로의 성장을 제약한다.

[0183] 일 실시예에서, 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버는 케이스의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 직접 연결된다. 또 다른 실시예에 따르면, 전극 구조체(110) 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버는 예컨대 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 통해 케이스의 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 간접적으로 연결된다. 예를 들어, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 직접 연결될 수 있으며, 이는 차례로 상위 및 하위 측벽(2024, 2025)에 연결된다. 특정 실시예들에 따르면, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 상위 및 하위 측벽에 직접 연결된다. 특정 실시예들에 따르면, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 직접 연결된다. 특정 실시예들에 따르면, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 각각의 상위 및 하위 측벽에 직접 연결된다. 일 실시예에서, 전극 구조체의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 대향하는 수직 표면은 제1 및 제2 수직 성장 제약부, 및/또는 상위 및 하위 측벽 중 어느 하나에 연결되고/되거나 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 접착제에 의해 상위 및 하위 측벽에 연결된다.

[0184] 도 25를 참조하면, 다른 이차 전지 셀(도 23 및 24)과 비교하여, 본 개시의 양태는 배터리 사이클링 동안 열 방출을 위한 효율적인 열 전도성 경로를 제공한다(중공 화살표는 이차 전지 셀 내부의 열 경로를 나타내고, 실선은 이차 전지 셀 외부를 냉각시키는데 사용된 냉각 경로를 나타냄). 도 25에서 볼 수 있는 바와 같이, 본원의 양태들에 따르면, 전극 및/또는 상대 전극 구조체를 따라 이차 전지 셀의 최대 표면적 표면(즉, 수직 표면)에 직접적인 열 전도성 경로가 제공되어, 이러한 표면의 냉각이 상당한 양의 열을 제거하도록 한다. 반대로, 도 23 내지 24에서, 열 배출 경로는 전극 조립체의 수많은 상이한 층을 거치므로, 열이 이차 전지 셀의 표면으로 효율적으로 전달되지 않도록 한다.

[0185] 전극(110) 집단 및 상대 전극(112) 집단의 멤버는 리튬, 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 또는 알루미늄 이온과 같은 캐리어 이온을 흡수 및 방출할 수 있는 전기 활성 물질을 포함한다. 일부 실시예들에서, 전극 구조체(110) 집단의 멤버는 애노드 활성 전기 활성 물질(중중 음극이라고 함)을 포함하고 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버는 캐소드 활성 전기 활성 물질(중중 양극이라고 함)을 포함한다. 다른 실시예들에서, 전극 구조체(110) 집단의 멤버는 캐소드 활성 전기 활성 물질을 포함하고 상대 전극 구조체(112) 집단의 멤버는 애노드 활성 전기 활성 물질을 포함한다. 이 문단에 인용된 실시예 및 예 각각에서, 음극 활물질은 예를 들어, 미립자 응집체 전극, 미립자 물질의 슬러리를 형성하고 층 형상으로 구조화하는 등의 미립자 물질로 형성된 전극 활물질, 또는 모놀리식 전극일 수 있다.

[0186] 일 실시예에 따르면, 전극 조립체(106)의 애노드에 해당하는 전극 구조체(110)에 사용되는 전극 활물질은 이차 전지(102) 및/또는 전극 조립체(106)의 충전 동안 캐리어 이온이 전극 활물질에 삽입될 때 팽창하는 물질을 포함한다. 예를 들어, 전극 활물질은 전극 활물질의 용적 증가를 생성하기에 충분한 양으로, 예컨대 캐리어 이온과 인터칼레이팅(intercalating)하거나 합금화함으로써 이차 전지의 충전 동안 캐리어 이온을 수용하는 애노드 활물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 전극 활물질은 이차 전지(102)가 방전 상태에서 충전 상태로 충전될 때 전극 활물질 1몰당 캐리어 이온을 1몰 이상 수용할 수 있는 용량을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 추가 예로서, 전극 활물질은 전극 활물질 1몰당 1.5몰 이상의 캐리어 이온(예컨대 전극 활물질 1몰당 2.0몰 이상의 캐리어 이온), 그리고 심지어 전극 활물질 1몰당 2.5몰 이상의 캐리어 이온(예컨대 전극 활물질 1몰당 3.5몰 이상의 캐리어 이온)을 수용하는 용량을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 전극 활물질에 의해 수용되는 캐리어 이온은 리튬, 칼륨, 나트륨, 칼슘 및 마그네슘 중 적어도 하나일 수 있다. 이러한 용적 변화를 제공하기 위해 팽창하는 전극 활물질의 예에는 실리콘(예를 들어, SiO), 알루미늄, 주석, 아연, 은, 안티몬, 비스무트, 금, 백금, 게르마늄, 팔라듐, 및 이들의 합금 및 화합물 중 하나 이상이 포함된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 전극 활물질은 미립자 실리콘, 미립자 실리콘 산화물 및 이들의 혼합물 중 하나 이상과 같은 미립자 형태의 실리콘 함유 물질을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 전극 활물질은 더 작거나 심지어 무시할 수 있는 용적

변화를 나타내는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 전극 활물질은 흑연과 같은 탄소 함유 물질을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 전극 구조체는 전극 집전체 역할을 할 수 있고, 충전 과정 동안 리튬 금속층으로의 캐리어 이온의 전달을 통해 전극 활물질이 침착되는 리튬 금속층을 포함한다.

[0187] 예시적인 애노드 활성 전기 활성 물질에는 흑연 및 연질 또는 경질 탄소와 같은 탄소 물질, 또는 리튬과 합금을 형성할 수 있는 금속, 반금속, 합금, 산화물 및 화합물의 범위 중 어느 하나가 포함된다. 애노드 물질을 구성할 수 있는 금속 또는 반금속의 구체적인 예에는 흑연, 주석, 납, 마그네슘, 알루미늄, 붕소, 갈륨, 실리콘, Si/C 복합재, Si/흑연 블렌드, SiO<sub>x</sub>, 다공성 Si, 금속간 Si 합금, 인듐, 지르코늄, 게르마늄, 비스무트, 카드뮴, 안티몬, 은, 아연, 비소, 하프늄, 이트륨, 리튬, 나트륨, 흑연, 탄소, 티탄산리튬, 팔라듐 및 이들의 혼합물이 포함된다. 예시적인 일 실시예에서, 애노드 활물질은 알루미늄, 주석 또는 실리콘, 또는 이들의 산화물, 이들의 질화물, 이들의 불화물, 또는 이들의 다른 합금을 포함한다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 애노드 활물질은 실리콘, 실리콘 산화물, 또는 이들의 합금을 포함한다.

[0188] 또한 추가 실시예에서, 애노드 활물질은 리튬 금속, 리튬 합금, 탄소, 석유 코크스, 활성탄, 흑연, 실리콘 화합물, 주석 화합물 및 이들의 합금을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 애노드 활물질은 난흑연화성(non-graphitizable) 탄소, 흑연계 탄소 등과 같은 탄소; Li<sub>x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0 ≤ x ≤ 1), Li<sub>x</sub>WO<sub>2</sub>(0 ≤ x ≤ 1), Sn<sub>x</sub>Me<sub>1-x</sub>Me'<sub>y</sub>O<sub>2</sub>(Me: Mn, Fe, Pb, Ge; Me': Al, B, P, Si, 주기율표의 1족, 2족 및 3족에서 발견된 원소, 할로젠, 0 < x ≤ 1; 1 ≤ y ≤ 3; 1 ≤ z ≤ 8) 등과 같은 금속 복합 산화물; 리튬 금속; 리튬 합금; 실리콘계 합금; 주석계 합금; SnO, SnO<sub>2</sub>, PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, GeO, GeO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 등과 같은 금속 산화물; 폴리아세틸렌 등과 같은 전도성 폴리머; Li-Co-Ni계 물질 등을 포함한다. 일 실시예에서, 애노드 활물질은 천연 흑연, 합성 흑연 등과 같은 결정질 흑연, 및 연질 탄소, 경질 탄소 등과 같은 비정질 탄소를 포함하는 탄소계 활물질을 포함할 수 있다. 애노드 활물질에 적합한 탄소 물질의 다른 예는 흑연, 키시(Kish) 흑연, 열분해 탄소, 중간상 피치계(mesophase pitch-based) 탄소 섬유, 메소-탄소(meso-carbon) 마이크로비드, 중간상 피치, 흑연화 탄소 섬유, 및 석유 또는 콜타르 피치 유래 코크스와 같은 고온 소결 탄소를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 음극 활물질은 산화 주석, 질산 티타늄 및 실리콘을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 음극은 리튬 금속 필름과 같은 리튬 금속, 또는 리튬과 Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Al 및 Sn로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 유형의 금속의 합금과 같은 리튬 합금을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 애노드 활물질은 Si, Al, C, Pt, Sn, Pb, Ir, Ni, Cu, Ti, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ca, Sr, Sb, Ba, Ra, Ge, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd, Si 합금, Sn 합금, Al 합금 등과 같은 리튬과 합금화 및/또는 인터칼레이팅될 수 있는 금속 화합물; SiO<sub>v</sub>(0 < v < 2), SnO<sub>2</sub>, 바나듐 산화물 또는 리튬 바나듐 산화물과 같은 리튬 이온을 도핑 및 디도핑할 수 있는 금속 산화물; 및 Si-C 복합재 또는 Sn-C 복합재와 같은 금속 화합물 및 탄소 물질을 포함하는 복합재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 리튬과 합금화/인터칼레이팅될 수 있는 물질은 리튬, 인듐, 주석, 알루미늄 또는 실리콘과 같은 금속, 또는 이들의 합금; Li<sub>4</sub>/3Ti<sub>5</sub>/30<sub>4</sub> 또는 SnO와 같은 전이 금속 산화물; 및 인조 흑연, 흑연 탄소 섬유, 수지 하소 탄소, 열분해 증기 성장 탄소, 코르크, 메소-탄소 마이크로비드("MCMB"), 푸르푸릴 알코올 수지 하소 탄소, 폴리아센, 피치계 탄소 섬유, 증기 성장 탄소 섬유 또는 천연 흑연과 같은 탄소질 물질일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 음극 활물질은 나트륨 또는 마그네슘과 같은 캐리어 이온에 적합한 조성물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 음극 활물질은 층상 탄소질 물질; 및 층상 탄소질 물질의 층들 사이에 배치된 식 Na<sub>x</sub>Sn<sub>y-z</sub>M<sub>z</sub>의 조성물(여기서, M은 Ti, K, Ge, P, 또는 이들의 조합이고, 0 < x ≤ 15, 1 ≤ y ≤ 5, 및 0 ≤ z ≤ 1임)을 포함할 수 있다.

[0189] 일 실시예에서, 음극 활물질은 탄소계 물질, 카본 블랙, 흑연, 그래핀, 활성탄, 탄소 섬유, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 채널 블랙, 퍼니스 블랙, 램프 블랙, 서멀 블랙 등과 같은 카본 블랙과 같은 전도성 물질 및/또는 전도성 보조제; 탄소섬유, 금속 섬유 등과 같은 전도성 섬유; 탄소 나노튜브 등과 같은 전도성 튜브; 불화탄소 분말, 알루미늄 분말, 니켈 분말 등과 같은 금속 분말; 산화 아연, 티탄산갈륨 등과 같은 전도성 위스커(whisker); 산화티타늄 등과 같은 전도성 금속 산화물; 또는 폴리페닐렌 유도체 등과 같은 전도성 물질을 더 포함할 수 있다. 추가로, 금속 메쉬와 같은 금속 섬유; 구리, 은, 니켈 및 알루미늄과 같은 금속 분말; 또는 폴리페닐렌 유도체와 같은 유기 전도성 물질도 사용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 예를 들어, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리프로필렌, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF), 스티렌-부타디엔 고무, 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로 알킬비닐에테르 코폴리머, 비닐리덴 플루오라이드-헥사플루오로프로필렌 코폴리머, 비닐리덴 플루오라이드-클로로트리플루오로에틸렌 코폴리머, 에틸렌-테트라플루오로에틸

렌 코폴리머, 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 비닐리덴 플루오라이드-펜타플루오로프로필렌 코폴리머, 프로필렌-테트라플루오로에틸렌 코폴리머, 에틸렌-클로로트리플루오로에틸렌 코폴리머, 비닐리덴 플루오라이드-헥사플루오로프로필렌-테트라플루오로에틸렌 코폴리머, 불화비닐리덴-퍼플루오로메틸비닐에테르-테트라플루오로에틸렌 코폴리머, 에틸렌-아크릴산 코폴리머 등 중 하나 이상과 같은 바인더가 제공될 수 있다.

[0190] 예시적인 캐소드 활물질은 광범위한 캐소드 활물질 중 어느 하나를 포함한다. 예를 들어, 리튬 이온 배터리의 경우, 캐소드 활물질은 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 리튬 전이 금속 산화물, 리튬 전이 금속 황화물, 및 리튬 전이 금속 질화물로부터 선택된 캐소드 물질을 포함할 수 있으며 선택적으로 사용될 수 있다. 이들 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물의 전이 금속 원소는 d-셸(shell) 또는 f-셸을 갖는 금속 원소를 포함할 수 있다. 이러한 금속 원소의 구체적인 예로는 Sc, Y, 란타노이드, 악티노이드, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pb, Pt, Cu, Ag, 및 Au이 있다. 추가 캐소드 활물질에는 LiCoO<sub>2</sub>, LiNi<sub>0.5</sub>Mn<sub>1.5</sub>O<sub>4</sub>, Li(Ni<sub>x</sub>Co<sub>y</sub>Al<sub>z</sub>)O<sub>2</sub>, LiFePO<sub>4</sub>, Li<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 몰리브덴 옥시황화물, 인산염, 규산염, 바나듐산염, 황, 황 화합물, 산소(공기), Li(Ni<sub>x</sub>Mn<sub>y</sub>Co<sub>z</sub>)O<sub>2</sub>, 및 이들의 조합이 포함된다. 또한, 캐소드 활물질 층을 위한 화합물은 리튬, 코발트 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어, LiCoO<sub>2</sub>), 리튬, 망간 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) 및 리튬 철과 인산염을 포함하는 화합물(예를 들어, LiFePO)과 같은 금속 산화물 또는 금속 인산염을 더 포함하는 리튬 함유 화합물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 캐소드 활물질은 리튬 망간 산화물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 철 인산염, 또는 상기 산화물의 조합으로부터 형성된 복합 산화물 중 적어도 하나를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 캐소드 활물질은 리튬 코발트 산화물(LiCoO<sub>2</sub>), 리튬 니켈 산화물(LiNiO<sub>2</sub>) 등 또는 하나 이상의 전이 금속을 갖는 치환 화합물; Li<sub>1+x</sub>Mn<sub>2-x</sub>O<sub>4</sub>(여기서, x는 0 내지 0.33임), LiMnO<sub>3</sub>, LiMn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LiMnO<sub>2</sub> 등과 같은 리튬 망간 산화물; 리튬 구리 산화물(Li<sub>2</sub>CuO<sub>2</sub>); LiV<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, LiFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cu<sub>2</sub>V<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 등과 같은 산화바나듐; LiNi<sub>1-x</sub>M<sub>x</sub>O<sub>2</sub>(여기서, M=Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B 또는 Ga, 및 x=0.01 내지 0.3임)의 화학식으로 표시되는 Ni 사이트형 리튬 니켈 산화물; LiMn<sub>2-x</sub>M<sub>x</sub>O<sub>2</sub>(여기서, M=Co, Ni, Fe, Cr, Zn 또는 Ta, 및 x=0.01 내지 0.1임) 또는 Li<sub>2</sub>Mn<sub>3</sub>MO<sub>8</sub>(여기서, M=Fe, Co, Ni, Cu 또는 Zn임); Li의 일부가 알칼리 토금속 이온으로 치환된 LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; 디설파이드 화합물; Fe<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 캐소드 활물질은 예컨대 LiFePO<sub>4</sub>, Li(Fe, Mn)PO<sub>4</sub>, Li(Fe, Co)PO<sub>4</sub>, Li(Fe, Ni)PO<sub>4</sub> 등 중에서 적어도 하나와 같은, 화학식 Li<sub>1+a</sub>Fe<sub>1-x</sub>M'<sub>x</sub>(PO<sub>4-b</sub>)X<sub>b</sub>(여기서 M'은 Al, Mg, Ni, Co, Mn, Ti, Ga, Cu, V, Nb, Zr, Ce, In, Zn로부터 선택된 적어도 하나이고, Y, X는 F, S 및 N로부터 선택된 적어도 하나이며, -0.5 ≤ a ≤ +0.5, 0 ≤ x ≤ 0.5, 및 0 ≤ b ≤ 0.1임)의 올리빈 결정 구조체를 갖는 리튬 금속 인산염을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 캐소드 활물질은 LiCoO<sub>2</sub>, LiNiO<sub>2</sub>, LiMnO<sub>2</sub>, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, LiNi<sub>1-y</sub>Co<sub>y</sub>O<sub>2</sub>, LiCo<sub>1-y</sub>Mn<sub>y</sub>O<sub>2</sub>, LiNi<sub>1-y</sub>Mn<sub>y</sub>O<sub>2</sub>(0 ≤ y ≤ 1), Li(Ni<sub>a</sub>Co<sub>b</sub>Mn<sub>c</sub>)O<sub>4</sub>(0 < a < 2, 0 < b < 2, 0 < c < 2, 및 a+b+c=2), LiMn<sub>2-z</sub>Ni<sub>z</sub>O<sub>4</sub>, LiMn<sub>2-z</sub>Co<sub>z</sub>O<sub>4</sub>(0 < z < 2), LiCoPO<sub>4</sub> 및 LiFePO<sub>4</sub>, 또는 이들 중 둘 이상의 혼합물 중 적어도 하나를 포함한다.

[0191] 또 다른 실시예에서, 캐소드 활물질은 황 원소(S<sub>8</sub>), 황 계열 화합물 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 황 계열 화합물은 구체적으로는 Li<sub>2</sub>S<sub>n</sub>(n ≥ 1), 유기황 화합물, 탄소-황 폴리머((C<sub>2</sub>S<sub>x</sub>)<sub>n</sub>; x=2.5 내지 50, n ≥ 2) 등일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 캐소드 활물질은 리튬 및 지르코늄의 산화물을 포함할 수 있다.

[0192] 또 다른 실시예에서, 캐소드 활물질은 코발트, 망간, 니켈 또는 이들의 조합과 같은 리튬과 금속의 적어도 하나의 복합 산화물을 포함할 수 있고 사용될 수 있으며, 그 예로는 Li<sub>a</sub>A<sub>1-b</sub>M<sub>b</sub>D<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 및 0 ≤ b ≤ 0.5); Li<sub>a</sub>E<sub>1-b</sub>M<sub>b</sub>O<sub>2-c</sub>D<sub>c</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 및 0 ≤ c ≤ 0.05); LiE<sub>2-b</sub>M<sub>b</sub>O<sub>4-c</sub>D<sub>c</sub>(여기서, 0 ≤ b ≤ 0.5, 및 0 ≤ c ≤ 0.05); Li<sub>a</sub>Ni<sub>1-b-c</sub>Co<sub>b</sub>M<sub>c</sub>D<sub>a</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 0 ≤ c ≤ 0.05, 및 0 < a < 2); Li<sub>a</sub>Ni<sub>1-b-c</sub>Co<sub>b</sub>M<sub>c</sub>O<sub>2-a</sub>X<sub>a</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 0 ≤ c ≤ 0.05, 및 0 < a < 2); Li<sub>a</sub>Ni<sub>1-b-c</sub>Co<sub>b</sub>M<sub>c</sub>O<sub>2-a</sub>X<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 0 ≤ c ≤ 0.05, 및 0 < a < 2); Li<sub>a</sub>Ni<sub>1-b-c</sub>Mn<sub>b</sub>M<sub>c</sub>D<sub>a</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 0 ≤ c ≤ 0.05, 및 0 < a < 2); Li<sub>a</sub>Ni<sub>1-b-c</sub>Mn<sub>b</sub>M<sub>c</sub>O<sub>2-a</sub>X<sub>a</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 0 ≤ c ≤ 0.05, 및 0 < a < 2); Li<sub>a</sub>Ni<sub>1-b-c</sub>Mn<sub>b</sub>M<sub>c</sub>O<sub>2-a</sub>X<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.5, 0 ≤ c ≤ 0.05, 및 0 < a < 2); Li<sub>a</sub>Ni<sub>b</sub>E<sub>c</sub>G<sub>d</sub>O<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.9, 0 ≤ c ≤ 0.5, 및 0.001 ≤ d ≤ 0.1); Li<sub>a</sub>Ni<sub>b</sub>Co<sub>c</sub>Mn<sub>d</sub>GeO<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 0.9, 0 ≤ c ≤ 0.5, 0 ≤ d ≤ 0.5, 및 0.001 ≤ e ≤ 0.1); Li<sub>a</sub>NiG<sub>b</sub>O<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1 및 0.001 ≤ b ≤ 0.1); Li<sub>a</sub>CoG<sub>b</sub>O<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤ 1 및 0.001 ≤ b ≤ 0.1); Li<sub>a</sub>MnG<sub>b</sub>O<sub>2</sub>(여기서, 0.90 ≤ a ≤

1 및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ );  $\text{Li}_a\text{Mn}_2\text{G}_b\text{O}_4$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ );  $\text{QO}_2$ ;  $\text{QS}_2$ ;  $\text{LiQS}_2$ ;  $\text{V}_2\text{O}_5$ ;  $\text{LiV}_2\text{O}_5$ ;  $\text{LiX}'\text{O}_2$ ;  $\text{LiNiVO}_4$ ;  $\text{Li}_{(3-f)}\text{J}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ );  $\text{Li}_{(3-f)}\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ); 및  $\text{LiFePO}_4$ 가 있다. 상기 화학식에서, A는 Ni, Co, Mn 또는 이들의 조합이고; M은 Al, Ni, Co, Mn, Cr, Fe, Mg, Sr, V, 희토류 원소 또는 이들의 조합이고; D는 O, F, S, P 또는 이들의 조합이고; E는 Co, Mn 또는 이들의 조합이고; X는 F, S, P 또는 이들의 조합이고; G는 Al, Cr, Mn, Fe, Mg, La, Ce, Sr, V 또는 이들의 조합이고; Q는 Ti, Mo, Mn 또는 이들의 조합이고; X'는 Cr, V, Fe, Sc, Y 또는 이들의 조합이고; J는 V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu 또는 이들의 조합이다. 예를 들어,  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiMn}_x\text{O}_{2x}$ ( $x=1$  또는 2임),  $\text{LiNi}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_2$ ( $0 < x < 1$ ),  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ ( $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.5$ ) 또는  $\text{FePO}_4$ 가 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 캐소드 활물질은 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 니켈 코발트 산화물, 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물, 리튬 니켈 코발트 망간 산화물, 리튬 망간 산화물 또는 리튬 철 인산염과 같은 리튬 화합물; 황화니켈; 황화구리; 황; 산화철; 또는 산화바나듐 중 적어도 하나를 포함한다.

[0193] 일 실시예에서, 캐소드 활물질은  $\text{NaFeO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{NaNiO}_2$ , 또는  $\text{NaCoO}_2$ 와 같은 화학식  $\text{NaM}_a^1\text{O}_2$ 의 산화물; 또는 화학식  $\text{NaMn}_{1-a}\text{M}_a^1\text{O}_2$ 로 표시되는 산화물(여기서,  $M^1$ 은 적어도 하나의 전이금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ ) 중 적어도 하나와 같은 나트륨 함유 물질을 포함할 수 있다. 대표적인 양극 활물질은  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$  등;  $\text{Na}_{0.44}\text{Mn}_{1-a}\text{M}_a^1\text{O}_{2.05}$ 로 표현되는 산화물,  $\text{Na}_{0.7}\text{Mn}_{1-a}\text{M}_a^1\text{O}_{2.05}$ ( $M^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 요소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)으로 표현된 산화물;  $\text{Na}_6\text{Fe}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$  또는  $\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ 로서  $\text{Na}_b\text{M}_c^2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ 에 의해 표현되는 산화물(여기서  $M^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 요소이고,  $2 \leq b \leq 6$  및  $2 \leq c \leq 5$ 임);  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$  또는  $\text{Na}_2\text{MnFeSi}_6\text{O}_{18}$ 과 같은  $\text{Na}_d\text{M}_e^3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 에 의해 표현되는 산화물(여기서  $M^3$ 은 적어도 하나의 전이 금속 요소이고,  $3 \leq d \leq 6$  및  $1 \leq e \leq 2$ 임);  $\text{Na}_2\text{FeSiO}_6$ 과 같은  $\text{Na}_f\text{M}_g^4\text{Si}_2\text{O}_6$ 에 의해 표현되는 산화물(여기서  $M^4$ 는 전이 금속 요소, 마그네슘(Mg) 및 알루미늄(Al)으로부터 선택된 적어도 하나의 요소이고,  $1 \leq f \leq 2$  및  $1 \leq g \leq 2$ 임);  $\text{NaFePO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$  등과 같은 인산염;  $\text{NaFeBO}_4$  또는  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{BO}_4)_3$ 과 같은 붕산염;  $\text{Na}_3\text{FeF}_6$  또는  $\text{Na}_2\text{MnF}_6$ 과 같은  $\text{Na}_h\text{M}_i^5\text{F}_6$ 에 의해 표현되는 불소( $M^5$ 는 적어도 하나의 전이 금속 요소이고,  $2 \leq h \leq 3$ 임),  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$  등과 같은 형광산 인산염을 포함한다. 양극 활물질은 전술한 것에 한정되지 않으며, 당업자에서 사용되는 임의의 적합한 양극 활물질이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 양극 활물질은 바람직하게는  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$  및  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ 와 같은 층형 산화물 캐소드 물질,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$  및  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ 와 같은 인산염 캐소드, 또는  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$  및  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ 와 같은 불소인산염 캐소드를 포함한다.

[0194] 일 실시예에서, 전극 집전체는 음극 집전체를 포함할 수 있고, 금속 물질과 같은 적합한 전도성 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 음극 집전체는 구리, 니켈, 알루미늄, 스테인리스 강, 티타늄, 팔라듐, 소성 탄소, 하소 탄소, 인듐, 철, 마그네슘, 코발트, 게르마늄, 리튬과, 탄소, 니켈, 티타늄, 은, 알루미늄-카드뮴 합금 및/또는 이들의 기타 합금으로 표면 처리된 구리 또는 스테인리스 강 물질 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 일 실시예에서, 음극 집전체는 구리, 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소와, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 구리 또는 스테인리스 강 물질, 알루미늄-카드뮴 합금, 및/또는 이들의 기타 합금 중 적어도 하나를 포함한다. 일 실시예에서, 음극 집전체는 구리 및 스테인리스 강 중 적어도 하나를 포함한다.

[0195] 일 실시예에서, 상대 전극 집전체는 양극 집전체를 포함할 수 있고, 금속 물질과 같은 적합한 전도성 물질을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 양극 집전체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질, 및/또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함한다. 일 실시예에서, 양극 집전체는 알루미늄을 포함한다.

[0196] 또 다른 실시예에서, 캐소드 활물질은 전도성 보조제 및/또는 바인더 중 하나 이상을 더 포함할 수 있으며, 이는 예를 들어 본원에서 애노드 활물질에 대해 설명된 전도성 보조제 및/또는 바인더 중 어느 하나일 수 있다.

[0197] 특정 실시예들에 따르면, 전기 절연 분리막 층(130)은 전극 구조체(110) 집단의 각 멤버를 상대 전극 구조체(112) 집단의 각 멤버로부터 전기적으로 절연시킬 수 있다. 전기 절연 분리막 층은 전기 단락을 방지하는 동시

에 전기화학 셀에서 전류가 흐르는 동안 회로를 닫는 데 필요한 이온 전하 캐리어의 이송을 허용하도록 설계된다. 일 실시예에서, 전기 절연 분리막 층은 미세다공성이며 전해질, 예를 들어 비수성 액체 또는 겔 전해질이 침투된다. 대안으로, 전기 절연 분리막 층은 고체 전해질, 즉 배터리에서 분리막과 전해질 모두의 역할을 할 수 있는 고체 이온 전도체를 포함할 수 있다.

[0198] 특정 실시예들에서, 전기 절연 분리막 층(130)은 일반적으로 비수성 전해질이 침투될 수 있는 미세다공성 분리막 물질을 포함할 것이며; 예를 들어, 일 실시예에서, 미세다공성 분리막 물질은 직경이 적어도 50 Å, 더 일반적으로는 약 2,500 Å 범위이고, 다공도가 약 25% 내지 약 75% 범위, 더 일반적으로 약 35 내지 55% 범위인 기공을 포함한다. 추가로, 미세다공성 분리막 물질은 비수성 전해질이 침투되어 전극 및 상대 전극 집단의 인접한 멤버 사이의 캐리어 이온의 전도를 허용할 수 있다. 특정 실시예들에서, 예를 들어, 미세다공성 분리막 물질의 다공도를 무시하면, 충전 또는 방전 사이클 동안 이온 교환을 위한 전극 구조물(110) 집단의 멤버와 상대 전극 구조체(112) 집단의 가장 가까운 멤버(들)(즉, "인접 쌍") 사이에 전기 절연 분리막 물질의 적어도 70 vol%가 미세다공성 분리막 물질이고; 달리 말하면, 미세다공성 분리막 물질은 전극 구조체(110) 집단의 멤버와 상대 전극(112) 구조체 집단의 가장 가까운 멤버 사이에 전기 절연 물질의 적어도 70 vol%를 구성한다.

[0199] 일 실시예에서, 미세다공성 분리막 물질은 미립자 물질 및 바인더를 포함하며, 적어도 약 20 vol.%의 다공도(공극률)를 갖는다. 미세다공성 분리막 물질의 기공은 직경이 적어도 50 Å이고 일반적으로는 약 250 내지 2,500 Å 범위 내에 속할 것이다. 미세다공성 분리막 물질은 전형적으로는 약 75% 미만의 다공도를 가질 것이다. 일 실시예에서, 미세다공성 분리막 물질은 약 적어도 25 vol%의 다공도(공극률)를 갖는다. 일 실시예에서, 미세다공성 분리막 물질은 약 35 내지 55%의 다공도를 가질 것이다.

[0200] 미세다공성 분리막 물질용 바인더는 광범위한 무기 또는 폴리머 물질로부터 선택될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 바인더는 비닐리덴 플루오라이드, 헥사플루오로프로필렌, 테트라플루오로프로펜 등을 함유하는 단량체로부터 유도된 플루오로폴리머와 같은 유기 폴리머 물질일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 바인더는 다양한 분자량과 밀도를 갖는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 또는 폴리부텐과 같은 폴리올레핀이다. 또 다른 실시예에서, 바인더는 에틸렌-디엔-프로펜 터폴리머, 폴리스티렌, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리비닐 아세테이트, 폴리비닐 부티랄, 폴리아세탈 및 폴리에틸렌글리콜 디아크릴레이트로 구성된 균으로부터 선택된다. 또 다른 실시예에서, 바인더는 메틸 셀룰로오스, 카르복시메틸 셀룰로오스, 스티렌 고무, 부타디엔 고무, 스티렌-부타디엔 고무, 이소프렌 고무, 폴리아크릴아미드, 폴리비닐 에테르, 폴리아크릴산, 폴리메타크릴산, 폴리아크릴로니트릴, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리아크릴로니트릴 및 폴리에틸렌 옥사이드로 구성된 균으로부터 선택된다. 또 다른 실시예에서, 바인더는 아크릴레이트, 스티렌, 에폭시 및 실리콘으로 이루어진 균으로부터 선택된다. 다른 적합한 바인더는 폴리비닐리덴 플루오라이드-코-헥사플루오로프로필렌, 폴리비닐리덴 플루오라이드-코-트리클로로에틸렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리아크릴로니트릴, 폴리비닐피롤리돈, 폴리비닐 아세테이트, 폴리에틸렌-코-비닐 아세테이트, 폴리에틸렌 옥사이드, 셀룰로스 아세테이트, 셀룰로스 아세테이트 부티레이트, 셀룰로스 아세테이트 프로피오네이트, 시아노에틸폴루란, 시아노에틸 폴리비닐알코올, 시아노에틸셀룰로오스, 시아노에틸수크로스, 폴루란, 카르복시메틸 셀룰로오스, 아크릴로니트릴-스티렌-부타디엔 코폴리머, 폴리이미드 또는 이들의 혼합물로부터 선택될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 바인더는 폴리비닐리덴 플루오라이드-헥사플루오로프로필렌, 폴리비닐리덴 플루오라이드-트리클로로에틸렌, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리아크릴로니트릴, 폴리비닐 피롤리돈, 폴리비닐 아세테이트, 에틸렌 비닐 아세테이트 코폴리머, 폴리에틸렌 옥사이드, 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 아세테이트 부티레이트, 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트, 시아노에틸 폴루란, 시아노에틸폴리비닐알코올, 시아노에틸셀룰로오스, 시아노에틸수크로스, 폴루란, 카르복시메틸셀룰로오스, 아크릴로니트릴스티렌부타디엔 코폴리머, 폴리이미드, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에스테르, 폴리아세탈, 폴리이미드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리에테르술폰, 폴리페닐렌옥사이드, 폴리페닐렌설파이드, 폴리에틸렌나프탈렌 및/또는 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 바인더는 전술한 폴리머 중 둘 이상의 코폴리머 또는 블렌드이다.

[0201] 미세다공성 분리막 물질용 구성된 미립자 물질은 또한 광범위한 물질로부터 선택될 수 있다. 일반적으로, 이러한 물질은 동작 온도에서 상대적으로 낮은 전자 및 이온 전도도를 갖고, 미세다공성 분리막 물질과 접촉하는 배터리 전극 또는 집전체의 동작 전압 하에서 부식되지 않는다. 예를 들어, 일 실시예에서, 미립자 물질은  $1 \times 10^{-4}$  S/cm 미만의 캐리어 이온(예를 들어, 리튬)에 대한 전도도를 갖는다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 미립자 물질은  $1 \times 10^{-5}$  S/cm 미만의 캐리어 이온에 대한 전도도를 갖는다. 추가 예로서, 일 실시예에서, 미립자 물질은  $1 \times 10^{-6}$  S/cm 미만의 캐리어 이온에 대한 전도도를 갖는다. 예를 들어, 일 실시예에서, 미립자 물질은 규산

염, 인산염, 알루미늄산염, 알루미늄노규산염, 및 수산화마그네슘, 수산화칼슘 등과 같은 수산화물로 이루어진 군으로부터 선택된 무기 물질이다. 예시적인 미립자 물질에는 미립자 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, TiO<sub>2</sub>-폴리머 복합재, 실리카 에어로겔, 흡수 실리카, 실리카겔, 실리카 하이드로겔, 실리카 크세로겔, 실리카 졸, 콜로이드 실리카, 알루미늄, 티타니아, 마그네시아, 카올린, 활석, 규조토, 규산 칼슘, 규산알루미늄, 탄산칼슘, 탄산마그네슘, 또는 이들의 조합이 포함된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 미립자 물질은 TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, GeO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BaO, ZnO, ZrO<sub>2</sub>, BN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Ge<sub>3</sub>N<sub>4</sub>와 같은 미립자 산화물 또는 질화물을 포함한다. 예를 들어, P. Arora 및 J. Zhang, "Battery Separators" Chemical Reviews 2004, 104, 4419-4462를 참조한다. 다른 적합한 입자는 BaTiO<sub>3</sub>, Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>(PZT), Pb<sub>1-x</sub>La<sub>x</sub>Zr<sub>1-y</sub>Ti<sub>y</sub>O<sub>3</sub>(PLZT), PB(Mg<sub>3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-PbTiO<sub>3</sub>(PMN-PT), 하프니아(HfO<sub>2</sub>), SrTiO<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, CeO<sub>2</sub>, MgO, NiO, CaO, ZnO, ZrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiC 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 미립자 물질은 약 20 nm 내지 2 마이크로미터, 보다 전형적으로는 200 nm 내지 1.5 마이크로미터의 평균 입자 크기를 가질 것이다. 일 실시예에서, 미립자 물질은 약 500 nm 내지 1 마이크로미터의 평균 입자 크기를 가질 것이다.

[0202] 또 다른 실시예에서, 전기 절연 분리막(130)은 예를 들어 솔리드 스테이트 배터리(solid state battery)에서와 같이 고체 전해질을 포함한다. 일반적으로 말하면, 고체 전해질은 액체 또는 겔 전해질을 추가하지 않고도 캐리어 이온의 이송을 용이하게 할 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 고체 전해질이 제공되는 경우, 고체 전해질은 그 자체로 전극 사이에 절연을 제공하고 이를 통해 캐리어 이온의 통과를 허용할 수 있으며, 구조체에 침투하는 액체 전해질의 추가를 필요로 하지 않을 수 있다.

[0203] 일 실시예에서, 이차 전지(102)는 유기 액체 전해질, 무기 액체 전해질, 수성 전해질, 비수성 전해질, 고체 폴리머 전해질, 고체 세라믹 전해질, 고체 유리 전해질, 가넷(garnet) 전해질, 겔형 폴리머 전해질, 무기 고체 전해질, 용융형 무기 전해질 등에서 어느 하나일 수 있는 전해질을 포함할 수 있다. 액체 전해질이 있거나 없는 전기 절연 분리막(130)의 다른 배열 및/또는 구성도 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 고체 전해질은 전기 절연을 제공하는 동시에 이를 통해 캐리어 이온을 전도할 수 있는 세라믹 또는 유리 물질을 포함할 수 있다. 이온 전도성 물질의 예에는 가넷 물질, 황화물 유리, 리튬 이온 전도성 유리 세라믹 또는 인산염 세라믹 물질이 포함될 수 있다. 일 실시예에서, 고분자 고체 전해질은 폴리에틸렌옥사이드(polyethylene oxide; PEO) 기반, 폴리비닐 아세테이트(polyvinyl acetate; PVA) 기반, 폴리에틸렌아민(polyethyleneimine; PEI) 기반, 폴리비닐리덴 플루오라이드(polyvinylidene fluoride; PVDF) 기반, 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile; PAN) 기반으로 형성된 폴리머 중 임의의 것을 포함할 수 있다. LiPON(리튬 인 산질화물(lithium phosphorus oxynitride)) 및 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethyl methacrylate; PMMA) 기반 폴리머 또는 이의 코폴리머가 포함될 수 있다. 또 다른 실시예에서, Li<sub>2</sub>S 및 P<sub>2</sub>S<sub>5</sub> 중 적어도 하나와 같은 리튬 및/또는 인 중 적어도 하나, 및/또는 SiS<sub>2</sub>, GeS<sub>2</sub>, Li<sub>3</sub>PS<sub>4</sub>, Li<sub>4</sub>P<sub>2</sub>S<sub>7</sub>, Li<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>, Li<sub>2</sub>S-P<sub>2</sub>S<sub>5</sub> 및 50Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>.50Li<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 및/또는 B<sub>2</sub>S<sub>3</sub>와 같은 기타 황화물을 포함하는 황화물계 고체 전해질과 같은 황화물계 고체 전해질이 제공될 수 있다. 고체 전해질의 또 다른 실시예들에는 Li<sub>3</sub>N, LiI, Li<sub>5</sub>Ni<sub>2</sub>, Li<sub>3</sub>N-LiI-LiOH, LiSiO<sub>4</sub>, LiSiO<sub>4</sub>-LiI-LiOH, Li<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>, Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>-LiI-LiOH, 및 Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Li<sub>2</sub>S-SiS<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub>S-P<sub>2</sub>S<sub>5</sub>, Li<sub>2</sub>S-P<sub>2</sub>S<sub>5</sub>-Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, Li<sub>2</sub>S-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-GeS<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub>S-Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-GeS<sub>2</sub>, Li<sub>3.25</sub>-Ge<sub>0.25</sub>-P<sub>0.75</sub>S<sub>4</sub>, (La,Li)TiO<sub>3</sub> (LLTO), Li<sub>6</sub>La<sub>2</sub>CaTa<sub>2</sub>O<sub>12</sub>, Li<sub>6</sub>La<sub>2</sub>ANb<sub>2</sub>O<sub>12</sub>(A=Ca, Sr), Li<sub>2</sub>Nd<sub>3</sub>TeSbO<sub>12</sub>, Li<sub>3</sub>BO<sub>2.5</sub>N<sub>0.5</sub>, Li<sub>9</sub>SiAlO<sub>8</sub>, Li<sub>1+x</sub>Al<sub>x</sub>Ge<sub>2-x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (LAGP), Li<sub>1+x</sub>Al<sub>x</sub>Ti<sub>2-x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (LATP), Li<sub>1+x</sub>Ti<sub>2-x</sub>Al<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3-y</sub>, LiAl<sub>x</sub>Zr<sub>2-x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, LiTi<sub>x</sub>Zr<sub>2-x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>과 같은 리튬(Li)의 질화물, 할로젠화물 및 황산염이 포함될 수 있다. 고체 전해질의 또 다른 실시예들은 예를 들어 본원에 그 전문이 통합된 미국 특허 번호 제10,361,455호에 기술된 것과 같은 가넷 물질을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 가넷 고체 전해질은 일반식 X<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>를 갖는 네소실리케이트이고, 여기서 X는 Ca, Mg, Fe 또는 Mn과 같은 2가 양이온일 수 있거나, Y는 Al, Fe 또는 Cr과 같은 3가 양이온일 수 있다.

[0204] 조립된 에너지 저장 장치의 일 실시예에 따르면, 전기 절연 분리막은 이차 전지 전해질로 사용하기에 적합한 비수성 전해질이 침투되는 미세다공성 분리막 물질을 포함한다. 전형적으로, 비수성 전해질은 유기 용매 및/또는 용매 혼합물에 용해된 리튬염 및/또는 염의 혼합물을 포함한다. 예시적인 리튬염에는 LiClO<sub>4</sub>, LiBF<sub>4</sub>, LiPF<sub>6</sub>, LiAsF<sub>6</sub>, LiCl 및 LiBr과 같은 무기 리튬염; 및 LiB(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>, LiN(SO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, LiN(SO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, LiNSO<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>, LiNSO<sub>2</sub>CF<sub>5</sub>, LiNSO<sub>2</sub>C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>, LiNSO<sub>2</sub>C<sub>5</sub>F<sub>11</sub>, LiNSO<sub>2</sub>C<sub>6</sub>F<sub>13</sub>, 및 LiNSO<sub>2</sub>C<sub>7</sub>F<sub>15</sub>과 같은 유기 리튬염이 포함된다. 또 다른 예로서, 전해질은 예컨대 예를 들어 NaClO<sub>4</sub>, NaPF<sub>6</sub>, NaBF<sub>4</sub>, NaCF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>, NaN(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, NaN(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, NaC(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> 중 임의의 하나 이

상과 같이 내부에 용해된 나트륨 이온을 포함할 수 있다. 마그네슘 및/또는 칼륨의 염이 유사하게 제공될 수 있다. 예를 들어, 염화마그네슘(MgCl<sub>2</sub>), 브롬화마그네슘(MgBr<sub>2</sub>), 요오드화마그네슘(MgI<sub>2</sub>)과 같은 마그네슘염이 제공될 수 있고, 및/또는 뿐만 아니라 과염소산마그네슘(Mg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>), 질산마그네슘(Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 황산마그네슘(MgSO<sub>4</sub>), 마그네슘 테트라플루오로보레이트(Mg(BF<sub>4</sub>)<sub>2</sub>), 마그네슘 테트라페닐보레이트(Mg(B(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>)<sub>2</sub>), 마그네슘 헥사플루오로포스페이트(Mg(PF<sub>6</sub>)<sub>2</sub>), 마그네슘 헥사플루오로비산염(Mg(AsF<sub>6</sub>)<sub>2</sub>), 마그네슘 퍼플루오로알킬설포네이트((Mg(R<sub>f1</sub>SO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 여기서 R<sub>f1</sub>은 퍼플루오로알킬기임), 마그네슘 퍼플루오로알킬술포닐이미드(Mg((R<sub>f2</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N)<sub>2</sub>), 여기서 R<sub>f2</sub>는 퍼플루오로알킬기임), 및 마그네슘 헥사알킬 디실라지드((Mg(HRDS)<sub>2</sub>), 여기서 R은 알킬기임)로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있는 마그네슘 염이 제공될 수 있다. 리튬염을 용해시키기 위한 예시적인 유기 용매에는 고리형 에스테르, 사슬형 에스테르, 고리형 에테르 및 사슬형 에테르가 포함된다. 고리형 에스테르의 구체적인 예에는 프로필렌 카보네이트, 에틸렌 카보네이트, 부틸렌 카보네이트, γ-부티로락톤, 비닐렌 카보네이트, 2-메틸-γ-부티로락톤, 아세틸-γ-부티로락톤, 및 γ-발레로락톤이 포함된다. 사슬형 에스테르의 구체적인 예에는 디메틸 카보네이트, 디에틸 카보네이트, 디부틸 카보네이트, 디프로필 카보네이트, 메틸 에틸 카보네이트, 메틸 부틸 카보네이트, 메틸 프로필 카보네이트, 에틸 부틸 카보네이트, 에틸 프로필 카보네이트, 부틸 프로필 카보네이트, 알킬 프로피오네이트, 디알킬 말로네이트, 및 알킬 아세테이트가 포함된다. 고리형 에테르의 구체적인 예에는 테트라히드로푸란, 알킬테트라히드로푸란, 디알킬테트라히드로푸란, 알콕시테트라히드로푸란, 디알콕시테트라히드로푸란, 1,3-디옥솔란, 알킬-1,3-디옥솔란, 및 1,4-디옥솔란이 포함된다. 사슬형 에테르의 구체적인 예에는 1,2-디메톡시에탄, 1,2-디에톡시탄, 디에틸에테르, 에틸렌 글리콜 디알킬 에테르, 디에틸렌 글리콜 디알킬에테르, 트리에틸렌 글리콜 디알킬 에테르, 및 테트라에틸렌 글리콜 디알킬 에테르가 포함된다.

[0205] 특정 실시예들에 따르면, 배터리 팩(900)은 본원에 설명된 것 중 어느 하나에 대응하는 밀봉형 이차 전지 셀(902)을 포함할 수 있다.

[0206] 본 개시의 양태들은 수많은 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 본원에 설명된 배터리 팩 및 밀봉형 이차 전지 셀의 구조체 및 아키텍처는 기존 배터리 팩에 비해 26%의 에너지 밀도 증가를 제공할 수 있다. 일 예로서, 밀봉형 이차 전지 셀을 갖는 배터리 팩은 971 Wh/L를 제공할 수 있는 데 비해 기존 원통형 셀을 갖는 배터리 팩은 676 Wh/L를 제공할 수 있다. 일 예로서, 밀봉형 이차 전지 셀을 갖는 배터리 팩은 이차 전지 셀의 4.7배 더 빠른 냉각을 제공할 수 있다.

[0207] **예들**

[0208] 도 23a 내지 35를 참조하여 본 발명의 양태들을 추가로 설명하기 위해 다음의 비제한적인 예들이 제공된다. 당업자는 다음의 예에 개시된 기술이 본 발명자가 본 발명의 실시에서 잘 기능하는 것을 발견한 접근법을 나타내고, 따라서 그 실시를 위한 모드의 예를 구성하는 것으로 간주될 수 있음을 이해해야 한다. 그러나, 당업자는 본 개시에 비추어 개시된 특정 실시예에서 많은 변경이 이루어질 수 있고 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 여전히 비슷하거나 유사한 결과를 얻을 수 있음을 인식해야 한다.

[0209] **충전 수락 및 방전 속도 성능 테스트 프로토콜**

[0210] 셀의 C-속도는 0.1C에서 측정된 사이클 1 용량을 사용하여 결정되었다. 충전 수락 테스트에 사용된 프로토콜은 다음과 같다: 25 사이클 동안 표준 0.33C 사이클링 프로토콜을 사용한 후, 지정된 충전 C-속도가 주어진 사이클에 입력되었다. 충전 수락 테스트의 경우, 매 2번째 사이클마다 0.04C의 전류 차단을 사용하여 4.2V의 충전 전압 상단에서 정전압 단계를 갖는 표준 0.33C 정전류 충전을 사용하고 충전 상단에서 5분 동안 휴식을 취한 후, 2.5V 전압 차단으로 0.33C 정전류 방전을 수행한 후 충전이 하단에서 5분간 휴지한다. 그런 다음 각 교번하는 사이클은 1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C 또는 10C를 포함하는 충전 속도를 사용했으며, 그 외에는 동일한 프로토콜을 사용했다. 즉, 지정된 C-속도에서의 정전류 충전 후, 충전 상단에서 정전압을 4.2V로 유지하고, 0.04C의 전류 차단 후 충전 상단에서 5분간 휴지한 후, 2.5V 전압 차단으로 0.33C 정전류 방전을 수행한다. 방전 속도 테스트의 경우, 0.33C 정전류 방전이 지정된 속도, 즉 최대 4C 방전으로 대체되었다는 점을 제외하고, 위에서 설명된 표준 프로토콜을 사용하여 셀을 방전시키는데 동일한 셀이 사용되었다. 전류를 증가시키기 위해 연속 사이클이 사용되었으며 0.2C, 0.5C, 1C, 2C, 3C, 4C 방전 속도가 포함된다.

[0211] 다음 예에서는 충전 및 방전 속도 성능 테스트와 고속 사이클 테스트를 위해 EXP 4049(~530 Wh/L)의 용도를 변경한 배터리를 제공했다. 이러한 셀은 96.4 중량% 활물질, 3.2g/cc 밀도 및 2.5 - 4.2V 셀 컷오프 전압을 사용

하여 형성 후 다공도를 형성한 80% 완충액과 타겟 26% 애노드로 균형을 이루는 POR-형 SiO<sub>x</sub> 애노드를 갖춘 3.6 mAh/cm<sup>2</sup> NMC622 전극을 사용한다.

[0212] 예 1 - 충전 속도 능력

[0213] 표 1 및 표 2는 충전 속도, 방전 속도, 암페어 시간 단위의 정전류 충전 단계(CC) 용량, 셀 충전 상단에서의 정전압 충전 단계(CV) 용량, 및 80% 이상의 충전 용량을 갖는 제1 기록 시간을 나타낸다. 두 개의 셀(표 1에 나타낸 TM40142 및 표 2에 나타낸 TM39713)에서 우수한 재현성이 입증되었으며 10C(2.53 amps)의 최대 테스트 속도는 80% SOC까지 5.2분에 접근했다.

표 1

표 1. EXP4049-형 셀 TM40142의 충전 속도 능력 요약.

TM40142 충전 속도 능력					
사이클	충전 속도	방전 속도	CC 용량 (Ah)	CV 용량 (Ah)	80% 이상의 SOC까지의 시간(분)
31	C/3	C/3	0.2583	0.0101	154.6
32	1C	C/3	0.2496	0.0194	51.1
34	2C	C/3	0.2406	0.0285	25.6
36	3C	C/3	0.2343	0.0351	17.0
38	4C	C/3	0.2275	0.0421	12.9
40	5C	C/3	0.2234	0.0470	10.3
42	6C	C/3	0.2186	0.0527	8.60
44	7C	C/3	0.2143	0.0569	7.37
46	8C	C/3	0.2095	0.0622	6.46
48	9C	C/3	0.2035	0.0686	5.77
50	10C	C/3	0.1977	0.0748	5.23

[0214]

표 2

표 2. EXP4049-형 셀 TM39713의 충전 속도 능력 요약.

TM39713 충전 속도 능력					
사이클	충전 속도	방전 속도	CC 용량(Ah)	CV 용량(Ah)	80% 이상의 SOC까지의 시간(분)
31	C/3	C/3	0.2596	0.0100	155.4
32	1C	C/3	0.2513	0.0188	51.2
34	2C	C/3	0.2425	0.0281	25.7
36	3C	C/3	0.2363	0.0346	17.2
38	4C	C/3	0.2303	0.0407	12.9
40	5C	C/3	0.2257	0.0454	10.3
42	6C	C/3	0.2207	0.0505	8.60
44	7C	C/3	0.2168	0.0543	7.38
46	8C	C/3	0.2105	0.0611	6.45
48	9C	C/3	0.2065	0.0653	5.75
50	10C	C/3	0.2009	0.0712	5.20

[0215]

[0216] 표 1 및 2를 뒷받침하면서, TM39713 및 TM40142에 대한 전류(A) 및 전압(V) 대 시간(분) 플롯이 도 23a 내지 23c에 추가로 나타내었다. 이 플롯은 1C 내지 10C의 충전 속도에 대한 상대적 CC 및 CV 단계 시간과 CC 및 CV 단계에 사용되는 전류를 나타낸다. 도 28은 NMC-622 셀을 사용하여 다양한 C-속도에서 SOC 대 사이클 시간 및 충전 시간의 플롯을 도시하며, 도 29는 결과를 요약한다. 또한, 도 35에 도시된 바와 같이, 6C의 충전



속도에서, 최소 용량 손실(~5%)로 600사이클 이상을 달성했다.

**예 2 - 방전 속도 능력**

표 3 및 표 4는 비교를 위해 0.1C 기준 사이클 52와 0.2C 기준 사이클 53으로 정규화된 방전 속도를 나타낸다>(\* 사이클 52에는 DOE 표준 기준 프로토콜에 따라 10% SOC마다 1C 방전 펄스와 0.75C 충전 펄스가 포함되었다). 또한 충전 속도, 방전 속도(C/25 CV 단계) 및 방전 용량(암페어 시간 단위)도 표시된다. 테스트된 최대 4C 방전 속도는 C/10 용량으로 정규화되었을 때 약 88%인 것으로 나타났다.

**표 3**

**표 3. EXP4049-형 셀 TM40142의 방전 속도 능력 요약.**

TM40142 방전 속도 능력					
사이클	충전 속도	방전 속도	방전 용량(Ah)	방전 C-속도/0.2C	방전 C-속도/0.1C
51	C/3	C/3	0.2722	98.52%	96.76%
52	C/3	C/10*	0.2814	101.83%	100.00%
53	C/3	C/5	0.2763	100.00%	98.21%
54	C/3	C/2	0.2683	97.10%	95.36%
55	C/3	1C	0.2614	94.60%	92.90%
56	C/3	2C	0.2558	92.59%	90.93%
57	C/3	3C	0.2520	91.21%	89.58%
58	C/3	4C	0.2455	88.84%	87.25%

**표 4**

**표 4. EXP4049-형 셀 TM39713의 방전 속도 능력 요약.**

TM39713 방전 속도 능력					
사이클	충전 속도	방전 속도	방전 용량(Ah)	방전 C-속도/0.2C	방전 C-속도/0.1C
51	C/3	C/3	0.2721	98.57%	96.83%
52	C/3	C/10*	0.2810	101.80%	100.00%
53	C/3	C/5	0.2760	100.00%	98.23%
54	C/3	C/2	0.2682	97.16%	95.44%
55	C/3	1C	0.2618	94.84%	93.17%
56	C/3	2C	0.2567	92.98%	91.34%
57	C/3	3C	0.2536	91.85%	90.23%
58	C/3	4C	0.2487	90.09%	88.50%

도 24a 내지 24d는 표시된 사이클에 대한 TM39713 및 TM40142에 대한 전류(A) 및 전압(V) 대 시간(분) 플롯을 사용하여 표 3 및 4에 대한 지원 데이터를 제공한다. 도 25는 용량의 함수로서 온도 프로파일과 함께 C/5 내지 4C 범위의 방전 속도를 갖는 동일한 두 개의 셀에 대한 사이클 53-58의 방전 전압 곡선을 도시한다. 이들 셀에서 관찰된 방전 속도 능력은 BASF로부터 조달된 NMC 622 물질의 기본 속도 능력에 의해 예상되는 것을 초과했다. 셀 표면에 직접 배치된 열전대는 SOC의 함수로 표면 온도를 모니터링하는 데 사용되었으며 충전 하단 근처의 4C 속도에서 표면이 50°C를 초과함을 나타낸다. 30°C의 테스트 챔버 설정점과 비교하여 상승된 셀 온도는 제조업체 사양 시트로부터 실온에서 1C에서 ~90%로 예상되는, 1C 이상의 속도에서 속도 능력 증가의 원인이 될 가능성이 높다.

도 25는 표 3 및 4에 설명된 바와 같이, C/25 CV 단계의 모든 사이클에서 표준 C/3 충전 속도로 C/5 내지 4C 방전 속도로 테스트된 속도를 사용하여 표시된 사이클 동안 셀 TM39713 (좌) 및 TM40142 (우)에 대한 셀 전압(V) 및 셀 온도(°C) 대 용량(Ah)을 도시한다.

[0223] 방전 용량과 평균 방전 전압은 표 5에서 비교되었으며 세개의 셀(TM39713, TM40142 및 기준 셀 TM36721) 모두 유사한 값을 나타냈으며, 이는 TM39713 및 TM40142가 표 1에 나타낸 사이클 동안 최대 10C의 충전 수락 테스트 후에도 손상되지 않았음을 시사한다.

**표 5**

표 5 TM39713 및 TM40142의 C/3 사이클과 C/3 기준 셀 TM36721의 비교.

사이클	속도		용량 (Ah)			방전 전압 (V)		
	충전	방전	기준	TM39713	TM40142	기준	TM39713	TM40142
33	C/3	C/3	0.2698	0.2701	0.2683	3.4019	3.4095	3.4081
35	C/3	C/3	0.2699	0.2703	0.2685	3.4011	3.4089	3.4077
37	C/3	C/3	0.2701	0.2705	0.2689	3.4009	3.4084	3.4067
39	C/3	C/3	0.2702	0.2707	0.2694	3.4004	3.4080	3.4054
41	C/3	C/3	0.2702	0.2708	0.2708	3.4002	3.4074	3.4051
43	C/3	C/3	0.2703	0.2710	0.2711	3.3998	3.4069	3.4052
45	C/3	C/3	0.2704	0.2713	0.2714	3.3995	3.4066	3.4054
47	C/3	C/3	0.2705	0.2716	0.2716	3.3992	3.4057	3.4049
49	C/3	C/3	0.2705	0.2718	0.2719	3.3990	3.4048	3.4038
51	C/3	C/3	0.2710	0.2721	0.2722	3.3987	3.4039	3.4022

[0224]

[0225] **예 3 - 고속 사이클 수명 안정성**

[0226] 도 26은 EXP4049-형 셀 TM39059 및 TM40136에 대한 셀 용량(Ah), 평균 방전 전압(V), 및 평균 충전 전압과 방전 전압 간 차이 DeltaAveCell\_V(V) 대 사이클 수를 도시한다. 사이클 5 내지 29 동안, C/3 충전 및 방전 속도는 충전 상단에서 C/25 CV 단계와 함께 사용되었다. 사이클 32 이상의 경우, 위에서 설명된 전류 펄스 루틴을 갖는 표준 미국 에너지부 정의 테스트 프로토콜과 함께, 표준 C/3 기준 사이클이 사용된 50 사이클 간격을 제외하고, 모든 사이클에 6C 충전 단계(C/25 CV 단계 포함) 및 1C 방전 단계가 사용되었다.

[0227] 도 30은 방전 용량, 평균 방전 전압, 평균 충전 전압과 방전 전압 간의 차이 DeltaAveCell\_V, 및 플롯팅된 (plotted) 정규화된 용량 유지율(사이클 32를 기준으로 사용) 대 사이클 수를 포함하여 C/25 CV 단계 (CellInt=39059 및 CellInt=40136)의 6C/1C 충전/방전 속도로 사이클링된 셀과 비교하여 C/25 CV 단계(CellInt = 32266)의 0.33C/0.33C 충전/방전 속도를 사용하여 사이클링된 셀을 도시한다. 50번째 사이클마다 1C 방전 펄스 및 0.75C 충전 펄스의 C/10 방전과 표준 0.33C/0.33C 진단 사이클(도시되지 않음)을 사용하는 DOE 정의 진단 사이클이 있다.

[0228] 셀 TM39059 및 TM40136은 모두 6C 충전 및 1C 방전 테스트 프로토콜을 사용하여 350사이클 이상에서 안정적이고 재현 가능한 성능을 보였다. 도 27a 내지 27b는 사이클 40과 사이클 180 사이의 매 10번째 사이클마다 전류(암페어 단위) 및 온도 대 용량과 함께 동일한 셀에 대한 충전 및 방전 전압 프로파일을 도시한다. 두 셀 모두는 충전 프로파일 동안 상당히 높은 온도를 나타냈으며, 40사이클에서 충전 상단 근처에서 온도가 58°C를 초과했다. 이 최대 온도는 사이클 180에서 충전 상단 근처에서 57°C 근처까지 감소했다. 30°C 테스트 챔버의 스트레스가 많은 테스트 조건으로 인해 발생하는 고온은 표준 C/3 사이클링 테스트에 비해 사이클 수명과 안정성에 부정적인 영향을 미쳤다.

[0229] 도 31 내지 35는 본 개시의 실시예에 따른 구조체로 달성 가능한 충전 속도의 추가 예를 제공한다.

[0230] 본 개시의 양태들을 설명하기 위해 다음의 열거된 실시예들이 제공되었지만, 실시예들이 제한되는 것으로 의도되지 않으며 다른 양태들 및/또는 실시예들도 제공될 수 있다.

[0231] 실시예 1. 이차 전지용 전극 조립체로서,

[0232] 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 서로 수직인 가로 축, 세로 축 및 수직 축, 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축(A<sub>EA</sub>)을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방

향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 갖는다.

- [0233] 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향을 따라 교번하는 순서로 배열된다.
- [0234] 실시예 2. 실시예 1에 따른 전극 조립체로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층에 인접한 전극 집전체를 포함하며, 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층에 인접한 상대 전극 집전체를 포함하며, 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함한다.
- [0235] 실시예 3. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 조립체는 단위 셀의 집단을 포함하고, 단위 셀 집단의 각 멤버는, 세로 방향으로 적층된 시리즈에서, 전극 집전체의 단위 셀 부분, 전극 활물질 층, 전기 절연 분리막, 상대 전극 활물질 층 및 상대 전극 집전체의 단위 셀 부분을 포함한다.
- [0236] 실시예 4. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며, 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 대향하는 전극 집전체 표면 중 하나는 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 비코팅 영역은 전극 집전체의 가로 단부 중 하나에 근접해 있다.
- [0237] 실시예 5. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 대향하는 상대 전극 집전체 표면 중 하나는 상대 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 상대 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 비코팅 영역은 상대 전극 집전체의 가로 단부 중 하나에 근접해 있다.
- [0238] 실시예 6. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며, 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 대향하는 전극 집전체 표면 각각은 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 비코팅 영역은 전극 집전체의 가로 단부 중 하나에 근접해 있다.
- [0239] 실시예 7. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 전극 집전체 표면을 가지며, 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 상대 전극 집전체 표면을 가지며, 대향하는 상대 전극 집전체 표면 각각은 상대 전극 활물질 층으로 덮인 코팅 영역 및 상대 전극 활물질 층이 없는 비코팅 영역을 포함하며, 비코팅 영역은 상대 전극 집전체의 가로 단부 중 하나에 근접해 있다.
- [0240] 실시예 8. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서,
- [0241] 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층에 인접한 전극 집전체를 포함하며, 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층에 인접한 상대 전극 집전체를 포함하며, 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함한다.
- [0242] 전극 구조체 집단의 각 멤버는 인접한 전극 활물질 층에 의해 부분적으로 코팅되는 전극 집전체를 포함하며, 전극 집전체는 (i) 인접한 전극 활물질 층에 의해 코팅되고 인접한 전극 활물질 층의 대향하는 제1 및 제2 가로 단부 사이에서 연장되는 전극 집전체 본체 영역, 및 (ii) 전극 집전체의 제1 또는 제2 가로 단부에서의 전극 집전체 단부 영역을 가지며, 전극 집전체 단부 영역은 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 인접한 전극 활물질 층의 제1 또는 제2 가로 단부에 의해 경계를 이루고 이를 지나 연장된다.
- [0243] 실시예 9. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서,
- [0244] 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층에 인접한 전극 집전체를 포함하며, 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층에 인접한 상대 전극 집전체를 포함하며, 상대 전극 활물질 층은 대향하는 가로 단부를 포함하고,
- [0245] 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버는 인접한 상대 전극 활물질 층에 의해 부분적으로 코팅되는 상대 전극 집전체를 포함하며, 상대 전극 집전체는 (i) 인접한 상대 전극 활물질 층에 의해 코팅되고 인접한 상대 전극 활물질 층의 대향하는 제1 및 제2 가로 단부 사이에서 연장되는 상대 전극 집전체 본체 영역, 및 (ii) 상대 전극 집전체의 제1 또는 제2 가로 단부에서의 상대 전극 집전체 단부 영역을 가지며, 상대 전극 집전체 단부 영역은 상대 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 인접한 상대 전극 활물질 층의 제1 또는 제2 가로 단부에 의해

경계를 이루고 이를 지나 연장된다.

- [0246] 실시예 10. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서,
- [0247] 전극 조립체는 전극 구조체 집단의 멤버로부터 전류를 전기적으로 모으기 위해 전극 집전체의 전극 집전체 단부 영역에 연결된 전극 버스바를 더 포함한다.
- [0248] 실시예 11. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서,
- [0249] 전극 조립체는 상대 전극 구조체 집단의 멤버로부터 전류를 전기적으로 모으기 위해 상대 전극 집전체의 상대 전극 집전체 단부 영역에 연결된 상대 전극 버스바를 더 포함한다.
- [0250] 실시예 12. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ )는 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 인접한 전극 활물질 층의 제1 또는 제2 가로 단부로부터 전극 집전체 단부 영역이 전극 버스바와 연결되는 영역까지 측정된 바와 같다.
- [0251] 실시예 13. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{CER}$ )는 상대 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 인접한 상대 전극 활물질 층의 제1 또는 제2 가로 단부로부터 상대 전극 집전체 단부 영역이 상대 전극 버스바와 연결되는 영역까지 측정된 바와 같다.
- [0252] 실시예 14. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 전극 집전체 본체 영역의 대향하는 수직 표면 사이에서 측정된 바와 같다.
- [0253] 실시예 15. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{CBR}$ )는 상대 전극 집전체 본체 영역의 대향하는 수직 표면 사이에서 측정된 바와 같다.
- [0254] 실시예 16. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{ER}$ )는 전극 집전체 단부 영역의 대향하는 수직 표면 사이에서 측정된 바와 같다.
- [0255] 실시예 17. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{CER}$ )는 상대 전극 집전체 단부 영역의 대향하는 수직 표면 사이에서 측정된 바와 같다.
- [0256] 실시예 18. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0257]  $L_{ER} < 0.5 \times H_{BR}$ .
- [0258] 실시예 19. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0259]  $L_{ER} < 0.4 \times H_{BR}$ .
- [0260] 실시예 20. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0261]  $L_{ER} < 0.3 \times H_{BR}$ .
- [0262] 실시예 21. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{CBR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0263]  $L_{CER} < 0.5 \times H_{CBR}$ .
- [0264] 실시예 22. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 본체 영역의 높이( $H_{CBR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0265]  $L_{CER} < 0.4 \times H_{CBR}$ .

- [0266] 실시예 23. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0267]  $L_{CER} < 0.3 \times H_{BR}$ .
- [0268] 실시예 24. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0269]  $H_{ER} > 0.5 \times H_{BR}$ .
- [0270] 실시예 25. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0271]  $H_{ER} > 0.7 \times H_{BR}$ .
- [0272] 실시예 26. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{BR}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0273]  $H_{ER} > 0.9 \times H_{BR}$ .
- [0274] 실시예 27. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{CER}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0275]  $H_{CER} > 0.5 \times H_{CER}$ .
- [0276] 실시예 28. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{CER}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0277]  $H_{CER} > 0.7 \times H_{CER}$ .
- [0278] 실시예 29. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 수직 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 높이( $H_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 접전체 본체 영역의 높이( $H_{CER}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0279]  $H_{CER} > 0.9 \times H_{CER}$ .
- [0280] 실시예 30. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{ER}$ ) 및 수직 방향으로의 전극 접전체 단부 영역의 높이( $H_{ER}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0281]  $L_{ER} / H_{ER} < 1$ .
- [0282] 실시예 31. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 가로 방향으로의 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{CER}$ ) 및 수직 방향으로의 상대 전극 접전체 단부 영역의 높이( $H_{CER}$ )는 다음의 관계를 충족한다:
- [0283]  $L_{CER} / H_{CER} < 1$ .
- [0284] 실시예 32. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 표면을 갖는 전극 집전체 단부 영역을 포함하며, 전극 집전체 단부 영역의 대향하는 표면 중 적어도 하나는 그 위에 배치된 열 전도성 물질의 층을 포함한다.
- [0285] 실시예 33. 실시예 32의 전극 조립체로서, 전극 집전체 단부 영역은 대향하는 표면 중 적어도 하나를 통해 전극 버스에 전기적으로 연결되고, 열 전도성 물질의 층은 대향하는 표면 중 다른 표면에 배치된다.
- [0286] 실시예 34. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 서로 분리된 대향하는 표면을 갖는 상대 전극 집전체 단부 영역을 포함하며, 상대 전극 집전체 단부 영역의 대향하는 표면 중 적어도 하나는 그 위에 배치된 열 전도성 물질의 층을 포함한다.

- [0287] 실시예 35. 실시예 34의 전극 조립체로서, 상대 전극 집전체 단부 영역은 대향하는 표면 중 적어도 하나를 통해 상대 전극 버스바에 전기적으로 연결되고, 열 전도성 물질의 층은 대향하는 표면 중 다른 표면에 배치된다.
- [0288] 실시예 36. 실시예 32 내지 35 중 어느 하나의 전극 조립체로서, 열 전도성 물질은 열 전도성 세라믹 물질을 포함한다.
- [0289] 실시예 37. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{\text{ER}}$ )는 (i) 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 인접한 전극 활물질 층의 제1 또는 제2 가로 단부로부터 (ii) 전극 집전체 단부 영역과 전극 버스바와의 전기적 연결 영역까지이다.
- [0290] 실시예 38. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체로서, 상대 전극 집전체 단부 영역의 길이( $L_{\text{CER}}$ )는 (i) 상대 전극 집전체 단부 영역과 동일한 가로 면에 있는 인접한 상대 전극 활물질 층의 제1 또는 제2 가로 단부로부터 (ii) 상대 전극 집전체 단부 영역과 상대 전극 버스바와의 전기적 연결의 영역까지이다.
- [0291] 실시예 39. 실시예 1 내지 38 중 어느 하나에 따른 전극 조립체를 포함하는 밀봉형 이차 전지 셀로서, 밀봉형 이차 전지는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능하며, 밀봉형 이차 전지는 기밀 밀봉형 인클로저를 포함한다.
- [0292] 실시예 40. 실시예 39에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 이차 전지 셀은 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 발생된 가스를 담기 위해 전극 조립체 외부에 그리고 기밀 밀봉형 인클로저 내에 위치한 하나 이상의 가스 격실을 포함하며, 하나 이상의 가스 격실은 (i) 전극 조립체의 가로 면에 있는 전극 조립체와 기밀 밀봉형 인클로저 사이에 가스를 담기 위한 가로 방향으로의 전극 조립체의 가로 단부 표면 외부에 위치한 가로 방향 격실, 및 (ii) 전극 조립체의 세로 면에 있는 전극 조립체와 기밀 밀봉형 인클로저 사이에 가스를 담기 위한 세로 방향으로의 전극 조립체의 세로 단부 표면 외부에 위치한 세로 방향 격실을 포함한다.
- [0293] 실시예 41. 실시예 40에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 전극 조립체로부터 발생된 가스의 용적( $V_{\text{X,Y}}$ )을 포함하도록 구성된다.
- [0294] 실시예 42. 실시예 40 내지 41 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은 전극 조립체의 수직 면 중 어느 하나에 있는 전극 조립체와 기밀 밀봉형 인클로저 사이에 포함되는 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 전극 조립체로부터 발생된 가스의 임의의 용적( $V_2$ )보다 큰 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 동안 전극 조립체로부터 발생된 가스의 용적( $V_{\text{X,Y}}$ )을 포함하도록 구성된다.
- [0295] 실시예 43. 실시예 39 내지 42 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 전극 조립체의 수직 면에 있는 전극 조립체와 기밀 밀봉형 인클로저 사이의 임의의 공간보다 큰 용적을 갖는다.
- [0296] 실시예 44. 실시예 39 내지 43 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상에 포함된 가스의 용적( $V_{\text{Xy}}$ )은 전극 조립체의 수직 면 중 어느 하나에 포함된 가스 용적( $V_z$ )의 적어도 1.5배, 적어도 2배, 적어도 3배, 적어도 5배, 및/또는 적어도 10배이다.
- [0297] 실시예 45. 실시예 39 내지 44 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 전극 조립체의 임의의 수직 면에는 실질적으로 어떠한 가스 용적( $V_z$ )도 포함되지 않는다.
- [0298] 실시예 46. 실시예 39 내지 45 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은 밀봉형 이차 셀의 용적의 적어도 4%인 가스 용적( $V_{\text{Xy}}$ )을 포함하도록 구성된다.
- [0299] 실시예 47. 실시예 39 내지 46 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실 중 하나 이상은 밀봉형 이차 셀의 용적의 적어도 5%인 가스 용적( $V_{\text{Xy}}$ )을 포함하도록 구성된다.
- [0300] 실시예 48. 실시예 39 내지 47 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 가요성 폴리머 인클로저 물질을 포함하며, 하나 이상의 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실은 밀봉형 이차 전지 셀의 충전 또는 방전 시 가로 방향 및 세로 방향 중 적어도 하나로의 기밀 밀봉형 인클로저의 팽창에 의해 형성된다.
- [0301] 실시예 49. 실시예 39 내지 48 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 기밀 밀봉형 케이스를 포함하며, 하나 이상의 가로 방향 격실 및 세로 방향 격실은 전극 조립체의 하나 이상의 가로 면 및 세로 면에 있는 전극 조립체와 기밀 케이스의 벽 사이의 공간에 형성된다.

- [0302] 실시예 50. 실시예 39 내지 49 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 전극 제약부 세트를 포함하며, 전극 제약부 세트는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 포함하는 수직 제약 시스템을 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결되며, 수직 제약 시스템은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있다.
- [0303] 실시예 51. 실시예 39 내지 50 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 제1 및 제2 수직 면을 포함하며, 제1 및 제2 수직 면 각각은 전극 조립체와 마주하는 내부 수직 표면을 포함하고 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 각각 부착된다.
- [0304] 실시예 52. 실시예 51에 따른 밀봉형 이차 전지 셀로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 및 제2 수직 면의 내부 수직 표면은 접착(adhering), 브레이징(brazing), 접착(gluing), 용접(welding), 본딩(bonding), 접합(joining), 납땀(soldering), 소결(sintering), 압접(press contacting), 브레이징(brazing), 용사 접합(thermal spraying joining), 클램핑(clamping), 와이어 본딩(wire bonding), 리본 본딩(ribbon bonding), 초음파 본딩(ultrasonic bonding), 초음파 용접(ultrasonic welding), 저항 용접(resistance welding), 레이저 빔 용접(laser beam welding), 전자 빔 용접(electron beam welding), 유도 용접(induction welding), 냉간 용접(cold welding), 플라즈마 용사(plasma spraying), 화염 용사(flame spraying) 및 아크 용사(arc spraying) 중 어느 하나에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 부착된다.
- [0305] 실시예 53. 실시예 39 내지 52 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀의 집단을 포함하는 배터리 팩.
- [0306] 실시예 54. 실시예 39 내지 52 중 어느 하나에 따른 밀봉형 이차 전지 셀의 집단을 포함하는 배터리 팩으로서, 배터리 팩은 이차 전지 셀을 유지하기 위한 프레임, 및 밀봉형 이차 전지 셀의 집단의 멤버의 기밀 밀봉형 인클로저에 압력을 가하도록 구성된 압력-인가(pressure-applying) 구조체의 집단을 포함하며,
- [0307] 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 면을 포함하고,
- [0308] 프레임은 이차 전지 셀 집단의 서브세트 및 압력-인가 구조체의 집단을 포함하는 셀 어레이를 유지하도록 구성되며, 셀 어레이의 멤버는 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면의 내부 표면이 제1 및 제2 수직 성장 제약부와 직접 접촉된 상태로 유지되도록, 압력-인가 구조체 집단의 멤버가 이차 전지 셀 집단의 서브세트의 멤버의 사이클링 동안 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 대한 압력을 유지하도록 압력-인가 구조체 집단의 멤버와 관련하여 프레임에 의해 유지된다.
- [0309] 실시예 55. 실시예 54에 따른 배터리 팩으로서, 압력 인가 구조체는, 주변 압력과 조합하여, 적어도 1.01 atm의 총 압력을 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 인가한다.
- [0310] 실시예 56. 실시예 54 내지 55 중 어느 하나에 따른 배터리 팩으로서, 압력 인가 구조체는, 주변 압력과 조합하여, 1.01 atm 내지 11 atm 범위의 총 압력을 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 인가한다.
- [0311] 실시예 57. 실시예 54 내지 56 중 어느 하나에 따른 배터리 팩으로서, 압력 인가 구조체는, 주변 압력과 조합하여, 1.1 atm 내지 2 atm 범위의 총 압력을 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 또는 제2 수직 면에 인가한다.
- [0312] 실시예 58. 실시예 54 내지 57 중 어느 하나에 따른 배터리 팩으로서, 압력 인가 구조체는 기밀 밀봉형 인클로저의 제1 및 제2 수직 면 모두에 압력을 인가한다.
- [0313] 실시예 59. 실시예 54 내지 58 중 어느 하나에 따른 배터리 팩으로서, 압력 인가 구조체 집단의 멤버는 (i) 냉각 튜브, (ii) 열 교환 물질의 층, (iii) 프레임의 일부, 및 (iv) 밀봉형 이차 전지 셀의 집단의 멤버 중 어느 하나를 포함한다.
- [0314] 실시예 60. 실시예 54 내지 59 중 어느 하나에 따른 배터리 팩으로서, 셀 어레이는 밀봉형 이차 전지 셀의 수직 면이 서로 마주보게 하여 서로 인접하게 배열된 복수의 밀봉형 이차 전지 셀을 포함하며, 압력-인가 구조체 집단의 멤버는 셀 어레이의 대향하는 수직 단부에 위치한 제1 및 제2 수직 단부 면에 압력을 인가하고, 셀 어레이 수직 단부 내부에 있는 셀 어레이의 멤버는 셀 어레이 내에서 수직으로 인접한 이차 전지 셀에 의해 그 수직 표면에 인가되는 압력을 갖는다.
- [0315] 실시예 61. 실시예 54 내지 60 중 어느 하나에 따른 배터리 팩으로서, 밀봉형 이차 전지 집단의 멤버의 제1 또는 제2 수직 면에 압력-인가 구조체의 집단의 멤버에 의해 인가되는 압력은 밀봉형 이차 전지 셀 집단의 멤버의 가로 면 또는 수평 면에 인가된 압력보다 더 크다.

- [0316] 실시예 62. 밀봉형 이차 전지 셀을 충전하는 방법으로서, 적어도 1C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0317] 실시예 63. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 2C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0318] 실시예 64. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 3C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0319] 실시예 65. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 4C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0320] 실시예 66. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 6C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0321] 실시예 67. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 10C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0322] 실시예 68. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 12C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0323] 실시예 69. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 15C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0324] 실시예 70. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 18C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0325] 실시예 71. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 20C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0326] 실시예 72. 실시예 62의 방법으로서, 적어도 30C의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0327] 실시예 73. 실시예 62 내지 72 중 어느 하나에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀이 그 정격 용량의 적어도 80%에 도달할 때까지의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0328] 실시예 74. 실시예 73에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀이 그 정격 용량의 적어도 85%에 도달할 때까지의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0329] 실시예 75. 실시예 73에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀이 그 정격 용량의 적어도 90%에 도달할 때까지의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0330] 실시예 76. 실시예 73에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀이 그 정격 용량의 적어도 95%에 도달할 때까지의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0331] 실시예 77. 실시예 73에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀이 그 정격 용량의 적어도 99%에 도달할 때까지의 속도로 충전하는 단계를 포함한다.
- [0332] 실시예 78. 실시예 62 내지 77 중 어느 하나에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 200 회 방전된다.
- [0333] 실시예 79. 실시예 78에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 300회 방전된다.
- [0334] 실시예 80. 실시예 78에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 400회 방전된다.
- [0335] 실시예 81. 실시예 78에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 500회 방전된다.
- [0336] 실시예 82. 실시예 78에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 600회 방전된다.
- [0337] 실시예 83. 실시예 78에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 800회 방전된다.
- [0338] 실시예 84. 실시예 78에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 충전 속도로 충전되고, 적어도 1000 회 방전된다.
- [0339] 실시예 85. 실시예 62 내지 84 중 어느 하나에 따른 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 실시예 1 내지 38, 실시예 39 내지 52의 밀봉형 이차 전지 셀에 따른 전극 조립체 중 어느 하나를 포함하거나, 실시예 53 내지 61 또는 이들의 임의의 조합의 배터리 팩 중 어느 하나의 셀 어레이의 일부이다.
- [0340] 실시예 86. 실시예 39 내지 52 중 어느 하나의 밀봉형 이차 전지 셀, 실시예 53 내지 61 중 어느 하나의 배터리 팩, 또는 실시예 62 내지 85 중 어느 하나의 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 500 mAmp·hr의 정격



용량을 갖는다.

- [0341] 실시예 87. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 1 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0342] 실시예 88. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 5 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0343] 실시예 89. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 10 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0344] 실시예 90. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 15 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0345] 실시예 91. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 20 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0346] 실시예 92. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 25 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0347] 실시예 93. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 30 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0348] 실시예 94. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 35 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0349] 실시예 95. 실시예 86의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 50 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0350] 실시예 96. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 실질적으로 평평한 대향하는 세로 단부 표면, 실질적으로 평평한 대향하는 수직 표면, 및 실질적으로 평평한 대향하는 가로 표면을 갖는, 실질적으로 다면체 형상을 갖는다.
- [0351] 실시예 97. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이다.
- [0352] 실시예 98. 실시예 39 내지 52 및 86 내지 97 중 어느 하나의 밀봉형 이차 전지 셀, 실시예 53 내지 61 및 86 내지 97 중 어느 하나의 배터리 팩, 또는 실시예 62 내지 97 중 어느 하나의 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 폴리머 인클로저 물질을 포함한다.
- [0353] 실시예 99. 실시예 39 내지 52 및 86 내지 98 중 어느 하나의 밀봉형 이차 전지 셀, 실시예 53 내지 61 및 86 내지 98 중 어느 하나의 배터리 팩, 또는 실시예 62 내지 98 중 어느 하나의 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 기밀 밀봉형 케이스를 포함한다.
- [0354] 실시예 100. 실시예 53 내지 61 및 86 내지 99 중 어느 하나의 배터리 팩, 또는 실시예 62 내지 99 중 어느 하나의 방법으로서, 프레임은 서로 인접하게 배열되는 이차 전지 셀의 집단의 서브세트를 포함하는 셀 어레이를 유지하고, 멤버는 셀 어레이 내 인접한 멤버의 대향하는 수직 표면이 서로 마주하여 인접한 마주하는 수직 표면 쌍을 형성하도록 셀 어레이에 배열되며, 셀 어레이의 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍은 그 인접한 마주하는 영역을 포함한다.
- [0355] 실시예 101. 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 700 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포함하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지 셀의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다.
- [0356] 실시예 102. 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 800 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포함하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지 셀의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다.

- [0357] 실시예 103. 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 900 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포함하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지 셀의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다.
- [0358] 실시예 104. 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 1000 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포함하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지 셀의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다.
- [0359] 실시예 105. 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 1100 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포함하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지 셀의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다.
- [0360] 실시예 106: 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 1200 Whr/리터의 코어 에너지 밀도를 포함하며, 코어 에너지 밀도는 밀봉형 이차 전지 셀의 정격 용량을 전극 구조체, 상대 전극 구조체, 분리막 및 밀봉형 이차 전지 셀의 전극 조립체를 구성하는 임의의 전해질의 결합된 중량으로 나눈 것으로 정의된다.
- [0361] 실시예 107. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 세로 방향으로 15 마이크로미터 내지 75 마이크로미터 범위의 두께를 포함한다.
- [0362] 실시예 108. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 세로 방향으로 20 마이크로미터 내지 60 마이크로미터 범위의 두께를 포함한다.
- [0363] 실시예 109. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 세로 방향으로 30 마이크로미터 내지 50 마이크로미터 범위의 두께를 포함한다.
- [0364] 실시예 110. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 세로 방향으로 약 45 마이크로미터의 두께를 포함한다.
- [0365] 실시예 111. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 10 내지 40% 범위의 다공도를 포함한다.
- [0366] 실시예 112. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 12 내지 30% 범위의 다공도를 포함한다.
- [0367] 실시예 113. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층을 포함하며, 전극 활물질 층은 18 내지 20% 범위의 다공도를 포함한다.
- [0368] 실시예 114. 임의의 이전 실시예의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 전극 구조체 집단의 멤버로부터 전류를 모으기 위해 전극 집전체에 전기적으로 연결되는 전극 버스바를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버로부터 전류를 모으기 위해 상대 전극 집전체에 전기적으로 연결되는 상대 전극 버스바를 포함하며, 밀봉형 이차 전지 셀은,
- [0369] 밀봉형 이차 전지 셀 외부의 전기 구조체에 전극 버스바를 전기적으로 연결하는 전극 버스바 탭과, 밀봉형 이차 전지 셀 외부의 전기 구조체에 상대 전극 버스바를 전기적으로 연결하는 상대 전극 버스바 탭, 및
- [0370] 대류 또는 전도 냉각 중 하나 이상을 통해 전극 또는 상대 전극 버스바 탭을 냉각시키도록 구성된 냉각 시스템을 더 포함한다.
- [0371] 실시예 115. 실시예 114의 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 냉각은 탭에 인접하게 제공된 냉각 튜브에 의해 또는 탭에 열적으로 연결된 히트 싱크에 의해 이루어진다.

- [0372] 실시예 116: 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 이차 전지 셀의 집단, 및 배터리 팩 내에 이차 전지 셀을 유지하는 프레임을 포함하는 배터리 팩으로서,
- [0373] (a) 이차 전지 셀 집단의 멤버는 정격 용량을 가지며 기밀 밀봉형 인클로저 및 기밀 밀봉형 인클로저 내의 전극 조립체를 포함하고,
- [0374] (b) 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상을 가지며,
- [0375] (c) 전극 조립체는 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 대향하는 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 및 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 포함하며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이며,
- [0376] (d) 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 조립체 내에서 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열되고,
- [0377] (e) 프레임은 서로 인접하게 배열되는 이차 전지 셀의 집단의 서브세트를 포함하는 셀 어레이를 유지하고, 멤버는 셀 어레이 내 인접한 멤버의 대향하는 수직 표면이 서로 마주하여 인접한 마주하는 수직 표면 쌍을 형성하도록 셀 어레이에 배열되며, 셀 어레이의 각각의 인접한 마주하는 수직 표면 쌍은 그 인접한 마주하는 영역을 포함한다.
- [0378] 실시예 117: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 수직 방향으로 서로 1 mm 미만으로 분리된다.
- [0379] 실시예 118: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 적어도 1 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 갖는 열 전도성 경로를 통해 서로 열 접촉한다.
- [0380] 실시예 119: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 66% 초과 결합된 표면적을 구성한다.
- [0381] 실시예 120: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0382] 실시예 121: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0383] 실시예 122: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0384] 실시예 123: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0385] 실시예 124: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 실질적으로 평평한 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성한다.
- [0386] 실시예 125: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터

리 팩은 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 개수가 2개인 셀 어레이를 포함한다.

- [0387] 실시예 126: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 개수가 3개인 셀 어레이를 포함한다.
- [0388] 실시예 127: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 개수가 3개 초과인 셀 어레이를 포함한다.
- [0389] 실시예 128: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 이차 전지 셀의 서브세트는 서로 열 접촉된다.
- [0390] 실시예 129: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 복수의 셀 어레이를 포함한다.
- [0391] 실시예 130: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이를 냉각시키는 냉각 튜브를 더 포함한다.
- [0392] 실시예 131: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 셀 어레이 단부 표면을 포함하며, 냉각 튜브는 수직 방향에 직교하는 방향으로 그리고 셀 어레이의 대향하는 셀 어레이 단부 표면 중 적어도 하나를 따라 연장되어 적어도 하나의 대향하는 셀 어레이 단부 표면을 냉각시킨다.
- [0393] 실시예 132: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이는 두 개의 이차 전지 셀의 대향하는 수직 표면이 수직 방향으로 서로 분리되고 대향하는 셀 어레이 단부 표면을 향해 위치되는 외부 표면 쌍을 포함하도록 서로 인접하여 배열된 두 개의 이차 전지 셀을 포함하며, 냉각 튜브는 두 개의 인접한 이차 전지 셀의 외부 표면을 냉각시키기 위해 외부 표면 쌍 중 하나에 인접한 적어도 하나의 수직 셀 어레이 단부 표면을 따라 직교 방향으로 연장된다.
- [0394] 실시예 133: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이는 세 개의 이차 전지 셀의 대향하는 수직 표면이 대향하는 셀 어레이 단부 표면을 향해 위치한 수직 방향으로 분리된 외부 표면 쌍을 포함하도록, 서로 인접하게 배열된 세 개의 이차 전지 셀을 포함하며, 냉각 튜브는 세 개의 인접한 이차 전지 셀의 외부 표면을 냉각시키기 위해 외부 표면 쌍 중 하나에 인접한 적어도 하나의 셀 어레이 단부 표면을 따라 직교 방향으로 연장된다.
- [0395] 실시예 134: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이는 세 개 이상의 이차 전지 셀의 대향하는 수직 표면이 대향하는 셀 어레이 단부 표면을 향해 위치한 외부 표면 쌍을 포함하도록, 서로 인접하게 배열된 세 개 이상의 이차 전지 셀을 포함하며, 냉각 튜브는 세 개 이상의 인접한 이차 전지 셀의 외부 표면을 냉각시키기 위해 외부 표면 쌍 중 하나에 인접한 적어도 하나의 셀 어레이 단부 표면을 따라 직교 방향으로 연장된다.
- [0396] 실시예 135: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 냉각 튜브와 냉각 튜브에 인접한 이차 전지 셀의 외부 표면 사이에 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0397] 실시예 136: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 물질은 열 전도성 접촉체를 포함한다.
- [0398] 실시예 137: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 물질은 압축성 열 계면 물질을 포함한다.
- [0399] 실시예 138: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 냉각 튜브의 제1 수직 면에 배열된 제1 셀 어레이 및 냉각 튜브의 제2 수직 면에 배열된 제2 셀 어레이를 포함하며, 냉각 튜브는 제1 및 제2 수직 면 각각에 냉각 튜브에 인접한 제1 및 제2 셀 어레이의 외부 표면을 냉각시킨다.
- [0400] 실시예 139: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 냉각 튜브는 제1 냉각 튜브를 포함하며, 배터리 팩은 셀 어레이의 외부 표면 쌍 중 둘 모두가 냉각되도록, 외부 표면 쌍 중 다른 하나에 인접한 셀 어레이 단부 표면 중 다른 하나를 따라, 수직 방향에 직교하는 제1 냉각 튜브와 동일하거나 상이한 방향으로 연장되는 제2 냉각 튜브를 더 포함한다.
- [0401] 실시예 140: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터

리 팩은 수직 방향으로 냉각 튜브와 교변하는 복수의 셀 어레이를 포함한다.

- [0402] 실시예 141: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 냉각 유체가 도입되는 냉각 유체 유입구 측과, 냉각 유체 유입구 측 하류에 있는 냉각 유체 유출구 측을 갖는 냉각 튜브를 포함하며,
- [0403] 냉각 튜브는 냉각 튜브의 냉각 유체 유입구 측이 수직 방향과 직교하는 방향으로 제1 셀 어레이 단부 표면을 따라 통과하고, 냉각 튜브의 냉각 유체 유출구 측이 대향하는 제2 셀 어레이 단부 표면에 의해 수직 방향과 직교하는 방향으로 통과하도록 배열된다.
- [0404] 실시예 142: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 수직 방향과 직교하는 방향으로 배열된 복수의 셀 어레이를 포함하며, 냉각 튜브는 복수의 셀 어레이를 냉각시키기 위해 복수의 셀 어레이를 따라 직교 방향으로 연장된다.
- [0405] 실시예 143: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 냉각 튜브(들)은 액체 또는 가스 냉각제를 운반하도록 구성된다.
- [0406] 실시예 144: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 셀 어레이 내 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역을 서로 접촉시키는 열 전도성 접촉체를 포함하는 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0407] 실시예 145: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 셀 어레이 내 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역 사이에 배치된 압축성 열 계면 물질을 포함하는 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0408] 실시예 146: 이전 실시예 중 어느 하나에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 셀 어레이의 외부 표면과 인접한 냉각 튜브 사이에 배치되는 열 전도성 물질을 포함하며, 열 전도성 접촉체 및 압축성 열 계면 물질의 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함한다.
- [0409] 실시예 147: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 열 전도성 물질은 제1 셀 어레이 단부 표면과 냉각 튜브의 표면 사이에 제공되고, 제2 열 전도성 물질은 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역 사이에 제공되며, 제1 열 전도성 물질은 제2 열 전도성 물질보다 더 높은 열 전도도를 갖는다.
- [0410] 실시예 148: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 배터리 팩은 유체 유입구 측 및 유체 유출구 측을 갖는 냉각 튜브를 포함하며, 제1 열 전도성 물질은 제1 셀 어레이 단부 표면과 유체 유입구 측 상의 냉각 튜브의 표면 사이에, 그리고 셀 어레이의 제2 셀 어레이 단부 표면과 유체 유출구 측 상의 냉각 튜브의 표면 사이에 제공되고, 제2 열 전도성 물질은 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역 사이에 제공되며, 제1 열 전도성 물질은 제2 열 전도성 물질보다 더 높은 열 전도도를 갖는다.
- [0411] 실시예 149: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 압축성 열 계면 물질은 제1 셀 어레이 단부 표면과 냉각 튜브의 표면 사이에 제공되고, 제2 압축성 열 계면 물질은 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 대향하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역 사이에 제공되며, 제1 압축성 열 계면 물질은 제2 압축성 열 계면 물질보다 더 얇다.
- [0412] 실시예 150: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.8 mm 미만으로 분리된다.
- [0413] 실시예 151: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.75 mm 미만으로 분리된다.
- [0414] 실시예 152: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.5 mm 미만으로 분리된다.
- [0415] 실시예 153: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.25 mm 미만으로 분리된다.
- [0416] 실시예 154: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어

레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.1 mm 미만으로 분리된다.

- [0417] 실시예 155: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.05 mm 미만으로 분리된다.
- [0418] 실시예 156: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.01 mm 미만으로 분리된다.
- [0419] 실시예 157: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.005 mm 미만으로 분리된다.
- [0420] 실시예 158: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍의 인접한 마주하는 영역은 서로 0.001 mm 미만으로 분리된다.
- [0421] 실시예 159: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 20%에 걸쳐 연장된다.
- [0422] 실시예 160: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 30%에 걸쳐 연장된다.
- [0423] 실시예 161: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 50%에 걸쳐 연장된다.
- [0424] 실시예 162: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 75%에 걸쳐 연장된다.
- [0425] 실시예 163: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 80%에 걸쳐 연장된다.
- [0426] 실시예 164: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 90%에 걸쳐 연장된다.
- [0427] 실시예 165: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 95%에 걸쳐 연장된다.
- [0428] 실시예 166: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 실질적으로 전체에 걸쳐 연장된다.
- [0429] 실시예 167: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 20%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0430] 실시예 168: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 30%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0431] 실시예 169: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 50%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0432] 실시예 170: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 75%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0433] 실시예 171: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 80%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0434] 실시예 172: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 90%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.

- [0435] 실시예 173: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 적어도 95%에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0436] 실시예 174: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 물질은 셀 어레이의 각각의 인접한 수직 표면의 표면적의 실질적으로 전체에 걸쳐 연장되는 인접한 마주하는 쌍 사이에 접촉 패치를 형성한다.
- [0437] 실시예 175: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 경로는 적어도 2 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0438] 실시예 176: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 경로는 적어도 3 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0439] 실시예 177: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 경로는 적어도 5 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0440] 실시예 178: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 셀 어레이 내 각 인접한 마주하는 수직 표면 쌍 사이의 열 전도성 경로는 적어도 10 W/mK의 열 전도도를 갖는 열 전도성 물질을 포함한다.
- [0441] 실시예 179: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 50 mm 이하이다.
- [0442] 실시예 180: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 20 mm 이하이다.
- [0443] 실시예 181: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 15 mm 이하이다.
- [0444] 실시예 182: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 10 mm 이하이다.
- [0445] 실시예 183: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 8 mm 이하이다.
- [0446] 실시예 184: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 적어도 0.5 mm이다.
- [0447] 실시예 185: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 적어도 1 mm이다.
- [0448] 실시예 186: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 적어도 2 mm이다.
- [0449] 실시예 187: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사

이에서 측정된 수직 두께는 적어도 3 mm이다.

- [0450] 실시예 188: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 외부 표면을 포함하며, 상위 및 하위 외부 표면 사이에서 측정된 수직 두께는 적어도 5 mm이다.
- [0451] 실시예 189: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 프레임은 두 개의 이차 전지 셀을 포함하는 셀 어레이를 유지한다.
- [0452] 실시예 190: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 프레임은 세 개의 이차 전지 셀을 포함하는 셀 어레이를 유지한다.
- [0453] 실시예 191: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 프레임은 세 개 이상의 이차 전지 셀을 포함하는 셀 어레이를 유지한다.
- [0454] 실시예 192: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 프레임은 적어도 하나의 셀 어레이 및 적어도 하나의 냉각 튜브를 포함하는 냉각 어레이를 유지한다.
- [0455] 실시예 193: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 프레임은 복수의 셀 어레이 및 냉각 튜브를 포함하는 냉각 어레이를 유지한다.
- [0456] 실시예 194: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 물질은 압축성 폼 및 엘라스토머 물질로 이루어진 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 압축성 열 계면 물질을 포함한다.
- [0457] 실시예 195: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 물질은 실리콘, 천연 고무 및 합성 엘라스토머 물질로 이루어진 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 압축성 열 계면 물질을 포함한다.
- [0458] 실시예 196: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 물질은 에폭시 접착제, 열가소성 접착제, 실리콘 접착제 및 폴리우레탄 접착제로 이루어진 균으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 열 전도성 접착제를 포함한다.
- [0459] 실시예 197: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 물질은 열 전도도를 높이기 위해 전기 절연 세라믹 입자를 함유한다.
- [0460] 실시예 198: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀 집단의 멤버는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀을 포함하며, 밀봉형 이차 전지 셀은 폴리머 인클로저 물질을 포함하는 기밀 밀봉형 인클로저, 기밀 밀봉형 인클로저로 둘러싸인 전극 조립체, 전극 제약부 세트 및 적어도 100 mAmp · hr의 정격 용량을 포함하며,
- [0461] 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상, 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이며,
- [0462] 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 교번하는 순서로 배열되며,
- [0463] 전극 제약부 세트는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 포함하는 수직 제약 시스템을 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결되며, 수직 제약 시스템은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있으며,
- [0464] 충전 상태는 이차 전지의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지의 정격 용량의 25% 미만이고,



- [0465] 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 외부 수직 표면을 포함한다.
- [0466] 실시예 199: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 서로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 갖는다.
- [0467] 실시예 200: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa 보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0468] 실시예 201: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0469] 실시예 202: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 밀봉형 이차 전지 셀의 두께는 적어도 1 mm이다.
- [0470] 실시예 203: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 2 W/m·K이다.
- [0471] 실시예 204: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 66% 초과와 결합된 표면적을 구성한다.
- [0472] 실시예 205: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0473] 실시예 206: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0474] 실시예 207: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0475] 실시예 208: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0476] 실시예 209: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성한다.
- [0477] 실시예 210: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 제약부 세트는 세로 방향으로 서로 분리되고 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하기 위해 연결 부제에 의해 연결되는 제1 및 제2 세로 제약부를 더 포함한다.
- [0478] 실시예 211: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 150 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0479] 실시예 212: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 200 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0480] 실시예 213: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 400 mAmp·hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0481] 실시예 214: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 0.1 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0482] 실시예 215: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 0.5 Amp·hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0483] 실시예 216: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉

형 이차 전지 셀은 적어도 1 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.

- [0484] 실시예 217: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 3 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0485] 실시예 218: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도 5 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0486] 실시예 219: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 2 mm이다.
- [0487] 실시예 220: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 3 mm이다.
- [0488] 실시예 221: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 5 mm이다.
- [0489] 실시예 222: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 8 mm이다.
- [0490] 실시예 223: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 10 mm이다.
- [0491] 실시예 224: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 3 W/m · K이다.
- [0492] 실시예 225: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 4 W/m · K이다.
- [0493] 실시예 226: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 5 W/m · K이다.
- [0494] 실시예 227: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 수직 방향을 따른다.
- [0495] 실시예 228: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 사이에 배치된 가요성 금속 물질 시트를 갖는 폴리머 물질 시트로 이루어진 라미네이트 구조체를 포함한다.
- [0496] 실시예 229: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 폴리프로필렌, 알루미늄 및 나일론 시트로 이루어진 라미네이트 구조체를 포함하고, 알루미늄 시트는 폴리프로필렌과 나일론 폴리머 시트 사이에 있다.
- [0497] 실시예 230: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱, 또는 이들의 조합 중 어느 하나를 포함한다.
- [0498] 실시예 231: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다.



- [0520] 실시예 253: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0521] 실시예 254: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0522] 실시예 255: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0523] 실시예 256: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0524] 실시예 257: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0525] 실시예 258: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0526] 실시예 259: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0527] 실시예 260: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0528] 실시예 261: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0529] 실시예 262: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0530] 실시예 263: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0531] 실시예 264: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0532] 실시예 265: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0533] 실시예 266: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0534] 실시예 267: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0535] 실시예 268: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 200 MPa의

항복 강도를 갖는다.

- [0536] 실시예 269: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0537] 실시예 270: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0538] 실시예 271: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 서로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다.
- [0539] 실시예 272: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층 및 전극 집전체를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층 및 상대 전극 집전체를 포함한다.
- [0540] 실시예 273: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0541] 실시예 274: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체 층의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0542] 실시예 275: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 서로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 포함한다.
- [0543] 실시예 276: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다.
- [0544] 실시예 277: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0545] 실시예 278: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 30회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0546] 실시예 279: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 50회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0547] 실시예 280: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 80회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0548] 실시예 281: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 100회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0549] 실시예 282: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0550] 실시예 283: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 250  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0551] 실시예 284: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1

및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 400  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.

- [0552] 실시예 285: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 접합, 본딩, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결된다.
- [0553] 실시예 286: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀 집단의 멤버는 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀을 포함하며, 밀봉형 이차 전지 셀은 기밀 밀봉형 케이스, 기밀 밀봉형 케이스로 둘러싸인 전극 조립체, 및 적어도 100  $\text{mAmp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 포함하며,
- [0554] 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상, 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 및 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이며,
- [0555] 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 교번하는 순서로 배열되며,
- [0556] 기밀 밀봉형 케이스는 세로 방향으로 분리된 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부와, 제1 및 제2 케이스 단부를 연결하는 케이스 측벽을 가지며, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부와 케이스 측벽은 전극 조립체를 중심으로 기밀 밀봉을 형성하며, 케이스 측벽은 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 측벽과, 가로 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 가로 측벽을 포함하고,
- [0557] 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체의 멤버는 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽에 연결되어 충전 상태와 방전 상태 사이의 이차 전지의 사이클링 동안 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하며,
- [0558] 충전 상태는 이차 전지의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지의 정격 용량의 25% 미만이다.
- [0559] 실시예 287: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 갖는다.
- [0560] 실시예 288: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0561] 실시예 289: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0562] 실시예 290: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지의 두께는 적어도 1 mm이다.
- [0563] 실시예 291: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 7.5  $\text{W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0564] 실시예 292: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 66% 초과 결합된 표면적을 구성한다.

- [0565] 실시예 293: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0566] 실시예 294: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0567] 실시예 295: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0568] 실시예 296: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0569] 실시예 297: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성한다.
- [0570] 실시예 298: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부는 케이스의 상위 및 하위 측벽 중 하나 이상에 의해 함께 연결될 수 있고, 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0571] 실시예 299: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 기밀 밀봉형 케이스 내부의 전극 제약부 세트를 더 포함하며, 전극 제약부 세트는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 포함하는 수직 제약 시스템을 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결되며, 수직 제약 시스템은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 각각의 상위 및 하위 측벽에 연결되어, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버를 상위 및 하위 측벽에 간접적으로 연결한다.
- [0572] 실시예 300: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스 내부에 있는 전극 제약부 세트는 세로 방향으로 서로 분리되고 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하기 위해 연결 부재에 의해 연결되는 제1 및 제2 세로 제약부를 포함하는 세로 제약 시스템을 더 포함한다.
- [0573] 실시예 301: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 150 mAmp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0574] 실시예 302: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 200 mAmp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0575] 실시예 303: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 400 mAmp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0576] 실시예 304: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 0.1 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0577] 실시예 305: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 0.5 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0578] 실시예 306: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 1 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0579] 실시예 307: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 3 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0580] 실시예 308: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 5 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0581] 실시예 309: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 2 mm이다.

- [0582] 실시예 310: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 3 mm이다.
- [0583] 실시예 311: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 5 mm이다.
- [0584] 실시예 312: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 8 mm이다.
- [0585] 실시예 313: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 10 mm이다.
- [0586] 실시예 314: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도  $8 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0587] 실시예 315: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도  $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0588] 실시예 316: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도  $15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0589] 실시예 317: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 수직 방향을 따른다.
- [0590] 실시예 318: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스는 스테인리스 강, 알루미늄, 티타늄, 베릴륨, 베릴륨, 구리, 니켈 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 금속 물질을 포함한다.
- [0591] 실시예 319: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다.
- [0592] 실시예 320: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱, 또는 이들의 조합 중 어느 하나를 포함한다.
- [0593] 실시예 321: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다.
- [0594] 실시예 322: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0595] 실시예 323: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0596] 실시예 324: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0597] 실시예 325: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0598] 실시예 326: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위



및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.

- [0599] 실시예 327: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0600] 실시예 328: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0601] 실시예 329: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0602] 실시예 330: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0603] 실시예 331: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0604] 실시예 332: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0605] 실시예 333: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0606] 실시예 334: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0607] 실시예 335: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0608] 실시예 336: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0609] 실시예 337: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0610] 실시예 338: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0611] 실시예 339: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0612] 실시예 340: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다.

- [0613] 실시예 341: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0614] 실시예 342: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0615] 실시예 343: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0616] 실시예 344: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0617] 실시예 345: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0618] 실시예 346: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0619] 실시예 347: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0620] 실시예 348: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0621] 실시예 349: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0622] 실시예 350: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0623] 실시예 351: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0624] 실시예 352: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0625] 실시예 353: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0626] 실시예 354: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0627] 실시예 355: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.

장 강도를 갖는다.

- [0628] 실시예 356: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0629] 실시예 357: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다.
- [0630] 실시예 358: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층 및 전극 집전체 층을 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층 및 상대 전극 집전체 층을 포함한다.
- [0631] 실시예 359: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0632] 실시예 360: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0633] 실시예 361: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0634] 실시예 362: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0635] 실시예 363: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 포함한다.
- [0636] 실시예 364: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다.
- [0637] 실시예 365: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0638] 실시예 366: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 30회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0639] 실시예 367: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 50회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0640] 실시예 368: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 80회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0641] 실시예 369: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 100회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.

- [0642] 실시예 370: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0643] 실시예 371: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 250  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0644] 실시예 372: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 400  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0645] 실시예 373: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상위 및 하위 측벽에 직접 연결된다.
- [0646] 실시예 374: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 상위 및 하위 측벽에 직접 연결된다.
- [0647] 실시예 375: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상위 및 하위 측벽에 간접적으로 연결된다.
- [0648] 실시예 376: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 통해 상위 및 하위 측벽에 연결된다.
- [0649] 실시예 377: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 직접 연결된다.
- [0650] 실시예 378: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 부착, 접착, 용접, 본딩, 납땜, 소결, 접합, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크 용사 중 임의의 하나 이상에 의해 각각의 상위 및 하위 측벽에 연결된다.
- [0651] 실시예 379: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 수직 방향으로 대향하는 상위 및 하위 단부 표면을 갖는 전극 집전체를 포함하고, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 수직 방향으로 대향하는 상위 및 하위 단부 표면을 갖는 상대 전극 집전체를 포함하며, 상위 및 하위 측벽 및/또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 또는 상대 전극 집단의 멤버의 서브세트의 전극 또는 상대 전극 집전체의 수직 단부 표면에 연결된다.
- [0652] 실시예 380. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 그 수직 두께를 관통하는 개구를 포함한다.
- [0653] 실시예 381. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 단부 표면의 표면적은 전극 조립체의 표면적의 33% 미만이다.
- [0654] 실시예 382. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 이차 전지 셀 집단의 멤버의 경우, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 길이( $L_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 길이( $L_{CE}$ )는 그 중앙 세로 축( $A_E$  및  $A_{CE}$ )의 가로 방향으로 측정되고, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 폭( $W_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 폭( $W_{CE}$ )은 세로 방향으로 측정되고, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 높이( $H_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 높이( $H_{CE}$ )는 이러한 각 멤버의 중앙 세로 축( $A_E$  또는  $A_{CE}$ ) 및 세로 방향에 수직인 수직 방향으로 측정되며, 전극 구조체 집단의 각 멤버에 대한  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 0.4:1 내지 1000:1 사이이고, 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1이며, 상대 전극 구조

체 집단의 각 멤버에 대한  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 0.4:1 내지 1000:1 사이이다.

- [0655] 실시예 383. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 이차 전지 셀 집단의 멤버의 경우, 전극 조립체는 세로 방향으로 측정된 최대 폭( $W_{EA}$ ), 측면 표면에 의해 경계를 이루고 가로 방향으로 측정된 최대 길이( $L_{EA}$ ) 및 측면 표면에 의해 경계를 이루고 수직 방향으로 측정된 최대 높이( $H_{EA}$ )를 가지며,  $L_{EA}$  및  $W_{EA}$  각각 대  $H_{EA}$ 의 비율은 적어도 2:1이다.
- [0656] 실시예 384. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 세로 표면 상의 전극 구조체 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 돌출부는 제1 돌출 영역을 외접하고, 제2 세로 표면 상의 전극 구조체 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 돌출부는 제2 돌출 영역을 외접하며, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 제1 및 제2 돌출 영역 위에 놓이는 제1 및 제2 압축 부재를 포함한다.
- [0657] 실시예 실시예 385. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 전극 조립체에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0658] 실시예 386. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 3배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0659] 실시예 387. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 4배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0660] 실시예 388. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 5배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0661] 실시예 389. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 20% 미만인 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0662] 실시예 390. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 10회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만인 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0663] 실시예 391. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 5회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만인 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0664] 실시예 392. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 사이클 당 1% 미만인 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0665] 실시예 393. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측면, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 20% 미만인 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.

- [0666] 실시예 394. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 10회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만인 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0667] 실시예 395. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 5회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만인 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0668] 실시예 396. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 사이클 당 1% 미만인 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0669] 실시예 397. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, (i) 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 구조체이고 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 구조체이거나, (ii) 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 구조체이고 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 구조체이다.
- [0670] 실시예 398. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 활물질 층을 포함하는 애노드 구조체이고, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 활물질 층을 포함하는 캐소드 구조체이다.
- [0671] 실시예 399. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐리어 이온은 기밀 밀봉형 배터리 인클로저 내에 포함된다.
- [0672] 실시예 400. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 탄소 물질, 흑연, 연질 또는 경질 탄소, 금속, 반금속, 합금, 산화물, 리튬과 합금을 형성할 수 있는 화합물, 주석, 납, 마그네슘, 알루미늄, 붕소, 갈륨, 실리콘, Si/C 복합체, Si/흑연 블렌드, SiO<sub>x</sub>, 다공성 Si, 금속간 Si 합금, 인듐, 지르코늄, 게르마늄, 비스무트, 카드뮴, 안티몬, 은, 아연, 비소, 하프늄, 이트륨, 리튬, 나트륨, 티탄산리튬, 팔라듐, 리튬 금속, 탄소, 석유 코크스, 활성탄, 흑연, 실리콘 화합물, 실리콘 합금, 주석 화합물, 난흑연화 탄소, 흑연계 탄소, Li<sub>x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Li<sub>x</sub>WO<sub>2</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Sn<sub>x</sub>Me<sub>1-x</sub>Me'<sub>y</sub>O<sub>2</sub> (Me: Mn, Fe, Pb, Ge; Me': Al, B, P, Si, 주기율표의 1족, 2족 및 3족에 있는 원소, 할로젠; 0 < x ≤ 1; 1 ≤ y ≤ 3; 1 ≤ z ≤ 8), 리튬 합금, 실리콘계 합금, 주석계 합금; 금속 산화물, SnO, SnO<sub>2</sub>, PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, GeO, GeO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 전도성 폴리머, 폴리아세틸렌, Li-Co-Ni계 물질, 결정질 흑연, 천연 흑연, 합성 흑연, 비정질 탄소, 키시 흑연, 열분해 탄소, 중간상 피치계 탄소 섬유, 메소-탄소 마이크로비드, 중간상 피치, 흑연화 탄소 섬유, 고온 소결 탄소, 석유, 콜타르 피치 유래 코크스, 산화 주석, 질산 티타늄, 금속 리튬 필름, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Al 및 Sn으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 금속과 리튬의 합금, Si, Al, C, Pt, Sn, Pb, Ir, Ni, Cu, Ti, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ca, Sr, Sb, Ba, Ra, Ge, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd 중 어느 하나로부터 선택된 리튬과 합금화 및/또는 인터칼레이팅될 수 있는 금속 화합물, Sn 합금, Al 합금, 리튬 이온을 도핑 및 디도핑할 수 있는 금속 산화물, SiO<sub>v</sub> (0 < v < 2), SnO<sub>2</sub>, 바나듐 산화물, 리튬 바나듐 산화물, 금속 화합물과 탄소 물질을 포함하는 복합체, Si-C 복합체, Sn-C 복합체, 전이 금속 산화물, Li<sub>4</sub>/3Ti<sub>5</sub>/3O<sub>4</sub>, SnO, 탄소질 물질, 흑연 탄소 섬유, 수지 하소 탄소, 열분해 증기 성장 탄소, 코르크, 메소탄소 마이크로비드 ("MCMB"), 푸르푸릴 알코올 수지 하소 탄소, 폴리아센, 피치계 탄소 섬유, 증기 성장 탄소 섬유 또는 천연 흑연, 및 층상 탄소질 물질의 층들 사이에 배치된 식 Na<sub>x</sub>Sn<sub>y-z</sub>M<sub>z</sub>의 조성물 (여기서, M은 Ti, K, Ge, P, 또는 이들의 조합이고, 0 < x ≤ 15, 1 ≤ y ≤ 5, 및 0 ≤ z ≤ 1임), 뿐만 아니라 전술한 것 중 어느 하나의 산화물, 합금, 질화물, 불화물 및 전술한 것 중 어느 하나의 임의의 조합 중 임의의 하나 이상을 포함하는 애노드 활물질을 포함한다.
- [0673] 실시예 401. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 리튬 금속, 리튬 금속 합금, 실리콘, 실리콘 합금, 실리콘 산화물, 주석, 주석 합금, 산화 주석 및 탄소

함유 물질 중 적어도 하나를 포함한다.

- [0674] 실시예 402. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 실리콘 및 실리콘 산화물 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0675] 실시예 403. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 리튬 및 리튬 금속 합금 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0676] 실시예 404. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 탄소 함유 물질을 포함한다.
- [0677] 실시예 405. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 비수성 액체 전해질이 침투된 미세다공성 분리막 물질을 포함한다.
- [0678] 실시예 406. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 고체 전해질을 포함한다.
- [0679] 실시예 407. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 세라믹 물질, 유리 또는 가넷 물질을 포함한다.
- [0680] 실시예 408. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 비수성 액체 전해질, 겔형 전해질, 고체 전해질 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 전해질을 포함한다.
- [0681] 실시예 409. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 액체 전해질을 포함한다.
- [0682] 실시예 410. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 수성 액체 전해질을 포함한다.
- [0683] 실시예 411. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 비수성 액체 전해질을 포함한다.
- [0684] 실시예 412. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 겔형 전해질을 포함한다.
- [0685] 실시예 413. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 전해질을 포함한다.
- [0686] 실시예 414. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 폴리머 전해질을 포함한다.
- [0687] 실시예 415. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 무기 전해질을 포함한다.
- [0688] 실시예 416. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 유기 전해질을 포함한다.
- [0689] 실시예 417. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 세라믹 전해질을 포함한다.
- [0690] 실시예 418. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 무기 전해질을 포함한다.
- [0691] 실시예 419. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 세라믹을 포함한다.
- [0692] 실시예 420. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 가넷 물질을 포함한다.
- [0693] 실시예 421. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 수성 전해질, 비수성 액체 전해질, 고체 폴리머 전해질, 고체 세라믹 전해질, 고체 유리 전해질, 고체 가넷 전해질, 겔형

폴리머 전해질, 무기 고체 전해질, 및 용융형 무기 전해질로 이루어진 군으로부터 선택된 전해질을 포함한다.

[0694]

실시예 422. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 d-셸 또는 f-셸을 갖는 금속 원소를 갖는 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물 및 전이 금속 질화물을 포함하는, 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 리튬 전이 금속 산화물, 리튬 전이 금속 황화물, 리튬 전이 금속 질화물, 및/또는 (금속 원소는 Sc, Y, 란타노이드, 악티노이드, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pb, Pt, Cu, Ag 및 Au로부터 선택된 어느 하나임),  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z)\text{O}_2$ ,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 몰리브덴 옥시황화물, 인산염, 규산염, 바나듐산염, 황, 황 화합물, 산소(공기),  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$ , 금속 산화물 또는 금속 인산염을 포함하는 리튬 함유 화합물, 리튬, 코발트 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬, 망간 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), 리튬 철과 인산염을 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiFePO}_4$ ), 리튬 망간 산화물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 철 인산염, 리튬 코발트 산화물( $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬 니켈 산화물( $\text{LiNiO}_2$ ), 하나 이상의 전이 금속으로 치환된 화합물, 리튬 망간 산화물,  $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (여기서, x는 0 내지 0.33임),  $\text{LiMnO}_3$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{LiMnO}_2$ , 리튬 구리 산화물( $\text{Li}_2\text{CuO}_2$ ), 바나듐 산화물,  $\text{LiV}_3\text{O}_8$ ,  $\text{LiFe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ ,  $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (여기서, M=Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B 또는 Ga, 및 x=0.01 내지 0.3임)의 화학식으로 표시되는 Ni 사이트-형 리튬 니켈 산화물, Li의 일부가 알칼리 토금속 이온으로 치환되는  $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (여기서, M=Co, Ni, Fe, Cr, Zn 또는 Ta이고, x=0.01 내지 0.1임),  $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (여기서, M=Fe, Co, Ni, Cu 또는 Zn임),  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 의 화학식으로 표시되는 리튬 망간 복합 산화물, 이황화 화합물,  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ , 화학식 2:  $\text{Li}_{1+a}\text{Fe}_{1-x}\text{M}'_x(\text{PO}_{4-b})\text{X}_b$ (여기서 M'은 Al, Mg, Ni, Co, Mn, Ti, Ga, Cu, V, Nb, Zr, Ce, In, Zn으로부터 선택된 적어도 하나이고, Y, X는 F, S 및 N으로부터 선택된 적어도 하나이며,  $-0.5 \leq a \leq +0.5$ ,  $0 \leq x \leq 0.5$ , 및  $0 \leq b \leq 0.1$ 임)의 올리빈 결정 구조체를 갖는 리튬 금속 인산염,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{PO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Co})\text{PO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Ni})\text{PO}_4$ ,  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiNiO}_2$ ,  $\text{LiMnO}_2$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_2$ ,  $\text{LiCo}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ ( $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Li}(\text{Ni}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c)\text{O}_4$ ( $0 < a < 2$ ,  $0 < b < 2$ ,  $0 < c < 2$ , 및  $a+b+c=2$ 임),  $\text{LiMn}_{2-z}\text{Ni}_z\text{O}_4$ ,  $\text{LiMn}_{2-z}\text{Co}_z\text{O}_4$ ( $0 < z < 2$ ),  $\text{LiCoPO}_4$  및  $\text{LiFePO}_4$ , 원소 황(S8), 황 계열 화합물,  $\text{Li}_2\text{S}_n$ ( $n \geq 1$ ), 유기황 화합물, 탄소-황 폴리머( $(\text{C}_2\text{S}_x)_n$ : x=2.5 내지 50,  $n \geq 2$ 임), 리튬과 지르코늄의 산화물, 리튬과 금속(코발트, 망간, 니켈 또는 이들의 조합)의 복합 산화물,  $\text{Li}_a\text{A}_{1-b}\text{M}_b\text{D}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ , 및  $0 \leq b \leq 0.5$ 임),  $\text{Li}_a\text{E}_{1-b}\text{M}_b\text{O}_2\text{-cD}_c$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ , 및  $0 \leq c \leq 0.05$ 임),  $\text{LiE}_{2-b}\text{M}_b\text{O}_4\text{-cD}_c$ (여기서,  $0 \leq b \leq 0.5$ , 및  $0 \leq c \leq 0.05$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{D}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{O}_2\text{-aX}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{O}_2\text{-aX}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{D}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_2\text{-aX}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_2\text{-aX}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{E}_c\text{G}_d\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.9$ ,  $0 \leq c \leq 0.5$ , 및  $0.001 \leq d \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{Ge}_e\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.9$ ,  $0 \leq c \leq 0.5$ ,  $0 \leq d \leq 0.5$ , 및  $0.001 \leq e \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{O}_5$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Co}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Mn}_2\text{G}_b\text{O}_4$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{QO}_2$ ,  $\text{QS}_2$ ,  $\text{LiQS}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{LiV}_2\text{O}_5$ ,  $\text{LiX}'\text{O}_2$ ,  $\text{LiNiVO}_4$ ,  $\text{Li}_{(3-f)}\text{J}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ),  $\text{Li}_{(3-f)}\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ),  $\text{LiFePO}_4$ . (A 는 Ni, Co, Mn, 또는 이들의 조합이고; M은 Al, Ni, Co, Mn, Cr, Fe, Mg, Sr, V, 희토류 원소 또는 이들의 조합이고; D는 O, F, S, P, 또는 이들의 조합이고; E는 Co, Mn 또는 이들의 조합이고; X는 F, S, P 또는 이들의 조합이고; G는 Al, Cr, Mn, Fe, Mg, La, Ce, Sr, V 또는 이들의 조합이고; Q는 Ti, Mo, Mn 또는 이들의 조합이고; X'는 Cr, V, Fe, Sc, Y 또는 이들의 조합이고; J는 V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu 또는 이들의 조합임),  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiMn}_x\text{O}_{2x}$ (x=1 또는 2임),  $\text{LiNi}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_{2x}$ ( $0 < x < 1$ ),  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ ( $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.5$ ),  $\text{FePO}_4$ , 리튬 화합물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 니켈 코발트 산화물, 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물, 리튬 니켈 코발트 망간 산화물, 리튬 망간 산화물, 리튬 철 인산염, 황화니켈, 황화구리, 황, 철 산화물, 바나듐 산화물, 나트륨 함유 물질, 화학식  $\text{NaM}^1_a\text{O}_2$ (여기서, M<sup>1</sup>은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)의 산화물,  $\text{NaFeO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{NaNiO}_2$ ,  $\text{NaCoO}_2$ ,



화합식  $\text{NaMn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_2$ 로 표시되는 산화물(여기서,  $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임),  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{0.44}\text{Mn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_2$ 로 표시되는 산화물(여기서,  $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임),  $\text{Na}_{0.7}\text{Mn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_{2.05}$ (여기서  $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)로 표시된 산화물,  $\text{Na}_b\text{M}^2_c\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ (여기서  $\text{M}^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq b \leq 6$ , 및  $2 \leq c \leq 5$ 임),  $\text{Na}_6\text{Fe}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ ,  $\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{Si}_{12}\text{O}$ (여기서  $\text{M}^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq b \leq 6$  및  $2 \leq c \leq 5$ 임)로 표시된 산화물,  $\text{Na}_d\text{M}^3_e\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (여기서,  $\text{M}^3$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $3 \leq d \leq 6$ , 및  $1 \leq e \leq 2$ 임),  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ,  $\text{Na}_2\text{MnFeSi}_6\text{O}_{18}$ (여기서,  $\text{M}^3$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $3 \leq d \leq 6$ , 및  $1 \leq e \leq 2$ 임)로 표시되는 산화물,  $\text{Na}_f\text{M}^4_g\text{Si}_2\text{O}_6$ (여기서,  $\text{M}^4$ 는 전이금속 원소인 마그네슘(Mg) 및 알루미늄(Al)으로부터 선택되는 적어도 하나이고,  $1 \leq f \leq 2$  및  $1 \leq g \leq 2$ 임)로 표시되는 산화물; 인산염,  $\text{Na}_2\text{FeSiO}_6$ ,  $\text{NaFePO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ , 붕산염,  $\text{NaFeBO}_4$  또는  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{BO}_4)_3$ , 불화물,  $\text{Na}_h\text{M}^5\text{F}_6$ (여기서,  $\text{M}^5$ 는 하나 이상의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq h \leq 3$ 임),  $\text{Na}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Na}_2\text{MnF}_6$ , 불소인산염,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$  및/또는  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ , 뿐만 아니라 임의의 복합 산화물 및/또는 전술한 것의 기타 조합 중 적어도 하나를 포함하는 캐소드 활물질을 포함한다.

- [0695] 실시예 423. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 활물질은 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 전이 금속 인산염 및 전이 금속 질화물 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0696] 실시예 424. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 활물질은 리튬과, 코발트 및 니켈 중 적어도 하나를 함유하는 전이 금속 산화물을 포함한다.
- [0697] 실시예 425. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 구리, 니켈, 알루미늄, 스테인리스 강, 티타늄, 팔라듐, 소성 탄소, 하소 탄소, 인듐, 철, 마그네슘, 코발트, 게르마늄, 리튬과, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 구리 또는 스테인리스 강 물질, 알루미늄-카드뮴 합금 및/또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 애노드 집전체를 포함한다.
- [0698] 실시예 426. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 구리, 니켈, 스테인리스 강 및 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 애노드 집전체를 포함한다.
- [0699] 실시예 427. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상대 전극 구조체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 니켈, 티타늄, 은, 또는 이들의 합금으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질 중 적어도 하나를 포함하는 캐소드 집전체를 포함한다.
- [0700] 실시예 428. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 집전체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 은으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질, 또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0701] 실시예 429. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 집전체는 알루미늄을 포함한다.
- [0702] 실시예 430. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제약 시스템의 제1 및 제2 연결 부재는 스테인리스 강, 티타늄 또는 유리 섬유 복합재 중 어느 하나를 포함한다.
- [0703] 실시예 431. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제약 시스템의 제1 및 제2 연결 부재는 스테인리스 강을 포함한다.
- [0704] 실시예 432. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제약 시스템의 제1 및 제2 연결 부재는 내부 및 외부 표면 상의 절연 물질의 코팅을 포함한다.

- [0705] 실시예 433. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 5개의 전극 구조체 및 적어도 5개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0706] 실시예 434. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 10개의 전극 구조체 및 적어도 10개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0707] 실시예 435. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 50개의 전극 구조체 및 적어도 50개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0708] 실시예 436. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 100개의 전극 구조체 및 적어도 100개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0709] 실시예 437. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 500개의 전극 구조체 및 적어도 500개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0710] 실시예 438. 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 폴리머 인클로저 물질을 포함하는 기밀 밀봉형 인클로저, 기밀 밀봉형 인클로저로 둘러싸인 전극 조립체, 전극 제약부 세트 및 적어도 100 mAmp · hr의 정격 용량을 포함하며,
- [0711] 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상, 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이며,
- [0712] 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 교번하는 순서로 배열되며,
- [0713] 전극 제약부 세트는 수직 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 포함하는 수직 제약 시스템을 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결되며, 수직 제약 시스템은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제약할 수 있으며,
- [0714] 충전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 25% 미만이며,
- [0715] 기밀 밀봉형 인클로저는 수직 방향으로 서로 분리된 대향하는 외부 수직 표면을 포함한다.
- [0716] 실시예 439: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 갖는다.
- [0717] 실시예 440: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0718] 실시예 441: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0719] 실시예 442: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 밀봉형 이차 전지 셀의 두께는 적어도 1 mm이다.
- [0720] 실시예 443: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의

이차 전지 셀의 열 전도도는 적어도  $2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.

- [0721] 실시예 444: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 66% 초과 결합된 표면적을 구성한다.
- [0722] 실시예 445: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0723] 실시예 446: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0724] 실시예 447: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0725] 실시예 448: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0726] 실시예 449: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성한다.
- [0727] 실시예 450: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 제약부 세트는 세로 방향으로 서로 분리되고, 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하기 위해 연결 부재에 의해 연결되는 제1 및 제2 세로 제약부를 더 포함한다.
- [0728] 실시예 451: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도  $150 \text{ mAmp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0729] 실시예 452: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도  $200 \text{ mAmp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0730] 실시예 453: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도  $400 \text{ mAmp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0731] 실시예 454: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도  $0.1 \text{ Amp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0732] 실시예 455: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도  $0.5 \text{ Amp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0733] 실시예 456: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도  $1 \text{ Amp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0734] 실시예 457: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도  $3 \text{ Amp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0735] 실시예 458: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 적어도  $5 \text{ Amp} \cdot \text{hr}$ 의 정격 용량을 갖는다.
- [0736] 실시예 459: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도  $2 \text{ mm}$ 이다.
- [0737] 실시예 460: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도  $3 \text{ mm}$ 이다.
- [0738] 실시예 461: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도  $5 \text{ mm}$ 이다.
- [0739] 실시예 462: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉

형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 8 mm이다.

- [0740] 실시예 463: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 10 mm이다.
- [0741] 실시예 464: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 3 W/m·K이다.
- [0742] 실시예 465: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 4 W/m·K이다.
- [0743] 실시예 466: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저의 대향하는 표면의 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도 5 W/m·K이다.
- [0744] 실시예 467: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 수직 방향을 따른다.
- [0745] 실시예 468: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 사이에 배치된 가요성 금속 물질 시트를 갖는 폴리머 물질 시트로 이루어진 라미네이트 구조체를 포함한다.
- [0746] 실시예 469: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 인클로저는 폴리프로필렌, 알루미늄 및 나일론 시트로 이루어진 라미네이트 구조체를 포함하고, 알루미늄 시트는 폴리프로필렌과 나일론 폴리머 시트 사이에 있다.
- [0747] 실시예 470: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱, 또는 이들의 조합 중 어느 하나를 포함한다.
- [0748] 실시예 471: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다.
- [0749] 실시예 472: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0750] 실시예 473: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0751] 실시예 474: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0752] 실시예 475: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0753] 실시예 476: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0754] 실시예 477: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0755] 실시예 478: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0756] 실시예 479: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2

수직 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다.

- [0757] 실시예 480: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0758] 실시예 481: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0759] 실시예 482: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0760] 실시예 483: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0761] 실시예 484: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0762] 실시예 485: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0763] 실시예 486: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0764] 실시예 487: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0765] 실시예 488: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0766] 실시예 489: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0767] 실시예 490: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0768] 실시예 491: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0769] 실시예 492: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0770] 실시예 493: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0771] 실시예 494: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0772] 실시예 495: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0773] 실시예 496: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0774] 실시예 497: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0775] 실시예 498: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.

- [0776] 실시예 499: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0777] 실시예 500: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0778] 실시예 501: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0779] 실시예 502: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0780] 실시예 503: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0781] 실시예 504: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0782] 실시예 505: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0783] 실시예 506: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0784] 실시예 507: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0785] 실시예 508: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0786] 실시예 509: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0787] 실시예 510: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 구조체 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0788] 실시예 511: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 서로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다.
- [0789] 실시예 512: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층 및 전극 집전체를 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층 및 상대 전극 집전체를 포함한다.
- [0790] 실시예 513: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0791] 실시예 514: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2

수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체 층의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다.

- [0792] 실시예 515: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 포함한다.
- [0793] 실시예 516: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다.
- [0794] 실시예 517: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0795] 실시예 518: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 30회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0796] 실시예 519: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 50회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0797] 실시예 520: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 80회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0798] 실시예 521: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 100회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만인 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0799] 실시예 522: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 150  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0800] 실시예 523: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 250  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0801] 실시예 524: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 400  $\mu\text{m}$ 의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0802] 실시예 525: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접촉, 용접, 접합, 본딩, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 연결된다.
- [0803] 실시예 526. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 그 수직 두께를 관통하는 개구를 포함한다.
- [0804] 실시예 527. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 단부 표면의 표면적은 전극 조립체의 표면적의 33% 미만이다.
- [0805] 실시예 528. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 이차 전지 셀 집단의 멤버의 경우, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 길이( $L_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 길이( $L_{CE}$ )는 그 중앙 세로 축( $A_E$  및  $A_{CE}$ )의 가로 방향으로 측정되고, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 폭( $W_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 폭( $W_{CE}$ )은 세로 방향으로 측정되고, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 높이( $H_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 높이( $H_{CE}$ )는 이러한 각 멤버의 중앙 세로 축( $A_E$  또는  $A_{CE}$ ) 및 세로 방향에 수직인 수직 방향으로 측정되며, 전극 구조체 집단의 각 멤버의  $L_E$  대  $W_E$  및  $H_E$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1이

고, 전극 구조체 집단의 각 멤버에 대한  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 0.4:1 내지 1000:1 사이이고, 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1이며, 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버에 대한  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 0.4:1 내지 1000:1 사이이다.

- [0806] 실시예 529. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 세로 방향으로 측정된 최대 폭( $W_{EA}$ ), 측면 표면에 의해 경계를 이루고 가로 방향으로 측정된 최대 길이( $L_{EA}$ ) 및 측면 표면에 의해 경계를 이루고 수직 방향으로 측정된 최대 높이( $H_{EA}$ )를 가지며,  $L_{EA}$  및  $W_{EA}$  각각 대  $H_{EA}$ 의 비율은 적어도 2:1이다.
- [0807] 실시예 530. 임의의 이전 실시예에 따른 밀봉형 이차 전지로서, 제1 세로 표면 상의 전극 구조체 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 돌출부는 제1 돌출 영역을 외접하고, 제2 세로 표면 상의 전극 구조체 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 돌출부는 제2 돌출 영역을 외접하며, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 제1 및 제2 돌출 영역 위에 놓이는 제1 및 제2 압축 부재를 포함한다.
- [0808] 실시예 531. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0809] 실시예 532. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 3배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0810] 실시예 533. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 4배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0811] 실시예 534. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 5배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0812] 실시예 535. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0813] 실시예 536. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 10회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0814] 실시예 537. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 5회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0815] 실시예 538. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 세로 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 사이클 당 1% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0816] 실시예 539. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 20회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 20% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0817] 실시예 540. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 10회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0818] 실시예 541. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 5회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가



10% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.

- [0819] 실시예 542. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 수직 방향으로의 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 사이클 당 1% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0820] 실시예 543. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, (i) 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 구조체이고 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 구조체이거나, (ii) 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 구조체이고 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 구조체이다.
- [0821] 실시예 544. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 활물질 층을 포함하는 애노드 구조체이고, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 활물질 층을 포함하는 캐소드 구조체이다.
- [0822] 실시예 545. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐리어 이온은 기밀 밀봉형 배터리 인클로저 내에 포함된다.
- [0823] 실시예 546. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 탄소 물질, 흑연, 연질 또는 경질 탄소, 금속, 반금속, 합금, 산화물, 리튬과 합금을 형성할 수 있는 화합물, 주석, 납, 마그네슘, 알루미늄, 붕소, 갈륨, 실리콘, Si/C 복합체, Si/흑연 블렌드, SiO<sub>x</sub>, 다공성 Si, 금속간 Si 합금, 인듐, 지르코늄, 게르마늄, 비스무트, 카드뮴, 안티몬, 은, 아연, 비소, 하프늄, 이트륨, 리튬, 나트륨, 티탄산리튬, 팔라듐, 리튬 금속, 탄소, 석유 코크스, 활성탄, 흑연, 실리콘 화합물, 실리콘 합금, 주석 화합물, 난흑연화 탄소, 흑연계 탄소, Li<sub>x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0 ≤ x ≤ 1), Li<sub>x</sub>WO<sub>2</sub>(0 ≤ x ≤ 1) Sn<sub>x</sub>Me<sub>1-x</sub>Me'<sub>y</sub>O<sub>2</sub>(Me: Mn, Fe, Pb, Ge; Me': Al, B, P, Si, 주기율표의 1족, 2족 및 3족에 있는 원소, 할로젠; 0 < x ≤ 1; 1 ≤ y ≤ 3; 1 ≤ z ≤ 8), 리튬 합금, 실리콘계 합금, 주석계 합금; 금속 산화물, SnO, SnO<sub>2</sub>, PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, GeO, GeO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 전도성 고분자, 폴리아세틸렌, Li-Co-Ni계 물질, 결정성 흑연, 천연 흑연, 합성 흑연, 비정질 탄소, 키시(Kish) 흑연, 열분해탄소, 중간상 피치계 탄소 섬유, 메소-탄소 마이크로비드, 중간상 피치, 흑연화 탄소 섬유, 고온 소결 탄소, 석유, 콜타르 피치 유래 코크스, 산화 주석, 질산 티타늄, 리튬 금속 필름, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Al 및 Sn으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 금속과 리튬의 합금, Si, Al, C, Pt, Sn, Pb, Ir, Ni, Cu, Ti, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ca, Sr, Sb, Ba, Ra, Ge, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd 중 어느 하나로부터 선택된 리튬과 합금화 및/또는 인터칼레이팅될 수 있는 금속 화합물, Sn 합금, Al 합금, 리튬 이온을 도핑 및 디도핑할 수 있는 금속 산화물, SiO<sub>v</sub>(0 < v < 2), SnO<sub>2</sub>, 바나듐 산화물, 리튬 바나듐 산화물, 금속 화합물과 탄소 물질을 포함하는 복합체, Si-C 복합체, Sn-C 복합체, 전이 금속 산화물, Li<sub>4</sub>/3Ti<sub>5</sub>/3O<sub>4</sub>, SnO, 탄소질 물질, 흑연 탄소 섬유, 수지 하소 탄소, 열분해 증기 성장 탄소, 코르크, 메소탄소 마이크로비드("MCMB"), 푸르푸릴 알코올 수지 하소 탄소, 폴리아센, 피치계 탄소 섬유, 증기 성장 탄소 섬유 또는 천연 흑연, 및 층상 탄소질 물질의 층들 사이에 배치된 식 Na<sub>x</sub>Sn<sub>y-z</sub>M<sub>z</sub>의 조성물(여기서, M은 Ti, K, Ge, P, 또는 이들의 조합이고, 0 < x ≤ 15, 1 ≤ y ≤ 5, 및 0 ≤ z ≤ 1임), 뿐만 아니라 전술한 것 중 어느 하나의 산화물, 합금, 질화물, 불화물 및 전술한 것 중 어느 하나의 임의의 조합 중 임의의 하나 이상을 포함하는 애노드 활물질을 포함한다.
- [0824] 실시예 547. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 리튬 금속, 리튬 금속 합금, 실리콘, 실리콘 합금, 실리콘 산화물, 주석, 주석 합금, 산화 주석 및 탄소 함유 물질 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0825] 실시예 548. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 실리콘 및 실리콘 산화물 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0826] 실시예 549. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 리튬 및 리튬 금속 합금 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0827] 실시예 550. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 탄소 함유 물질을 포함한다.

- [0828] 실시예 551. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 비수성 액체 전해질이 침투된 미세다공성 분리막 물질을 포함한다.
- [0829] 실시예 552. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 고체 전해질을 포함한다.
- [0830] 실시예 553. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 세라믹 물질, 유리 또는 가넷 물질을 포함한다.
- [0831] 실시예 554. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 비수성 액체 전해질, 겔형 전해질, 고체 전해질 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 전해질을 포함한다.
- [0832] 실시예 555. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 액체 전해질을 포함한다.
- [0833] 실시예 556. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 수성 액체 전해질을 포함한다.
- [0834] 실시예 557. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 비수성 액체 전해질을 포함한다.
- [0835] 실시예 558. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 겔형 전해질을 포함한다.
- [0836] 실시예 559. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 전해질을 포함한다.
- [0837] 실시예 560. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 폴리머 전해질을 포함한다.
- [0838] 실시예 561. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 무기 전해질을 포함한다.
- [0839] 실시예 562. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 유기 전해질을 포함한다.
- [0840] 실시예 563. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 세라믹 전해질을 포함한다.
- [0841] 실시예 564. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 무기 전해질을 포함한다.
- [0842] 실시예 565. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 세라믹을 포함한다.
- [0843] 실시예 566. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 가넷 물질을 포함한다.
- [0844] 실시예 567. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 수성 전해질, 비수성 액체 전해질, 고체 폴리머 전해질, 고체 세라믹 전해질, 고체 유리 전해질, 고체 가넷 전해질, 겔형 폴리머 전해질, 무기 고체 전해질, 및 용융형 무기 전해질로 이루어진 군으로부터 선택된 전해질을 포함한다.
- [0845] 실시예 568. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 d-셀 또는 f-셀을 갖는 금속 원소를 갖는 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물 및 전이 금속 질화물을 포함하는, 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 리튬 전이 금속 산화물, 리튬 전이 금속 황화물, 리튬 전이 금속 질화물, 및/또는 (금속 원소는 Sc, Y, 란타노이드, 악티노이드, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pb, Pt, Cu, Ag 및 Au로부터 선택된 어느 하나임),  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z)\text{O}_2$ ,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 몰리브덴 옥

시황화물, 인산염, 규산염, 바나듐산염, 황, 황 화합물, 산소(공기),  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$ , 금속 산화물 또는 금속 인산염을 포함하는 리튬 함유 화합물, 리튬, 코발트 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬, 망간 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), 리튬 철과 인산염을 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiFePO}_4$ ), 리튬 망간 산화물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 철 인산염, 리튬 코발트 산화물( $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬 니켈 산화물( $\text{LiNiO}_2$ ), 하나 이상의 전이 금속으로 치환된 화합물, 리튬 망간 산화물,  $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (여기서, x는 0 내지 0.33임),  $\text{LiMnO}_3$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{LiMnO}_2$ , 리튬 구리 산화물( $\text{Li}_2\text{CuO}_2$ ), 바나듐 산화물,  $\text{LiV}_3\text{O}_8$ ,  $\text{LiFe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ ,  $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (여기서,  $\text{M}=\text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{B}$  또는  $\text{Ga}$ 이고,  $x=0.01$  내지  $0.3$ 임)의 화학식으로 표시되는 Ni 사이트-형 리튬 니켈 산화물, Li의 일부가 알칼리 토금속 이온으로 치환되는  $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (여기서,  $\text{M}=\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}, \text{Cr}, \text{Zn}$  또는  $\text{Ta}$ 이고,  $x=0.01$  내지  $0.1$ 임),  $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (여기서,  $\text{M}=\text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}$  또는  $\text{Zn}$ 임),  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 의 화학식으로 표시되는 리튬 망간 복합 산화물, 이황화 화합물,  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ , 화학식 2:  $\text{Li}_{1+a}\text{Fe}_{1-x}\text{M}'_x(\text{PO}_{4-b})_X$ (여기서  $\text{M}'$ 은  $\text{Al}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}, \text{Ti}, \text{Ga}, \text{Cu}, \text{V}, \text{Nb}, \text{Zr}, \text{Ce}, \text{In}, \text{Zn}$ 으로부터 선택된 적어도 하나이고, Y, X는 F, S 및 N으로부터 선택된 적어도 하나이며,  $-0.5 \leq a \leq +0.5$ ,  $0 \leq x \leq 0.5$ , 및  $0 \leq b \leq 0.1$ 임)의 올리빈 결정 구조체를 갖는 리튬 금속 인산염,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{PO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Co})\text{PO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Ni})\text{PO}_4$ ,  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiNiO}_2$ ,  $\text{LiMnO}_2$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_2$ ,  $\text{LiCo}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ ( $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Li}(\text{Ni}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c)\text{O}_4$ ( $0 < a < 2$ ,  $0 < b < 2$ ,  $0 < c < 2$ , 및  $a+b+c=2$ 임),  $\text{LiMn}_{2-z}\text{Ni}_z\text{O}_4$ ,  $\text{LiMn}_{2-z}\text{Co}_z\text{O}_4$  ( $0 < z < 2$ ),  $\text{LiCoPO}_4$  및  $\text{LiFePO}_4$ , 원소 황(S8), 황 계열 화합물,  $\text{Li}_2\text{S}_n$ ( $n \geq 1$ ), 유기 황 화합물, 탄소-황 폴리머( $(\text{C}_2\text{S}_x)_n$ :  $x=2.5$  내지  $50$ 이고,  $n \geq 2$ 임), 리튬과 지르코늄의 산화물, 리튬과 금속의 복합 산화물(코발트, 망간, 니켈 또는 이들의 조합),  $\text{Li}_a\text{A}_{1-b}\text{M}_b\text{D}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ , 및  $0 \leq b \leq 0.5$ 임),  $\text{Li}_a\text{E}_{1-b}\text{M}_b\text{O}_{2-c}\text{D}_c$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ , 및  $0 \leq c \leq 0.05$ 임),  $\text{LiE}_{2-b}\text{M}_b\text{O}_{4-c}\text{D}_c$ (여기서,  $0 \leq b \leq 0.5$ , 및  $0 \leq c \leq 0.05$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{D}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{D}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li-Ni}_b\text{E}_c\text{G}_d\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.9$ ,  $0 \leq c \leq 0.5$ , 및  $0.001 \leq d \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{GeO}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.9$ ,  $0 \leq c \leq 0.5$ ,  $0 \leq d \leq 0.5$ , 및  $0.001 \leq e \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{NiG}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{CoG}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{MnG}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Mn}_2\text{G}_b\text{O}_4$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{QO}_2$ ,  $\text{QS}_2$ ,  $\text{LiQS}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{LiV}_2\text{O}_5$ ,  $\text{LiX}'\text{O}_2$ ,  $\text{LiNiVO}_4$ ,  $\text{Li}_{(3-f)}\text{J}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ),  $\text{Li}_{(3-f)}\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ),  $\text{LiFePO}_4$ . (A는 Ni, Co, Mn, 또는 이들의 조합이고; M은 Al, Ni, Co, Mn, Cr, Fe, Mg, Sr, V, 희토류 원소 또는 이들의 조합이고; D는 O, F, S, P, 또는 이들의 조합이고; E는 Co, Mn 또는 이들의 조합이고; X는 F, S, P 또는 이들의 조합이고; G는 Al, Cr, Mn, Fe, Mg, La, Ce, Sr, V 또는 이들의 조합이고; Q는 Ti, Mo, Mn 또는 이들의 조합이고; X'는 Cr, V, Fe, Sc, Y 또는 이들의 조합이고; J는 V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu 또는 이들의 조합임),  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiMn}_x\text{O}_{2x}$  ( $x=1$  또는  $2$ 임),  $\text{LiNi}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_{2x}$ ( $0 < x < 1$ ),  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$  ( $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.5$ ),  $\text{FePO}_4$ , 리튬 화합물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 니켈 코발트 산화물, 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물, 리튬 니켈 코발트 망간 산화물, 리튬 망간 산화물, 리튬 철 인산염, 황화니켈, 황화구리, 황, 철 산화물, 바나듐 산화물, 나트륨 함유 물질, 화학식  $\text{NaM}^1_a\text{O}_2$ (여기서,  $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)의 산화물,  $\text{NaFeO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{NaNiO}_2$ ,  $\text{NaCoO}_2$ , 화학식  $\text{NaMn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_2$ ( $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)로 표현되는 산화물,  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{0.44}\text{Mn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_2$ (여기서,  $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)로 표시되는 산화물,  $\text{Na}_{0.7}\text{Mn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_{2.05}$ (여기서  $\text{M}^1$ 은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)로 표시된 산화물,  $\text{Na}_b\text{M}^2_c\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ (여기서  $\text{M}^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,

$2 \leq b \leq 6$ , 및  $2 \leq c \leq 5$ 임),  $\text{Na}_6\text{Fe}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ ,  $\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{Si}_{12}\text{O}$ (여기서  $M^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 요소이고,  $2 \leq b \leq 6$  및  $2 \leq c \leq 5$ 임)로 표시된 산화물,  $\text{Na}_dM^3_e\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (여기서,  $M^3$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $3 \leq d \leq 6$ , 및  $1 \leq e \leq 2$ 임),  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ,  $\text{Na}_2\text{MnFeSi}_6\text{O}_{18}$ (여기서,  $M^3$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $3 \leq d \leq 6$ , 및  $1 \leq e \leq 2$ 임)로 표시되는 산화물,  $\text{Na}_fM^4_g\text{Si}_2\text{O}_6$ (여기서,  $M^4$ 는 전이금속 원소인 마그네슘(Mg) 및 알루미늄(Al)으로부터 선택되는 적어도 하나이고,  $1 \leq f \leq 2$  및  $1 \leq g \leq 2$ 임)로 표시되는 산화물; 인산염,  $\text{Na}_2\text{FeSiO}_6$ ,  $\text{NaFePO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ , 붕산염,  $\text{NaFeBO}_4$  또는  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{BO}_4)_3$ , 불화물,  $\text{Na}_hM^5\text{F}_6$ (여기서,  $M^5$ 는 하나 이상의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq h \leq 3$ 임),  $\text{Na}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Na}_2\text{MnF}_6$ , 불소인산염,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$  및/또는  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ , 뿐만 아니라 임의의 복합 산화물 및/또는 전술한 것의 다른 조합 중 적어도 하나를 포함하는 캐소드 활물질을 포함한다.

- [0846] 실시예 569. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 활물질은 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 전이 금속 인산염 및 전이 금속 질화물 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0847] 실시예 570. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 활물질은 리튬과, 코발트 및 니켈 중 적어도 하나를 함유하는 전이 금속 산화물을 포함한다.
- [0848] 실시예 571. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 구리, 니켈, 알루미늄, 스테인리스 강, 티타늄, 팔라듐, 소성 탄소, 하소 탄소, 인듐, 철, 마그네슘, 코발트, 게르마늄, 리튬과, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 구리 또는 스테인리스 강 물질, 알루미늄-카드뮴 합금 및/또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 애노드 집전체를 포함한다.
- [0849] 실시예 572. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 구리, 니켈, 스테인리스 강 및 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 애노드 집전체를 포함한다.
- [0850] 실시예 573. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상대 전극 구조체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질, 또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 캐소드 집전체를 포함한다.
- [0851] 실시예 574. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 집전체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 은으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질, 또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0852] 실시예 575. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 집전체는 알루미늄을 포함한다.
- [0853] 실시예 576. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 스테인리스 강, 티타늄 또는 유리 섬유 복합재 중 어느 하나를 포함한다.
- [0854] 실시예 577. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 스테인리스 강을 포함한다.
- [0855] 실시예 578. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 그 내부 및 외부 표면 상의 절연 물질의 코팅을 포함한다.
- [0856] 실시예 579. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 5개의 전극 구조체 및 적어도 5개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0857] 실시예 580. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 10개의 전극 구조체 및 적어도 10개의 상대 전극 구조체를 포함한다.

- [0858] 실시예 581: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 50개의 전극 구조체 및 적어도 50개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0859] 실시예 582: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 100개의 전극 구조체 및 적어도 100개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0860] 실시예 583: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 500개의 전극 구조체 및 적어도 500개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [0861] 실시예 584: 충전 상태와 방전 상태 사이에서 충전 가능한 밀봉형 이차 전지 셀로서, 밀봉형 이차 전지 셀은 기밀 밀봉형 케이스, 기밀 밀봉형 케이스로 둘러싸인 전극 조립체, 및 적어도 100 mAmp · hr의 정격 용량을 포함하며,
- [0862] 전극 조립체는 가상의 3차원 데카르트 좌표계의 x축, y축 및 z축에 각각 대응하는 가로 축, 세로 축 및 수직 축이 서로 수직인 실질적으로 다면체 형상, 실질적으로 평평하고 세로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 세로 단부 표면, 및 전극 조립체 세로 축( $A_{EA}$ )을 둘러싸고 제1 및 제2 세로 단부 표면을 연결하는 측면 표면으로서, 측면 표면은 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 수직 면에서 수직 방향으로 서로 분리되는 대향하는 수직 표면을 갖는, 상기 측면 표면, 및 실질적으로 평평하고 세로 축의 대향하는 가로 면에서 가로 방향으로 서로 분리되는 대향하는 가로 표면을 가지며, 대향하는 세로 표면은 결합된 표면적( $L_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 가로 표면은 결합된 표면적( $T_{SA}$ )을 갖고, 대향하는 수직 표면은 결합된 표면적( $V_{SA}$ )을 가지며,  $V_{SA}$  대  $L_{SA}$  및  $T_{SA}$  각각의 비율은 적어도 5:1이며,
- [0863] 전극 조립체는 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단, 및 상대 전극 구조체 집단을 더 포함하며, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 교번하는 순서로 배열되며,
- [0864] 기밀 밀봉형 케이스는 세로 방향으로 분리된 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부와, 제1 및 제2 케이스 단부를 연결하는 케이스 측벽을 가지며, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부와 케이스 측벽은 전극 조립체를 중심으로 기밀 밀봉을 형성하며, 케이스 측벽은 수직 방향으로 서로 분리된 상위 및 하위 측벽과, 가로 방향으로 서로 분리되는 제1 및 제2 가로 측벽을 포함하고,
- [0865] 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체의 멤버는 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽에 연결되어 충전 상태와 방전 상태 사이의 이차 전지 셀의 사이클링 동안 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하며,
- [0866] 충전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 적어도 75%이고, 방전 상태는 이차 전지 셀의 정격 용량의 25% 미만이다.
- [0867] 실시예 585: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 갖는다.
- [0868] 실시예 586: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0869] 실시예 587: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0870] 실시예 588: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이에서 수직 방향으로 측정된 이차 전지 셀의 두께는 적어도 1 mm이다.
- [0871] 실시예 589: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지 셀의 열 전도도는 적어도 7.5 W/m · K이다.
- [0872] 실시예 590: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 66% 초과를 결합된 표면적을 구성한다.

- [0873] 실시예 591: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 75%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0874] 실시예 592: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 80%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0875] 실시예 593: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 95%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0876] 실시예 594: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 99%보다 큰 결합된 표면적을 구성한다.
- [0877] 실시예 595: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 표면, 수직 표면 및 가로 표면은 전극 조립체의 전체 표면적에 실질적으로 대응하는 결합된 표면적을 구성한다.
- [0878] 실시예 596: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 제1 및 제2 케이스 단부는 케이스의 상위 및 하위 측벽 중 하나 이상에 의해 함께 연결될 수 있고, 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0879] 실시예 597: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 기밀 밀봉형 케이스 내부의 전극 제약부 세트를 더 포함하며, 전극 제약부 세트는 수직 방향으로 서로 분리된 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 포함하는 수직 제약 시스템을 포함하고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결되며, 수직 제약 시스템은 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한할 수 있고, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 각각의 상위 및 하위 측벽에 연결되어, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버를 상위 및 하위 측벽에 간접적으로 연결한다.
- [0880] 실시예 598: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스 내부에 있는 전극 제약부 세트는 세로 방향으로 서로 분리되고 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한하기 위해 연결 부재에 의해 연결되는 제1 및 제2 세로 제약부를 포함하는 세로 제약 시스템을 더 포함한다.
- [0881] 실시예 599: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 150 mAmp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0882] 실시예 600: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 200 mAmp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0883] 실시예 601: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 400 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0884] 실시예 602: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 0.1 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0885] 실시예 603: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 0.5 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0886] 실시예 604: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 1 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0887] 실시예 605: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 3 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0888] 실시예 606: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 밀봉형 이차 전지는 적어도 5 Amp · hr의 정격 용량을 갖는다.
- [0889] 실시예 607: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 2 mm이다.

- [0890] 실시예 608: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 3 mm이다.
- [0891] 실시예 609: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 5 mm이다.
- [0892] 실시예 610: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 8 mm이다.
- [0893] 실시예 611: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이는 적어도 10 mm이다.
- [0894] 실시예 612: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도  $8 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0895] 실시예 613: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도  $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0896] 실시예 614: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽의 외부 수직 표면의 수직으로 대향하는 영역 사이의 열 전도성 경로를 따른 수직 방향으로의 이차 전지의 열 전도도는 적어도  $15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 이다.
- [0897] 실시예 615: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 열 전도성 경로는 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 수직 방향을 따른다.
- [0898] 실시예 616: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스는 스테인리스 강, 알루미늄, 티타늄, 베릴륨, 베릴륨, 구리, 니켈 및 이들의 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나를 포함하는 금속 물질을 포함한다.
- [0899] 실시예 617: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다.
- [0900] 실시예 618: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 금속, 합금, 세라믹, 유리, 플라스틱, 또는 이들의 조합 중 어느 하나를 포함한다.
- [0901] 실시예 619: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부 및/또는 제1 및 제2 세로 제약부는 스테인리스 강 및 알루미늄 중 어느 하나를 포함한다.
- [0902] 실시예 620: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0903] 실시예 621: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0904] 실시예 622: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0905] 실시예 623: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0906] 실시예 624: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.

다.

- [0907] 실시예 625: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0908] 실시예 626: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0909] 실시예 627: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0910] 실시예 628: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0911] 실시예 629: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0912] 실시예 630: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0913] 실시예 631: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0914] 실시예 632: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0915] 실시예 633: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0916] 실시예 634: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0917] 실시예 635: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0918] 실시예 636: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0919] 실시예 637: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 항복 강도를 갖는다.
- [0920] 실시예 638: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 70 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0921] 실시예 639: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2



케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 100 MPa의 인장 강도를 갖는다.

- [0922] 실시예 640: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 150 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0923] 실시예 641: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 200 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0924] 실시예 642: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 300 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0925] 실시예 643: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 케이스 단부는, 단독으로든 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부와의 조합으로든, 적어도 500 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0926] 실시예 644: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0927] 실시예 645: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0928] 실시예 646: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0929] 실시예 647: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0930] 실시예 648: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 항복 강도를 갖는다.
- [0931] 실시예 649: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 70 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0932] 실시예 650: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 100 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0933] 실시예 651: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 150 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0934] 실시예 652: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 200 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0935] 실시예 653: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 300 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.

- [0936] 실시예 654: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 500 MPa보다 큰 인장 강도를 갖는다.
- [0937] 실시예 655: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단, 전기 절연 분리막 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 세로 방향으로 교번하는 순서로 배열된다.
- [0938] 실시예 656: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 전극 활물질 층 및 전극 집전체 층을 포함하고, 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상대 전극 활물질 층 및 상대 전극 집전체 층을 포함한다.
- [0939] 실시예 657: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0940] 실시예 658: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽은 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0941] 실시예 659: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0942] 실시예 660: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 전극 구조체 집단의 멤버의 전극 집전체의 상위 및 하위 표면, 및/또는 상대 전극 집단의 멤버의 상대 전극 집전체의 상위 및 하위 표면에 연결된다.
- [0943] 실시예 661: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 세로 방향으로 측정된 5 내지 50  $\mu\text{m}$  사이의 범위에 있는 두께를 포함한다.
- [0944] 실시예 662: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상위 및 하위 측벽에 연결되는 전극 집전체 및/또는 상대 전극 집전체는 100 MPa보다 큰 항복 강도를 포함한다.
- [0945] 실시예 663: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0946] 실시예 664: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 30회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0947] 실시예 665: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 50회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0948] 실시예 666: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 80회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0949] 실시예 667: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단 또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버에 연결된 상위 및 하위 측벽은, 단독으로든 또는 내부 수직 제약 시스템과 함께든, 100회 연속 사이클에 걸쳐 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 2% 미만이 되도록 수직 방향으로의 성장을 제약한다.
- [0950] 실시예 668: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2

세로 성장 제약부는 적어도 150 um의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.

- [0951] 실시예 669: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 250 um의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0952] 실시예 670: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 적어도 400 um의 세로 방향으로의 두께를 포함한다.
- [0953] 실시예 671: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상위 및 하위 측벽에 직접 연결된다.
- [0954] 실시예 672: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 상위 및 하위 측벽에 직접 연결된다.
- [0955] 실시예 673: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 상위 및 하위 측벽에 간접적으로 연결된다.
- [0956] 실시예 674: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 제1 및 제2 수직 성장 제약부를 통해 상위 및 하위 측벽에 연결된다.
- [0957] 실시예 675: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버 및/또는 상대 전극 구조체 집단의 멤버는 부착, 접착, 용접, 본딩, 접합, 납땜, 소결, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크(arc) 용사 중 하나 이상 중 임의의 하나 이상에 의해 제1 및 제2 수직 성장 제약부에 직접 연결된다.
- [0958] 실시예 676: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 부착, 접착, 용접, 본딩, 납땜, 소결, 접합, 압접, 브레이징, 용사 접합, 클램핑, 와이어 본딩, 리본 본딩, 초음파 본딩, 초음파 용접, 저항 용접, 레이저 빔 용접, 전자빔 용접, 유도 용접, 냉간 용접, 플라즈마 용사, 화염 용사 및 아크 용사 중 임의의 하나 이상에 의해 각각의 상위 및 하위 측벽에 연결된다.
- [0959] 실시예 677: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 및 제2 수직 성장 제약부는 그 수직 두께를 관통하는 개구를 포함한다.
- [0960] 실시예 678: 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 대향하는 세로 단부 표면의 표면적은 전극 조립체의 표면적의 33% 미만이다.
- [0961] 실시예 679: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 이차 전지 셀 집단의 멤버의 경우, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 길이( $L_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 길이( $L_{CE}$ )는 그 중앙 세로 축( $A_E$  및  $A_{CE}$ )의 가로 방향으로 측정되고, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 폭( $W_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 폭( $W_{CE}$ )은 세로 방향으로 측정되고, 전극 구조체 집단의 각 멤버의 높이( $H_E$ ) 및 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의 높이( $H_{CE}$ )는 이러한 각 멤버의 중앙 세로 축( $A_E$  또는  $A_{CE}$ ) 및 세로 방향에 수직인 수직 방향으로 측정되며, 전극 구조체 집단의 각 멤버의  $L_E$  대  $W_E$  및  $H_E$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1 이고, 전극 구조체 집단의 각 멤버에 대한  $H_E$  대  $W_E$ 의 비율은 0.4:1 내지 1000:1 사이이며, 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버의  $L_{CE}$  대  $W_{CE}$  및  $H_{CE}$  각각의 비율은 각각 적어도 5:1이고, 상대 전극 구조체 집단의 각 멤버에 대한  $H_{CE}$  대  $W_{CE}$ 의 비율은 0.4:1 내지 1000:1 사이이다.
- [0962] 실시예 680: 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 이차 전지 셀 집단의 멤버의 경우, 전극 조립체는 세로 방향으로 측정된 최대 폭( $W_{EA}$ ), 측면 표면에 의해 경계를 이루고 가로 방향으로 측정된 최대 길이( $L_{EA}$ ) 및 측면 표면에 의해 경계를 이루고 수직 방향으로 측정된 최대 높이

( $H_{EA}$ )를 가지며,  $L_{EA}$  및  $W_{EA}$  각각 대  $H_{EA}$ 의 비율은 적어도 2:1이다.

- [0963] 실시예 681. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제1 세로 표면 상의 전극 구조체 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 돌출부는 제1 돌출 영역을 외접하고, 제2 세로 표면 상의 전극 구조체 집단 및 상대 전극 구조체 집단의 멤버의 돌출부는 제2 돌출 영역을 외접하며, 제1 및 제2 세로 성장 제약부는 제1 및 제2 돌출 영역 위에 놓이는 제1 및 제2 압축 부재를 포함한다.
- [0964] 실시예 682. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0965] 실시예 683. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 3배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0966] 실시예 684. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 4배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0967] 실시예 685. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 서로 수직이고 세로 방향에 수직인 두 방향 각각에서 적어도 5배만큼 전극 조립체 상에 유지되는 압력을 초과하는 압력을 세로 방향으로 전극 조립체 상에 유지한다.
- [0968] 실시예 686. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 20% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0969] 실시예 687. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 10회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0970] 실시예 688. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 5회 연속 사이클에 걸쳐 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0971] 실시예 689. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 대향하는 제1 및 제2 단부, 또는 제1 및 제2 세로 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 세로 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 사이클 당 1% 미만이 되도록 세로 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0972] 실시예 690. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 20회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 20% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0973] 실시예 691. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 10회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만이 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.

- [0974] 실시예 692. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 5회 연속 사이클에 걸쳐 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 10% 미만인 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0975] 실시예 693. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 기밀 밀봉형 케이스의 상위 및 하위 측벽, 또는 제1 및 제2 수직 성장 제약부는, 단독으로든 또는 서로와의 조합으로든, 수직 방향으로 전극 조립체의 페렛 직경의 임의의 증가가 사이클 당 1% 미만인 되도록 수직 방향으로의 전극 조립체의 성장을 제한한다.
- [0976] 실시예 694. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, (i) 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 구조체이고 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 구조체이거나, (ii) 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 구조체이고 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 구조체이다.
- [0977] 실시예 695. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 애노드 활물질 층을 포함하는 애노드 구조체이고, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 캐소드 활물질 층을 포함하는 캐소드 구조체이다.
- [0978] 실시예 696. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐리어 이온은 기밀 밀봉형 배터리 인클로저 내에 포함된다.
- [0979] 실시예 697. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체 집단의 멤버는 탄소 물질, 흑연, 연질 또는 경질 탄소, 금속, 반금속, 합금, 산화물, 리튬과 합금을 형성할 수 있는 화합물, 주석, 납, 마그네슘, 알루미늄, 붕소, 갈륨, 실리콘, Si/C 복합체, Si/흑연 블렌드, SiO<sub>x</sub>, 다공성 Si, 금속간 Si 합금, 인듐, 지르코늄, 게르마늄, 비스무트, 카드뮴, 안티몬, 은, 아연, 비소, 하프늄, 이트륨, 리튬, 나트륨, 티탄산리튬, 팔라듐, 리튬 금속, 탄소, 석유 코크스, 활성탄, 흑연, 실리콘 화합물, 실리콘 합금, 주석 화합물, 난흑연화 탄소, 흑연계 탄소, Li<sub>x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Li<sub>x</sub>WO<sub>2</sub> (0 ≤ x ≤ 1), Sn<sub>x</sub>Me<sub>1-x</sub>Me'<sub>y</sub>O<sub>z</sub> (Me: Mn, Fe, Pb, Ge; Me': Al, B, P, Si, 주기율표의 1족, 2족 및 3족에 있는 원소, 할로젠; 0 < x ≤ 1; 1 ≤ y ≤ 3; 1 ≤ z ≤ 8임), 리튬 합금, 실리콘계 합금, 주석계 합금; 금속 산화물, SnO, SnO<sub>2</sub>, PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, GeO, GeO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 전도성 폴리머, 폴리아세틸렌, Li-Co-Ni계 물질, 결정질 흑연, 천연 흑연, 합성 흑연, 비정질 탄소, 키시 흑연, 열분해 탄소, 중간상 피치계 탄소 섬유, 메소-탄소 마이크로비드, 중간상 피치, 흑연화 탄소 섬유, 고온 소결 탄소, 석유, 콜타르 피치 유래 코크스, 산화 주석, 질산 티타늄, 금속 리튬 필름, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Al 및 Sn으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 금속과 리튬의 합금, Si, Al, C, Pt, Sn, Pb, Ir, Ni, Cu, Ti, Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Ca, Sr, Sb, Ba, Ra, Ge, Zn, Bi, In, Mg, Ga, Cd 중 어느 하나로부터 선택된 리튬과 합금화 및/또는 인터칼레이팅될 수 있는 금속 화합물, Sn 합금, Al 합금, 리튬 이온을 도핑 및 디도핑할 수 있는 금속 산화물, SiO<sub>v</sub> (0 < v < 2), SnO<sub>2</sub>, 바나듐 산화물, 리튬 바나듐 산화물, 금속 화합물과 탄소 물질을 포함하는 복합체, Si-C 복합체, Sn-C 복합체, 전이 금속 산화물, Li<sub>4</sub>/3Ti<sub>5</sub>/3O<sub>4</sub>, SnO, 탄소질 물질, 흑연 탄소 섬유, 수지 하소 탄소, 열분해 증기 성장 탄소, 코르크, 메소탄소 마이크로비드 ("MCMB"), 푸르푸릴 알코올 수지 하소 탄소, 폴리아센, 피치계 탄소 섬유, 증기 성장 탄소 섬유 또는 천연 흑연, 및 층상 탄소질 물질의 층들 사이에 배치된 식 Na<sub>x</sub>Sn<sub>y-z</sub>M<sub>z</sub>의 조성물(여기서, M은 Ti, K, Ge, P, 또는 이들의 조합이고, 0 < x ≤ 15, 1 ≤ y ≤ 5, 및 0 ≤ z ≤ 1임), 뿐만 아니라 전술한 것 중 어느 하나의 산화물, 합금, 질화물, 불화물 및 전술한 것 중 어느 하나의 임의의 조합 중 임의의 하나 이상을 포함하는 애노드 활물질을 포함한다.
- [0980] 실시예 698. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 리튬 금속, 리튬 금속 합금, 실리콘, 실리콘 합금, 실리콘 산화물, 주석, 주석 합금, 산화 주석 및 탄소 함유 물질 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0981] 실시예 699. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 실리콘 및 실리콘 산화물 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0982] 실시예 700. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노

드 활물질은 리튬 및 리튬 금속 합금 중 적어도 하나를 포함한다.

- [0983] 실시예 701. 임의의 이전 실시예의 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 애노드 활물질은 탄소 함유 물질을 포함한다.
- [0984] 실시예 702. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 비수성 액체 전해질이 침투된 미세다공성 분리막 물질을 포함한다.
- [0985] 실시예 703. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 고체 전해질을 포함한다.
- [0986] 실시예 704. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막의 집단의 멤버는 세라믹 물질, 유리 또는 가넷 물질을 포함한다.
- [0987] 실시예 705. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 비수성 액체 전해질, 겔형 전해질, 고체 전해질 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 전해질을 포함한다.
- [0988] 실시예 706. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 액체 전해질을 포함한다.
- [0989] 실시예 707. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 수성 액체 전해질을 포함한다.
- [0990] 실시예 708. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 비수성 액체 전해질을 포함한다.
- [0991] 실시예 709. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 겔형 전해질을 포함한다.
- [0992] 실시예 710. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 전해질을 포함한다.
- [0993] 실시예 711. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 폴리머 전해질을 포함한다.
- [0994] 실시예 712. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 무기 전해질을 포함한다.
- [0995] 실시예 713. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 고체 유기 전해질을 포함한다.
- [0996] 실시예 714. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 세라믹 전해질을 포함한다.
- [0997] 실시예 715. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 무기 전해질을 포함한다.
- [0998] 실시예 716. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 세라믹을 포함한다.
- [0999] 실시예 717. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전기 절연 분리막은 가넷 물질을 포함한다.
- [1000] 실시예 718. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 수성 전해질, 비수성 액체 전해질, 고체 폴리머 전해질, 고체 세라믹 전해질, 고체 유리 전해질, 고체 가넷 전해질, 겔형 폴리머 전해질, 무기 고체 전해질, 및 용융형 무기 전해질로 이루어진 군으로부터 선택된 전해질을 포함한다.
- [1001] 실시예 719. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상대 전극 구조체의 집단의 멤버는 d-셀 또는 f-셀을 갖는 금속 원소를 갖는 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물 및 전이 금속 질화물을 포함하는, 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 리튬 전이 금속

산화물, 리튬 전이 금속 황화물, 리튬 전이 금속 질화물, 및/또는 (금속 원소는 Sc, Y, 란타노이드, 악티노이드, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pb, Pt, Cu, Ag 및 Au로부터 선택된 어느 하나임),  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z)\text{O}_2$ ,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 몰리브덴 옥시황화물, 인산염, 규산염, 바나듐산염, 황, 황 화합물, 산소(공기),  $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$ , 금속 산화물 또는 금속 인산염을 포함하는 리튬 함유 화합물, 리튬, 코발트 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬, 망간 및 산소를 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), 리튬 철과 인산염을 포함하는 화합물(예를 들어,  $\text{LiFePO}_4$ ), 리튬 망간 산화물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 철 인산염, 리튬 코발트 산화물( $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬 니켈 산화물( $\text{LiNiO}_2$ ), 하나 이상의 전이 금속으로 치환된 화합물, 리튬 망간 산화물,  $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$ (여기서, x는 0 내지 0.33임),  $\text{LiMnO}_3$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{LiMnO}_2$ , 리튬 구리 산화물( $\text{Li}_2\text{CuO}_2$ ), 바나듐 산화물,  $\text{LiV}_3\text{O}_8$ ,  $\text{LiFe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cu}_2\text{V}_2\text{O}_7$ ,  $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (여기서, M=Co, Mn, Al, Cu, Fe, Mg, B 또는 Ga이고, x=0.01 내지 0.3임)의 화학식으로 표시되는 Ni 사이트-형 리튬 니켈 산화물, Li의 일부가 알칼리 토금속 이온으로 치환되는  $\text{LiMn}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_2$ (여기서, M=Co, Ni, Fe, Cr, Zn 또는 Ta이고, x=0.01 내지 0.1임),  $\text{Li}_2\text{Mn}_3\text{MO}_8$ (여기서, M=Fe, Co, Ni, Cu 또는 Zn임),  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ 의 화학식으로 표시되는 리튬 망간 복합 산화물, 이황화 화합물,  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ , 화학식 2:  $\text{Li}_{1+a}\text{Fe}_{1-x}\text{M}'_x(\text{PO}_{4-b})_X\text{O}_b$ (여기서 M'은 Al, Mg, Ni, Co, Mn, Ti, Ga, Cu, V, Nb, Zr, Ce, In, Zn으로부터 선택된 적어도 하나이고, Y, X는 F, S 및 N으로부터 선택된 적어도 하나이며,  $-0.5 \leq a \leq +0.5$ ,  $0 \leq x \leq 0.5$ , 및  $0 \leq b \leq 0.1$ 임)의 올리빈 결정 구조체를 갖는 리튬 금속 인산염,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Mn})\text{PO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Co})\text{PO}_4$ ,  $\text{Li}(\text{Fe}, \text{Ni})\text{PO}_4$ ,  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiNiO}_2$ ,  $\text{LiMnO}_2$ ,  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_2$ ,  $\text{LiCo}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ ,  $\text{LiNi}_{1-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$ ( $0 \leq y \leq 1$ ),  $\text{Li}(\text{Ni}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c)\text{O}_4$ ( $0 < a < 2$ ,  $0 < b < 2$ ,  $0 < c < 2$ , 및  $a+b+c=2$ 임),  $\text{LiMn}_{2-z}\text{Ni}_z\text{O}_4$ ,  $\text{LiMn}_{2-z}\text{Co}_z\text{O}_4$ ( $0 < z < 2$ ),  $\text{LiCoPO}_4$  및  $\text{LiFePO}_4$ , 원소 황(S8), 황 계열 화합물,  $\text{Li}_2\text{S}_n$ ( $n \geq 1$ ), 유기 황 화합물, 탄소-황 폴리머( $(\text{C}_2\text{S}_x)_n$ :  $x=2.5$  내지 50,  $n \geq 2$ 임), 리튬과 지르코늄의 산화물, 리튬과 금속(코발트, 망간, 니켈 또는 이들의 조합)의 복합 산화물,  $\text{Li}_a\text{A}_{1-b}\text{M}_b\text{D}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ , 및  $0 \leq b \leq 0.5$ 임),  $\text{Li}_a\text{E}_{1-b}\text{M}_b\text{O}_2\text{-D}_c$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ , 및  $0 \leq c \leq 0.05$ 임),  $\text{LiE}_{2-b}\text{M}_b\text{O}_{4-c}\text{D}_c$ (여기서,  $0 \leq b \leq 0.5$ , 및  $0 \leq c \leq 0.05$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{D}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a \leq 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Co}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{D}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a \leq 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_a$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_{1-b-c}\text{Mn}_b\text{M}_c\text{O}_{2-a}\text{X}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.5$ ,  $0 \leq c \leq 0.05$ , 및  $0 < a < 2$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{E}_c\text{G}_d\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.9$ ,  $0 \leq c \leq 0.5$ , 및  $0.001 \leq d \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{Mn}_d\text{GeO}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$ ,  $0 \leq b \leq 0.9$ ,  $0 \leq c \leq 0.5$ ,  $0 \leq d \leq 0.5$ , 및  $0.001 \leq e \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Ni}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Co}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Mn}_b\text{O}_2$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{Li}_a\text{Mn}_2\text{G}_b\text{O}_4$ (여기서,  $0.90 \leq a \leq 1$  및  $0.001 \leq b \leq 0.1$ 임),  $\text{QO}_2$ ,  $\text{QS}_2$ ,  $\text{LiQS}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{LiV}_2\text{O}_5$ ,  $\text{LiX}'\text{O}_2$ ,  $\text{LiNiVO}_4$ ,  $\text{Li}_{(3-f)}\text{J}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ),  $\text{Li}_{(3-f)}\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ( $0 \leq f \leq 2$ ),  $\text{LiFePO}_4$ . (A는 Ni, Co, Mn 또는 이들의 조합이고; M은 Al, Ni, Co, Mn, Cr, Fe, Mg, Sr, V, 희토류 원소 또는 이들의 조합이고; D는 O, F, S, P 또는 이들의 조합이고; E는 Co, Mn 또는 이들의 조합이고; X는 F, S, P 또는 이들의 조합이고; G는 Al, Cr, Mn, Fe, Mg, La, Ce, Sr, V 또는 이들의 조합이고; Q는 Ti, Mo, Mn 또는 이들의 조합이고; X'는 Cr, V, Fe, Sc, Y 또는 이들의 조합이고; J는 V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu 또는 이들의 조합임),  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiMn}_x\text{O}_{2x}$ (x=1 또는 2임),  $\text{LiNi}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_{2x}$ ( $0 < x < 1$ ),  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ ( $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $0 \leq y \leq 0.5$ ),  $\text{FePO}_4$ , 리튬 화합물, 리튬 코발트 산화물, 리튬 니켈 산화물, 리튬 니켈 코발트 산화물, 리튬 니켈 코발트 알루미늄 산화물, 리튬 니켈 코발트 망간 산화물, 리튬 망간 산화물, 리튬 철 인산염, 황화니켈, 황화구리, 황, 철 산화물, 바나듐 산화물, 나트륨 함유 물질, 화학식  $\text{NaM}^1\text{O}_2$ (여기서, M<sup>1</sup>은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임)의 산화물,  $\text{NaFeO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{NaNiO}_2$ ,  $\text{NaCoO}_2$ , 화학식  $\text{NaMn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_2$ 로 표시되는 산화물(여기서, M<sup>1</sup>은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임),  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{0.44}\text{Mn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_2$ 로 표시되는 산화물(여기서, M<sup>1</sup>은 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임),  $\text{Na}_{0.7}\text{Mn}_{1-a}\text{M}^1_a\text{O}_{2.05}$ 로 표시되는 산화물(여기서, M<sup>1</sup>은 적어도 하나의 전

이 금속 원소이고,  $0 \leq a < 1$ 임);  $\text{Na}_b\text{M}_c^2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ (여기서,  $\text{M}^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq b \leq 6$ , 및  $2 \leq c \leq 5$ 임),  $\text{Na}_6\text{Fe}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ ,  $\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{Si}_{12}\text{O}$ (여기서,  $\text{M}^2$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq b \leq 6$ , 및  $2 \leq c \leq 5$ 임)로 표시된 산화물,  $\text{Na}_d\text{M}_e^3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (여기서,  $\text{M}^3$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $3 \leq d \leq 6$ , 및  $1 \leq e \leq 2$ 임),  $\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ,  $\text{Na}_2\text{MnFeSi}_6\text{O}_{18}$ (여기서,  $\text{M}^3$ 는 적어도 하나의 전이 금속 원소이고,  $3 \leq d \leq 6$ , 및  $1 \leq e \leq 2$ 임)로 표시되는 산화물,  $\text{Na}_f\text{M}_g^4\text{Si}_2\text{O}_6$ (여기서,  $\text{M}^4$ 는 전이금속 원소인 마그네슘(Mg) 및 알루미늄(Al)으로부터 선택되는 적어도 하나이고,  $1 \leq f \leq 2$  및  $1 \leq g \leq 2$ 임)로 표시되는 산화물; 인산염,  $\text{Na}_2\text{FeSiO}_6$ ,  $\text{NaFePO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ , 붕산염,  $\text{NaFeBO}_4$  또는  $\text{Na}_3\text{Fe}_2(\text{BO}_4)_3$ , 불화물,  $\text{Na}_h\text{M}_i^5\text{F}_6$ (여기서,  $\text{M}^5$ 는 하나 이상의 전이 금속 원소이고,  $2 \leq h \leq 3$ 임),  $\text{Na}_3\text{FeF}_6$ ,  $\text{Na}_2\text{MnF}_6$ , 불소인산염,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ ,  $\text{NaMnO}_2$ ,  $\text{Na}[\text{Ni}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_4\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{F}_3$  및/또는  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_2\text{FO}_2$ , 뿐만 아니라 임의의 복합 산화물 및/또는 전술한 것의 다른 조합 중 적어도 하나를 포함하는 캐소드 활물질을 포함한다.

- [1002] 실시예 720. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 활물질은 전이 금속 산화물, 전이 금속 황화물, 전이 금속 질화물, 전이 금속 인산염 및 전이 금속 질화물 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1003] 실시예 721. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 활물질은 리튬과, 코발트 및 니켈 중 적어도 하나를 함유하는 전이 금속 산화물을 포함한다.
- [1004] 실시예 722. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 구리, 니켈, 알루미늄, 스테인리스 강, 티타늄, 팔라듐, 소성 탄소, 하소 탄소, 인듐, 철, 마그네슘, 코발트, 게르마늄, 리튬과, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 구리 또는 스테인리스 강 물질, 알루미늄-카드뮴 합금 및/또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 애노드 집전체를 포함한다.
- [1005] 실시예 723. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 구조체의 집단의 멤버는 구리, 니켈, 스테인리스 강 및 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 애노드 집전체를 포함한다.
- [1006] 실시예 724. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 상대 전극 구조체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 니켈, 티타늄, 은으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질, 또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함하는 캐소드 집전체를 포함한다.
- [1007] 실시예 725. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 집전체는 스테인리스 강, 알루미늄, 니켈, 티타늄, 소성 탄소, 소결 탄소와, 탄소, 은으로 표면 처리된 알루미늄 또는 스테인리스 강 물질, 또는 이들의 합금 중 적어도 하나를 포함한다.
- [1008] 실시예 726. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 캐소드 집전체는 알루미늄을 포함한다.
- [1009] 실시예 727. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제약 시스템의 제1 및 제2 연결 부재는 스테인리스 강, 티타늄 또는 유리 섬유 복합재 중 어느 하나를 포함한다.
- [1010] 실시예 728. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제약 시스템의 제1 및 제2 연결 부재는 스테인리스 강을 포함한다.
- [1011] 실시예 729. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 제약 시스템의 제1 및 제2 연결 부재는 내부 및 외부 표면 상의 절연 물질의 코팅을 포함한다.
- [1012] 실시예 730. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 5개의 전극 구조체 및 적어도 5개의 상대 전극 구조체를 포함한다.
- [1013] 실시예 731. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극



조립체는 적어도 10개의 전극 구조체 및 적어도 10개의 상대 전극 구조체를 포함한다.

[1014] 실시예 732. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 50개의 전극 구조체 및 적어도 50개의 상대 전극 구조체를 포함한다.

[1015] 실시예 733. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 100개의 전극 구조체 및 적어도 100개의 상대 전극 구조체를 포함한다.

[1016] 실시예 734. 임의의 이전 실시예에 따른 전극 조립체, 밀봉형 이차 전지 셀, 배터리 팩 또는 방법으로서, 전극 조립체는 적어도 500개의 전극 구조체 및 적어도 500개의 상대 전극 구조체를 포함한다.

[1017] **참조에 의한 통합**

[1018] 아래 나열된 항목을 포함하여 본원에 언급된 모든 공보 및 특허는 마치 각 개별 공보 또는 특허가 구체적이고 개별적으로 참조로서 통합된 것처럼 모든 목적을 위해 그 전문이 참조로 통합된다. 상충되는 경우, 본원의 모든 정의를 포함한 본 출원이 우선시된다.

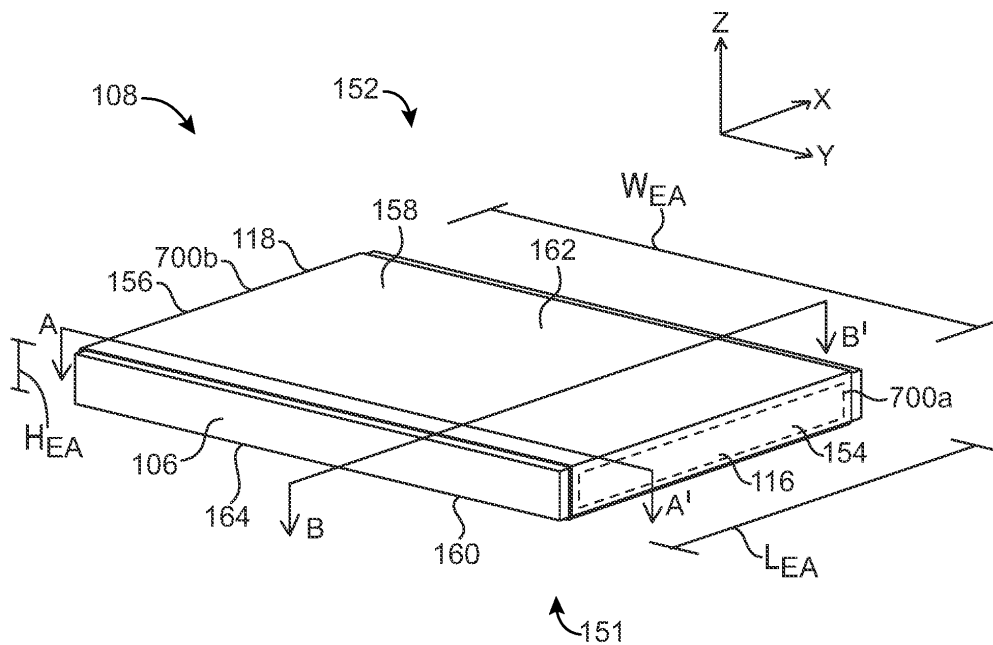
[1019] **등가물**

[1020] 특정 실시예들이 논의되었지만, 상기 명세서는 설명을 위한 것이며, 제한적인 것은 아니다. 본 명세서를 검토하면 당업자에게 많은 변형이 명백해질 것이다. 실시예의 전체 범위는 등가물의 전체 범위와 함께 청구범위 및 이러한 변형과 함께 명세서를 참조하여 결정되어야 한다.

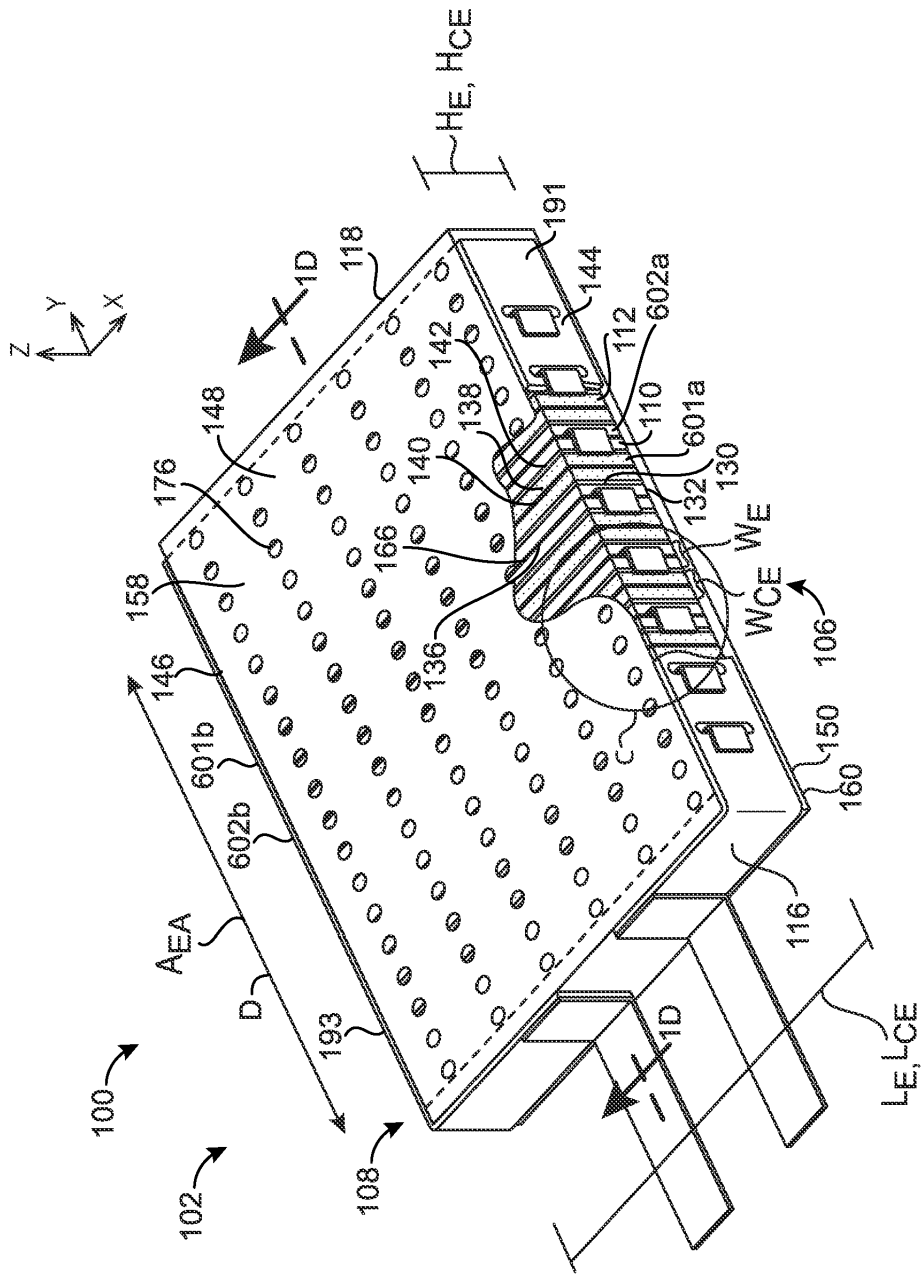
[1021] 달리 명시하지 않는 한, 명세서 및 청구범위에 사용된 성분의 양, 반응 조건 등을 나타내는 모든 숫자는 모든 경우에 "약"이라는 용어로 수정되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 달리 명시되지 않은 한, 본 명세서 및 첨부된 청구범위에 제시된 수치적 파라미터는 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.

**도면**

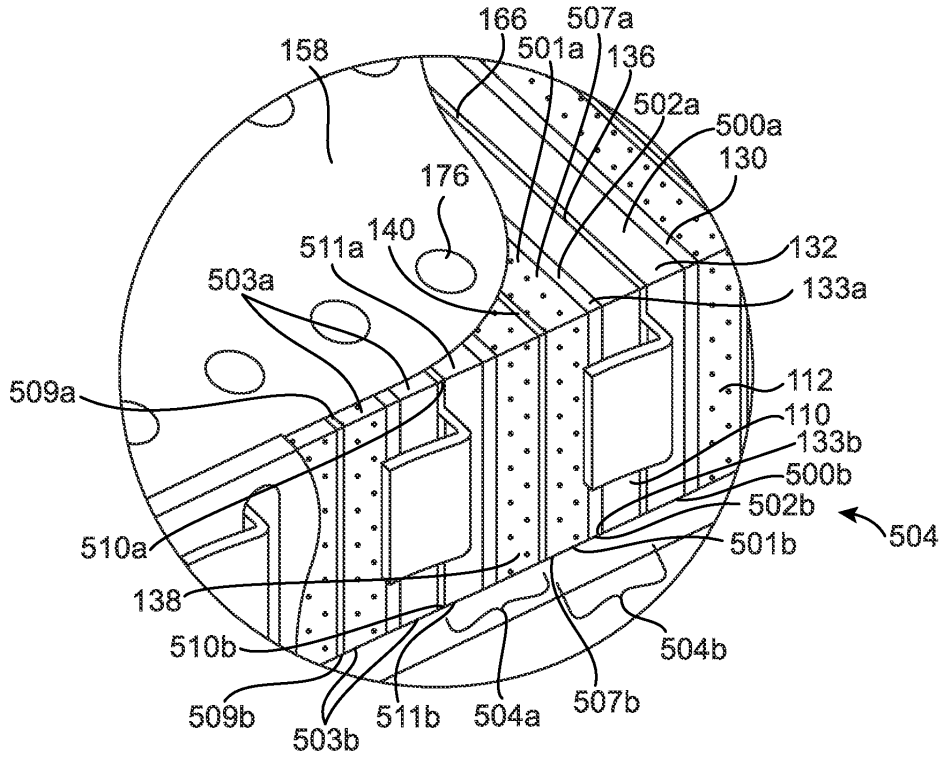
**도면1a**



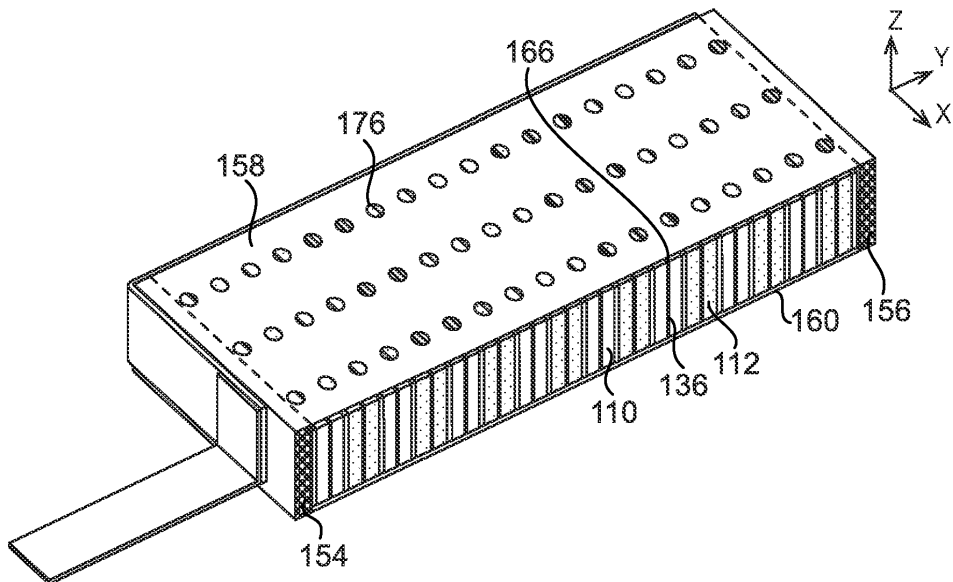
도면1b



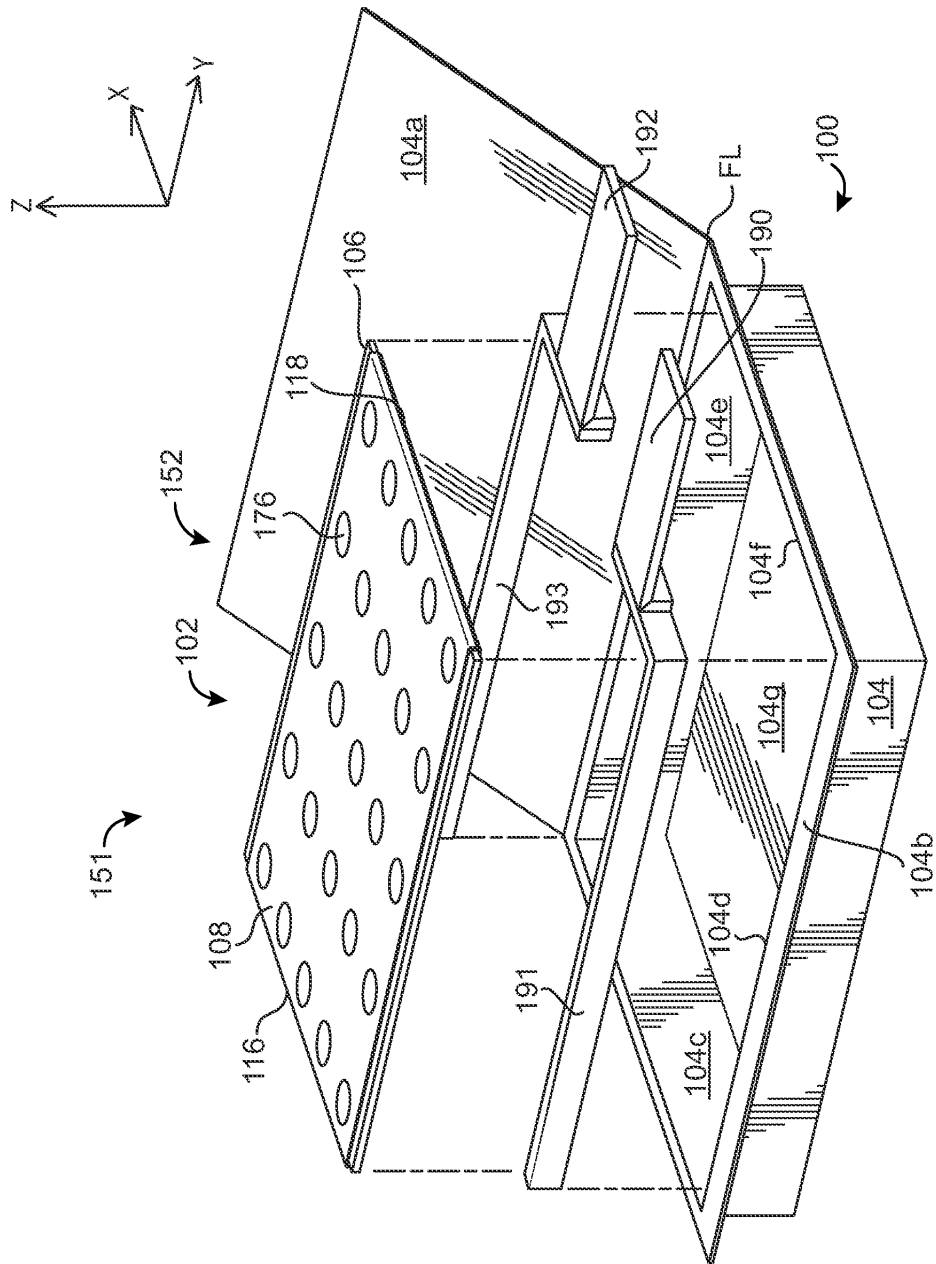
도면1c



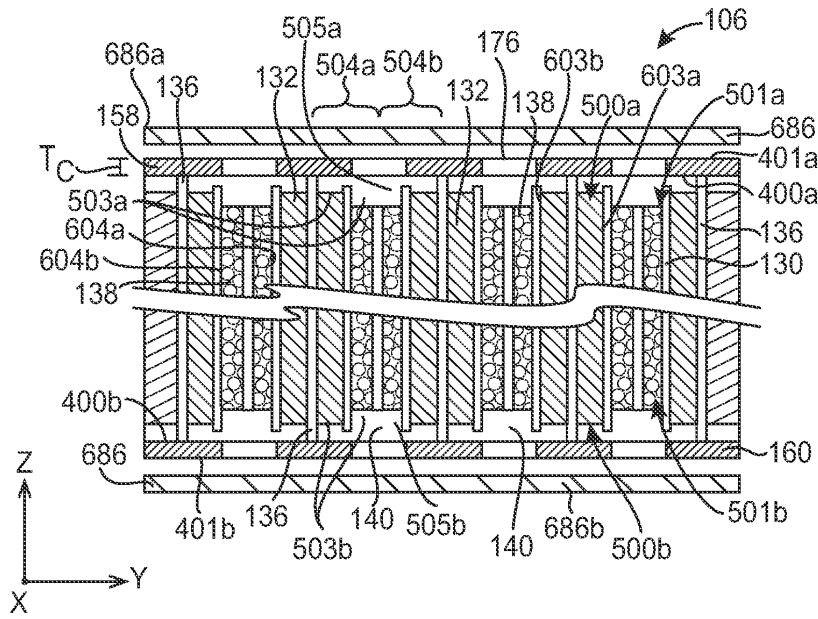
도면1d



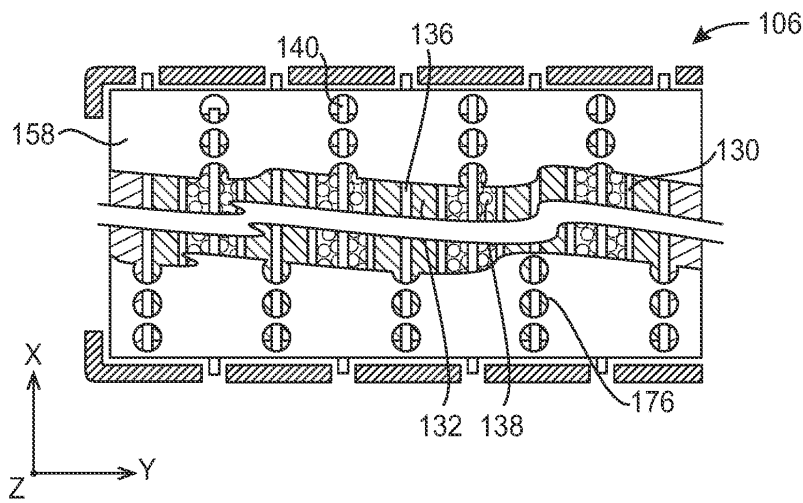
도면2



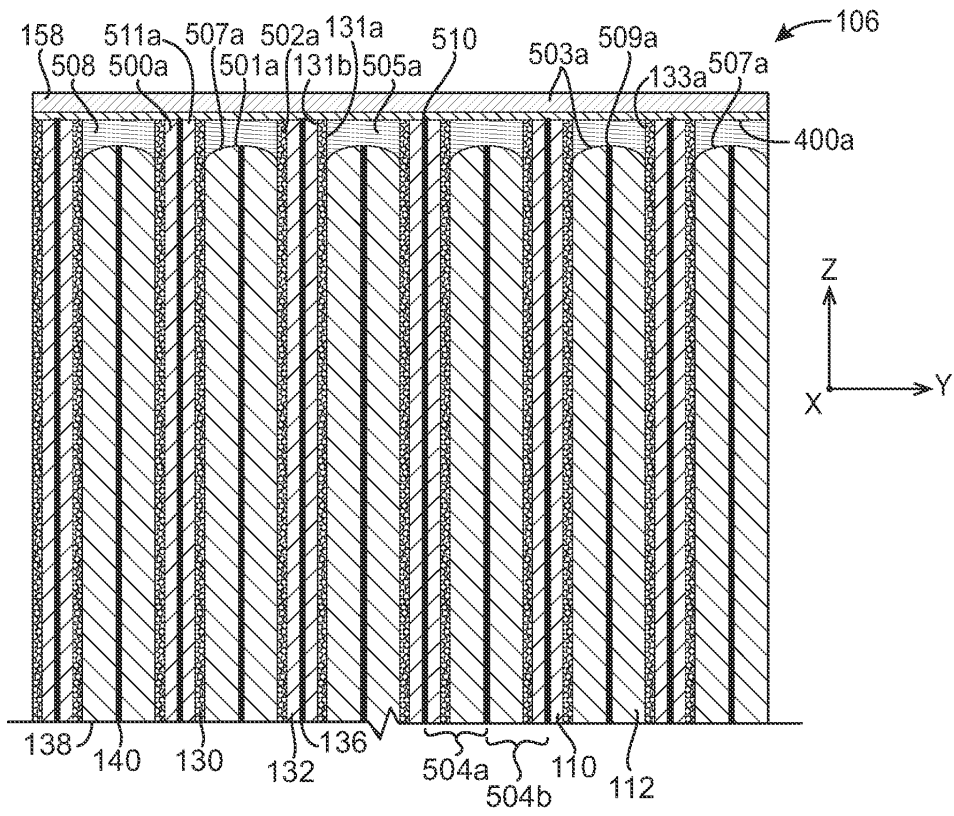
도면3a



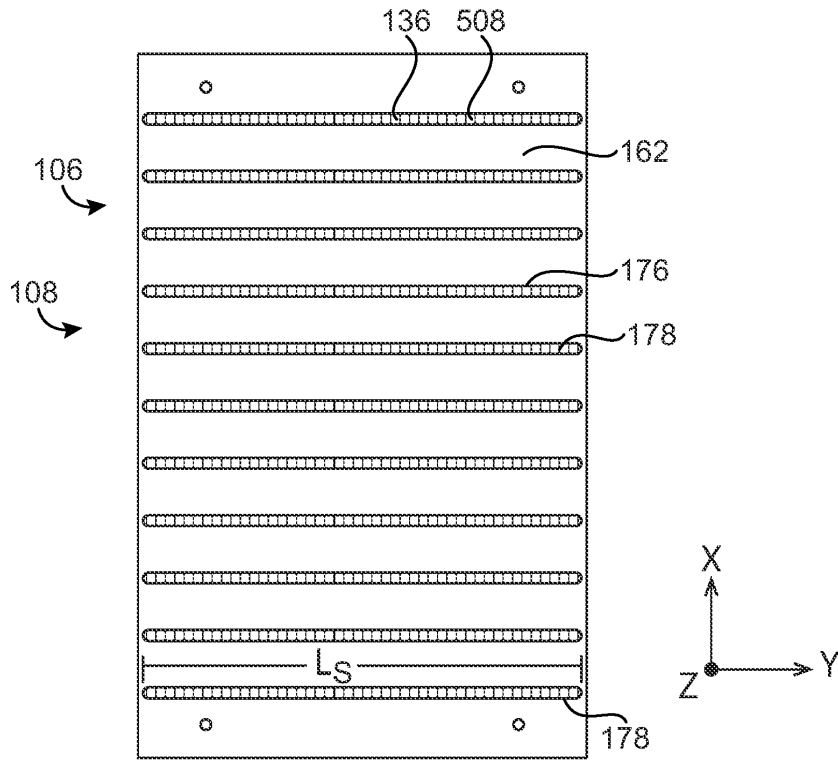
도면3b



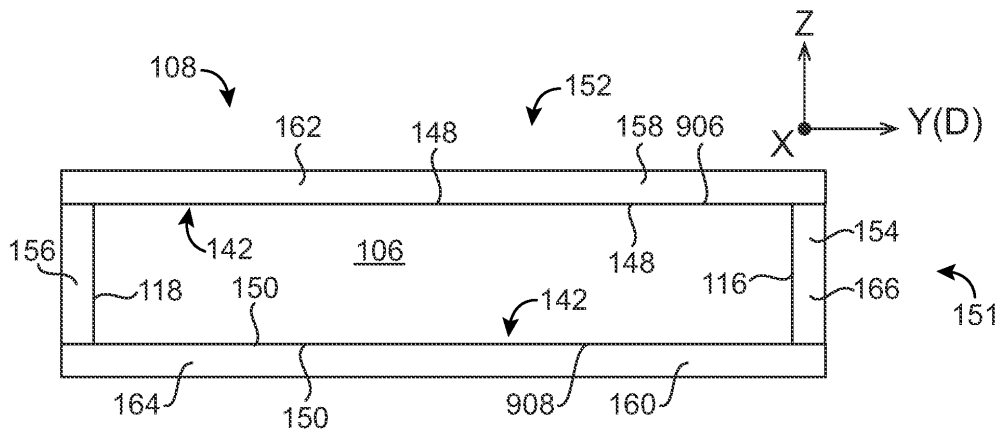
도면4



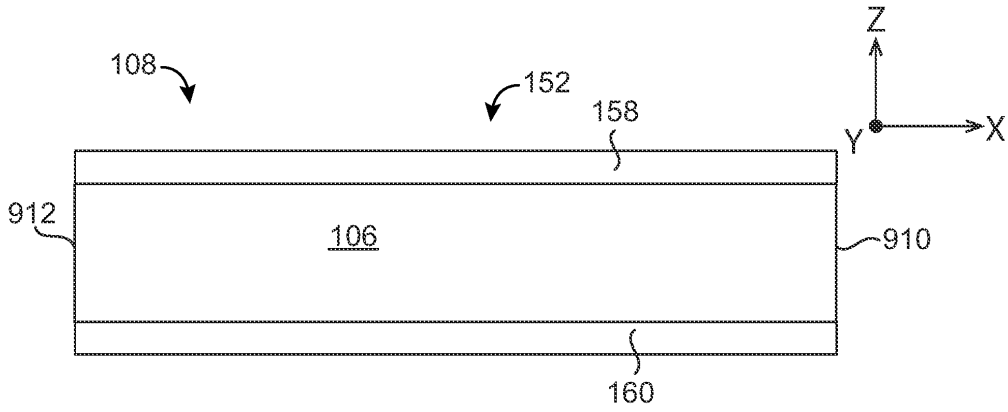
도면5



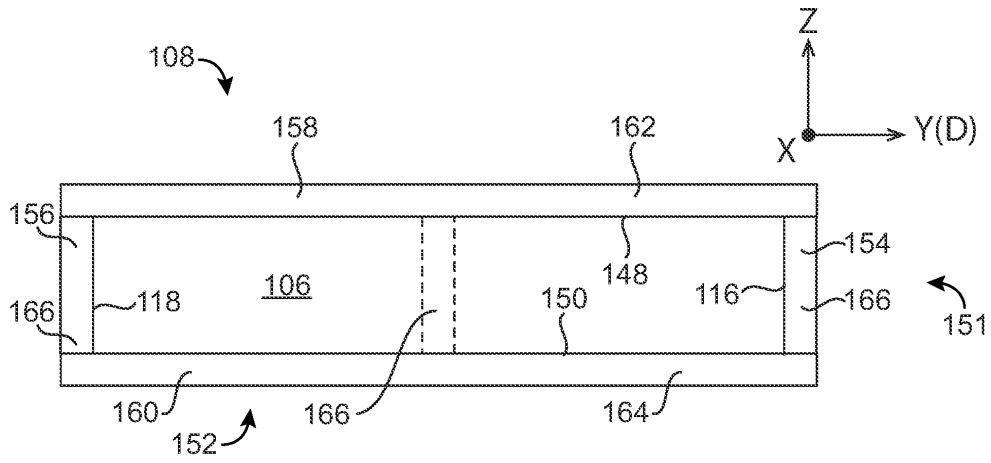
도면6a



도면6b

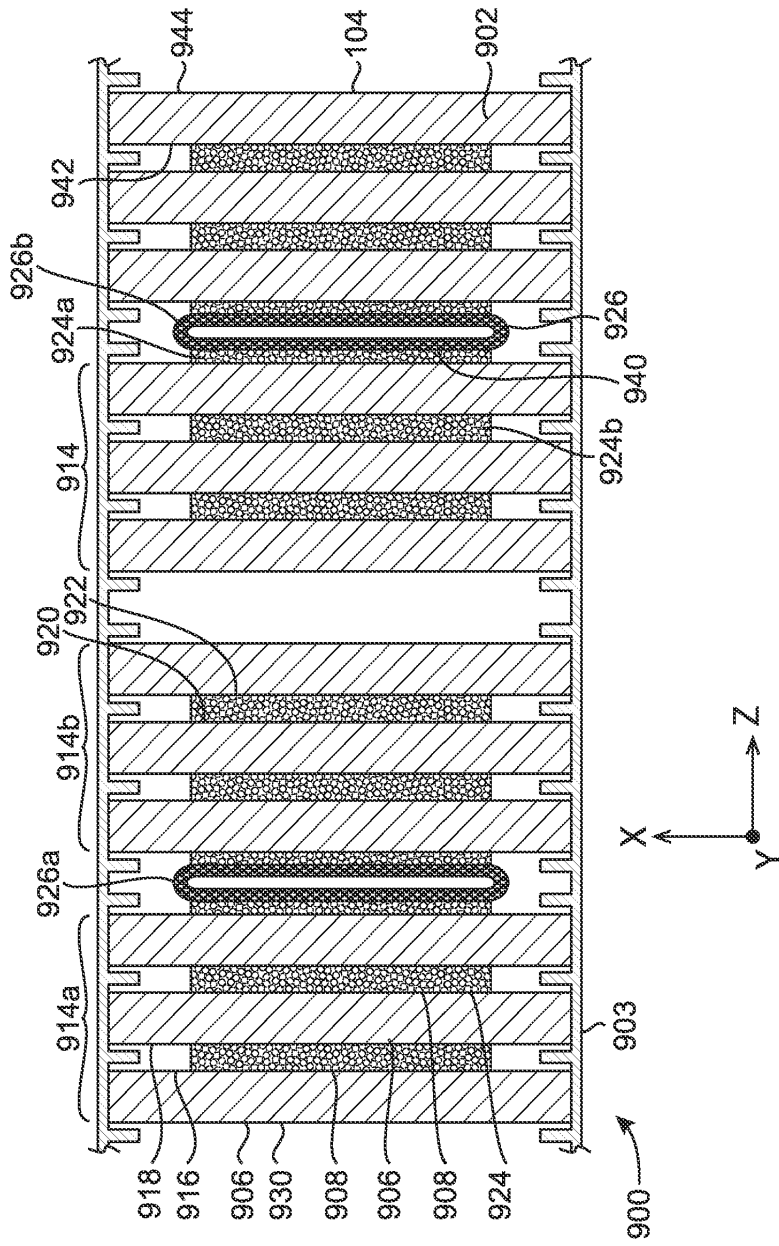


도면6c

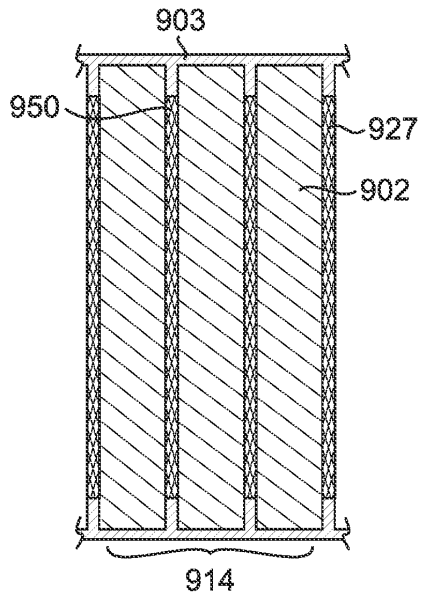




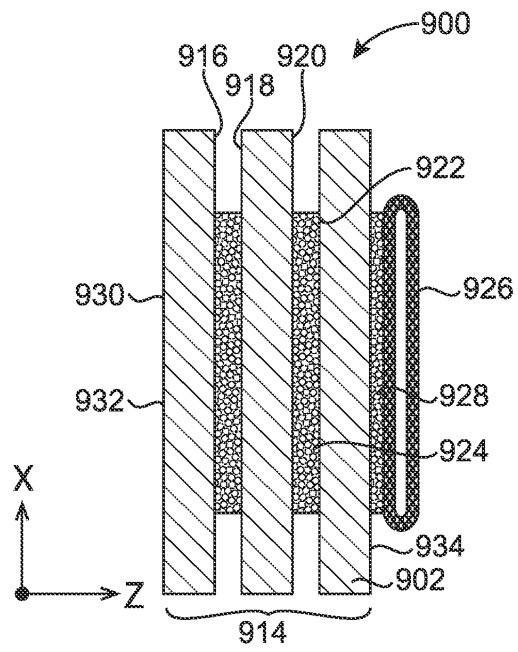
도면7a



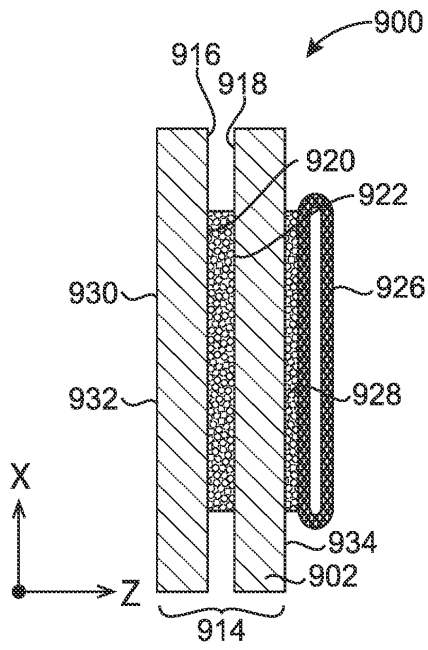
도면7b



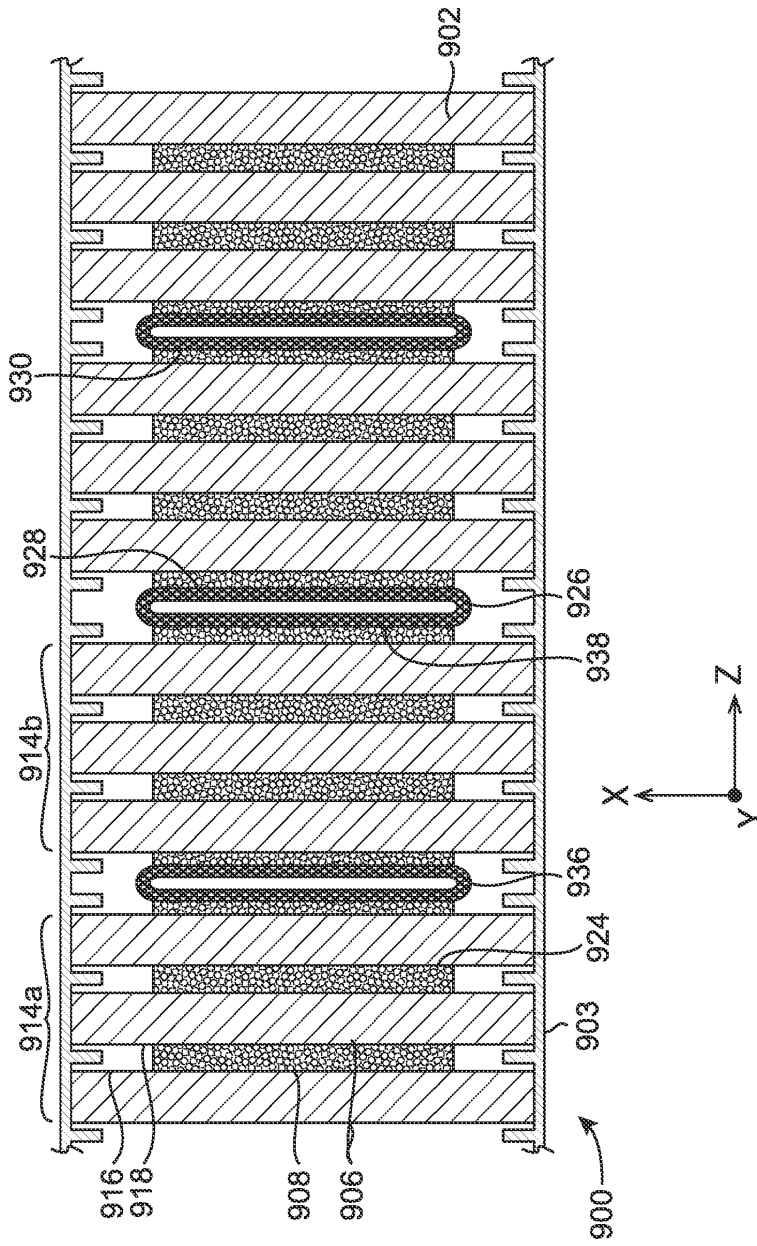
도면8a



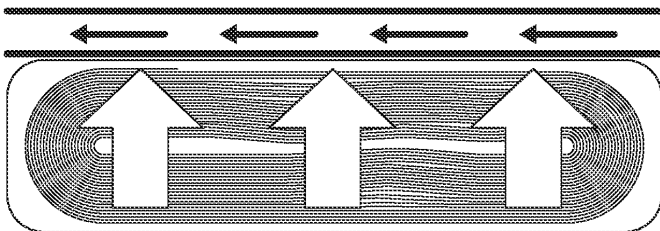
도면 8b



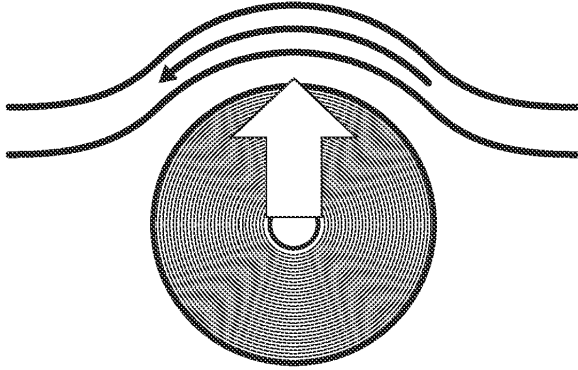
도면9



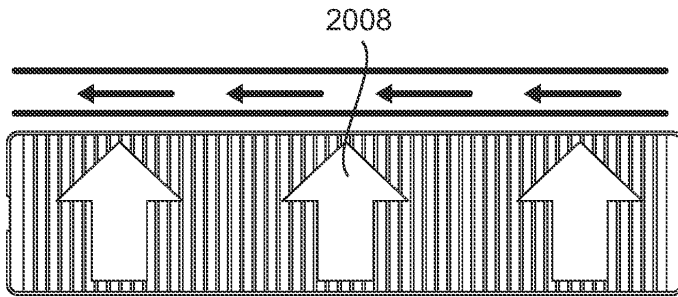
도면10



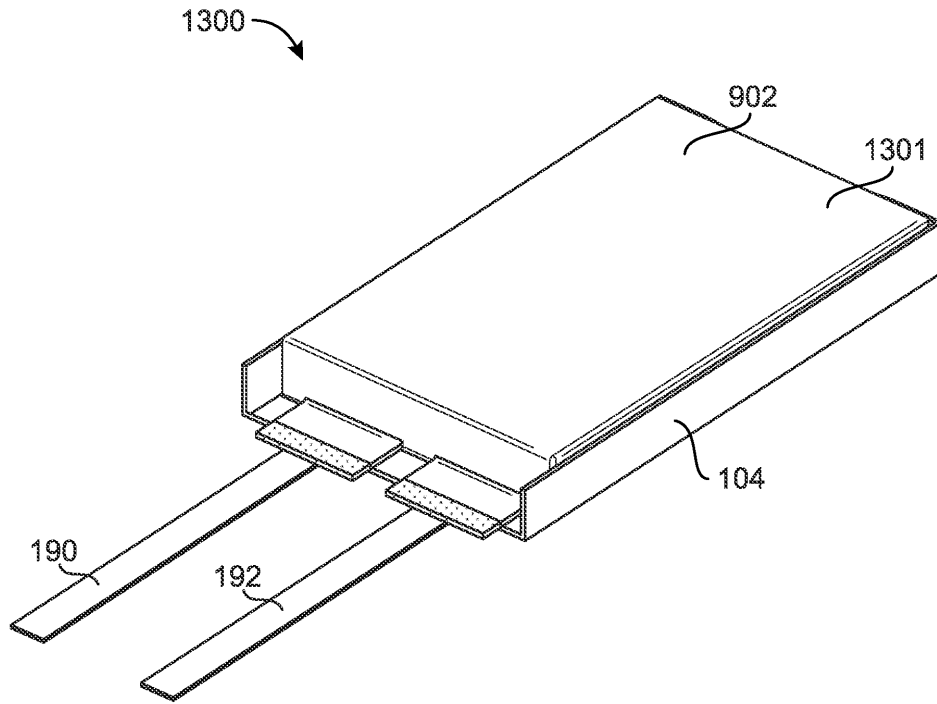
도면11



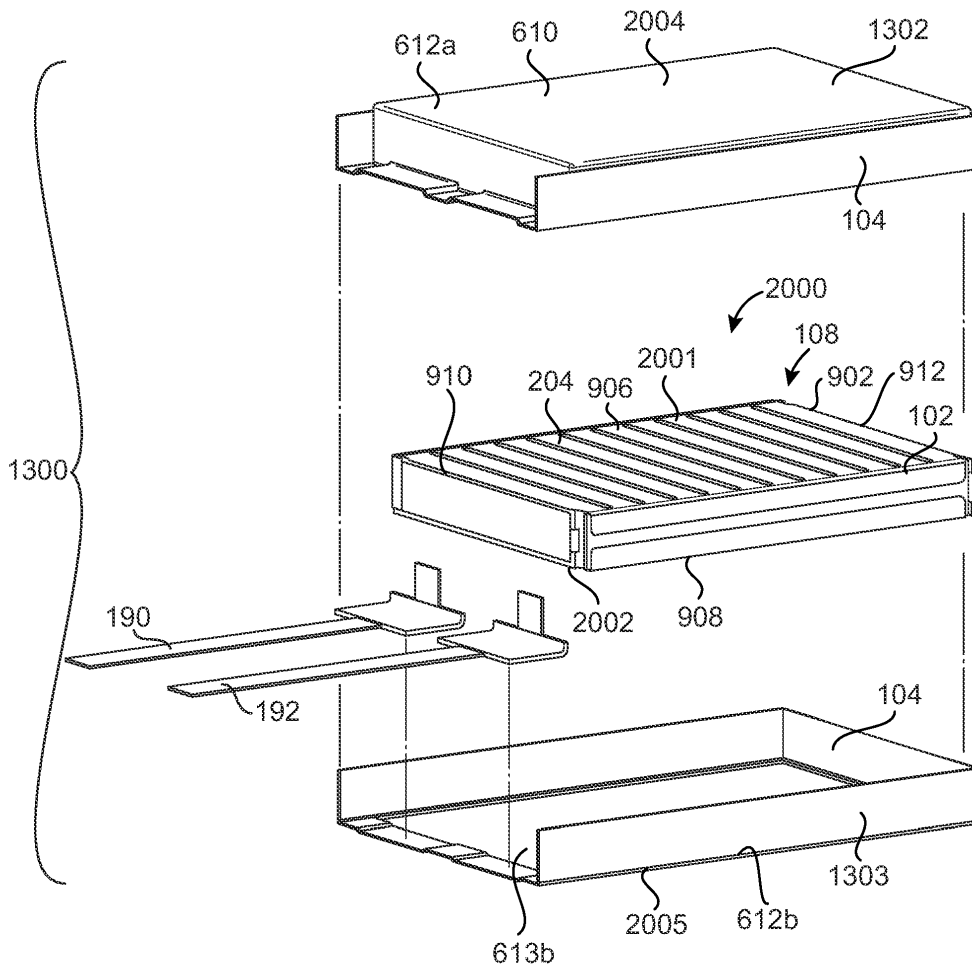
도면12



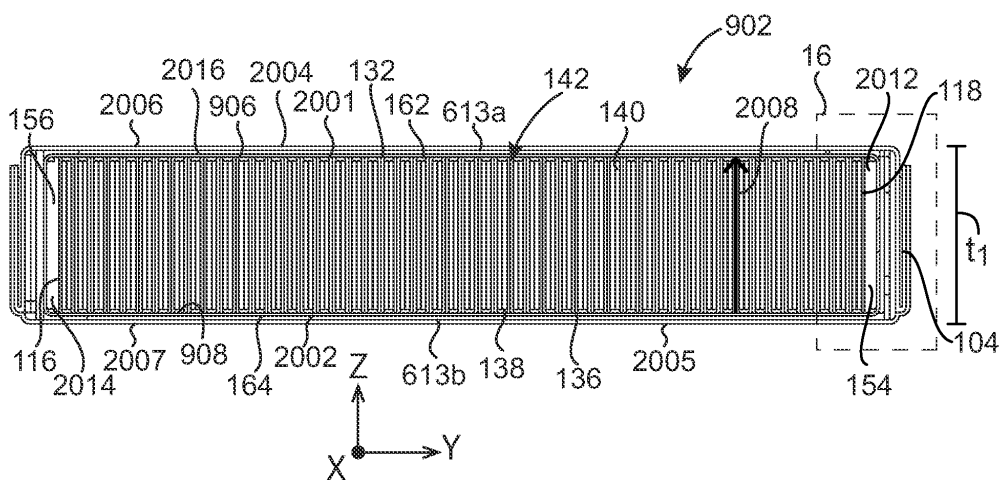
도면13



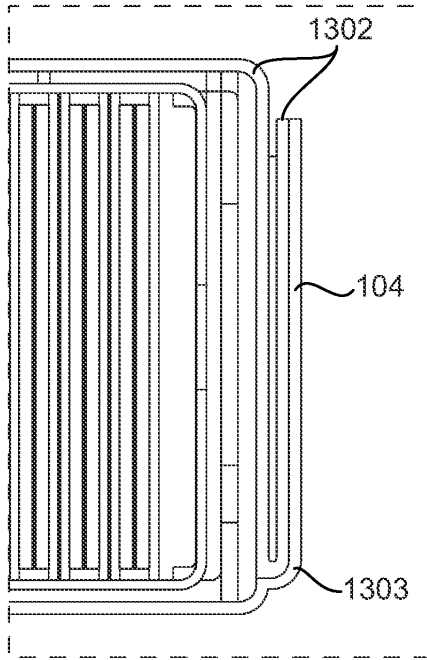
도면14



도면15

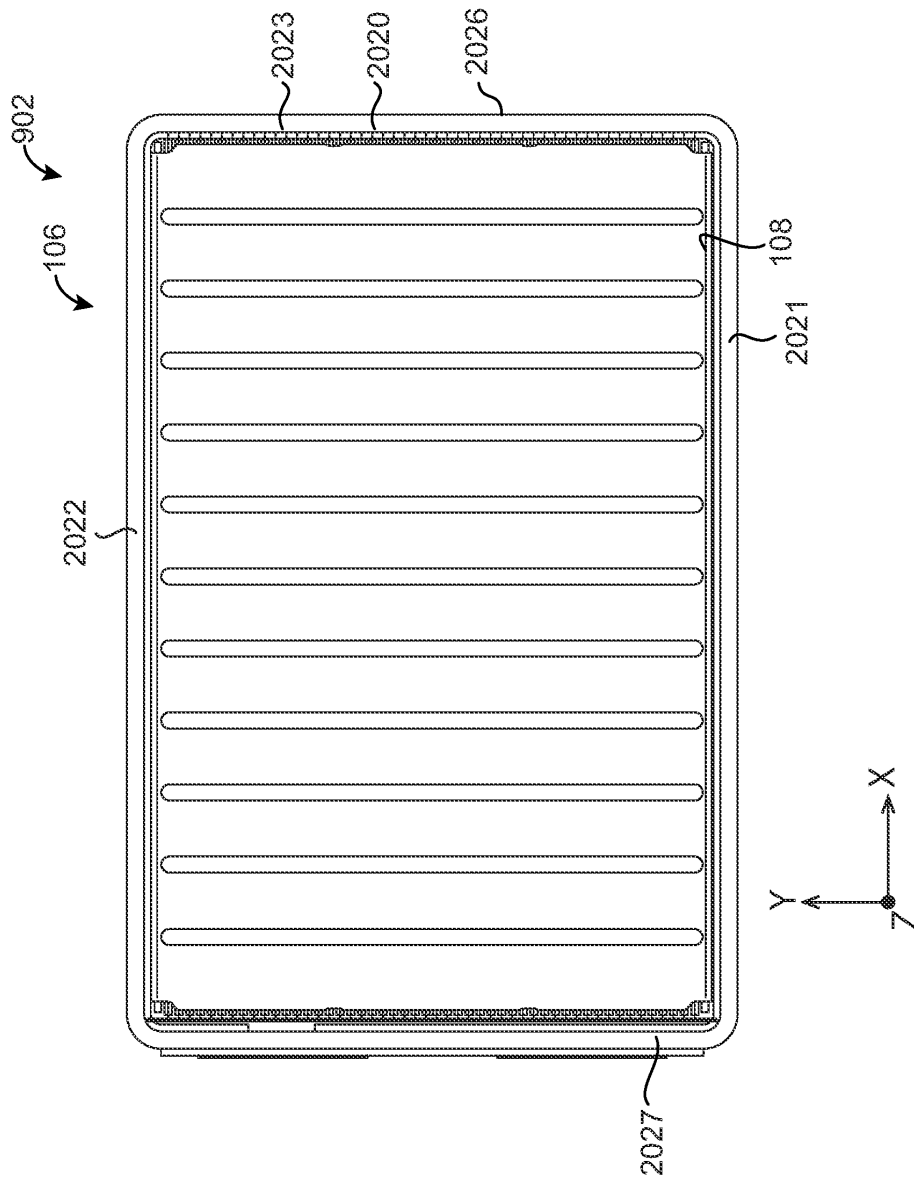


도면16

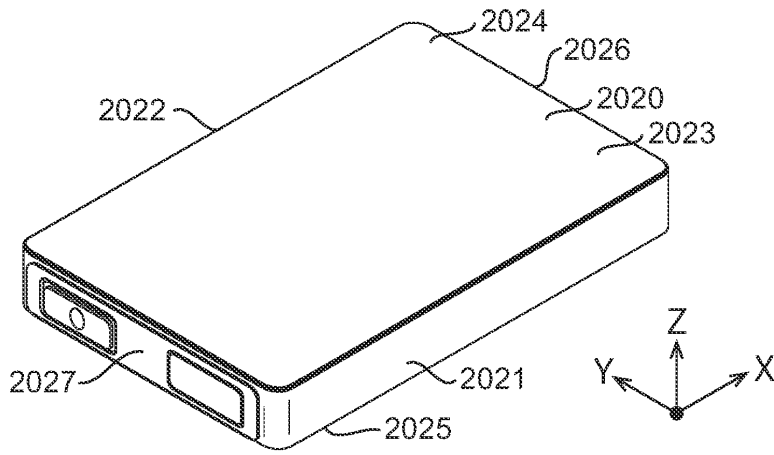




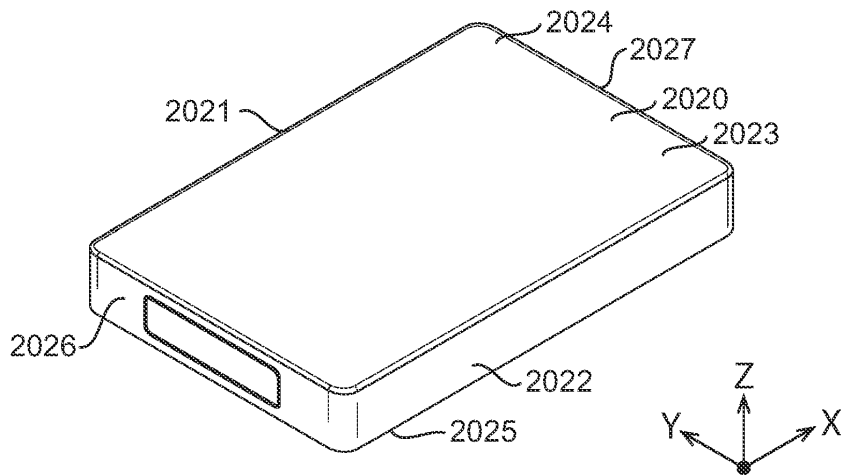
도면17



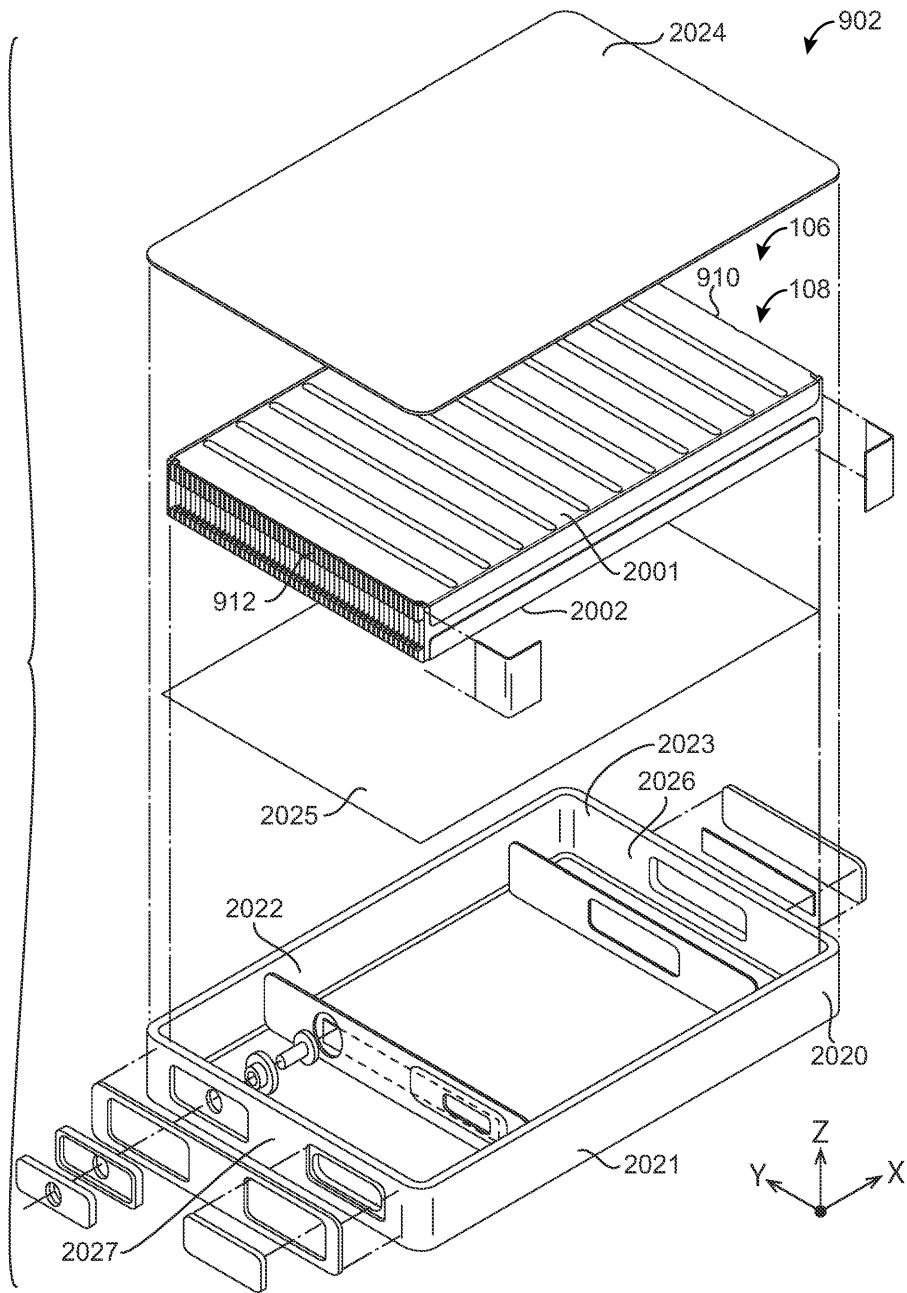
도면18



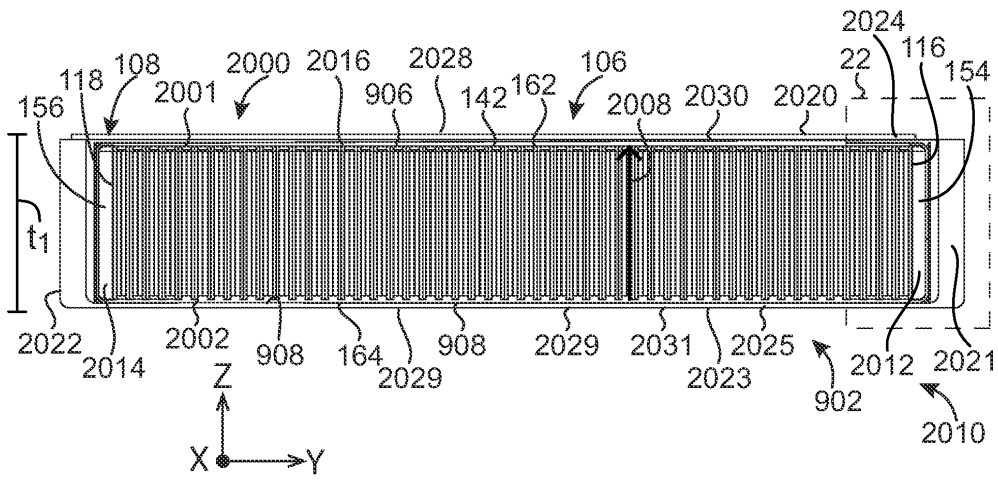
도면19



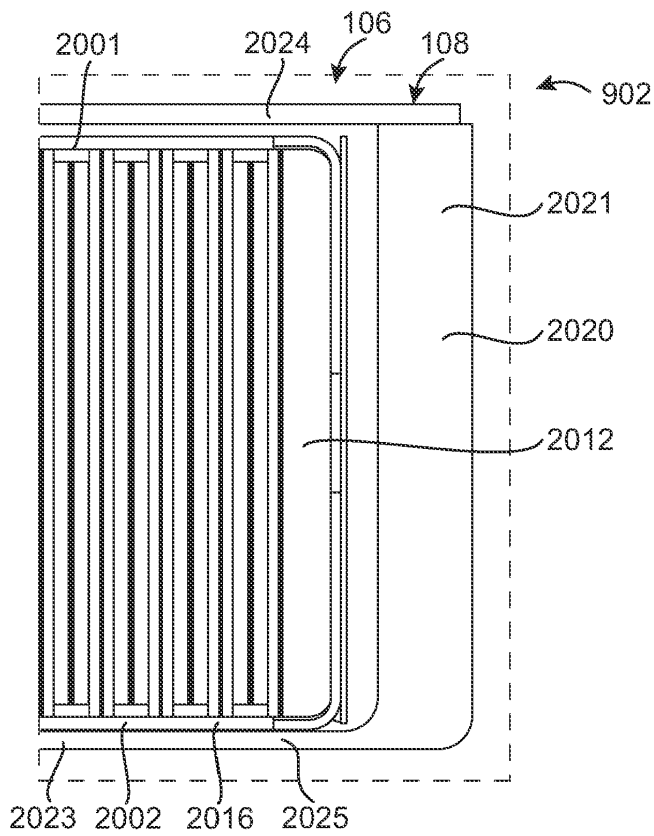
도면20



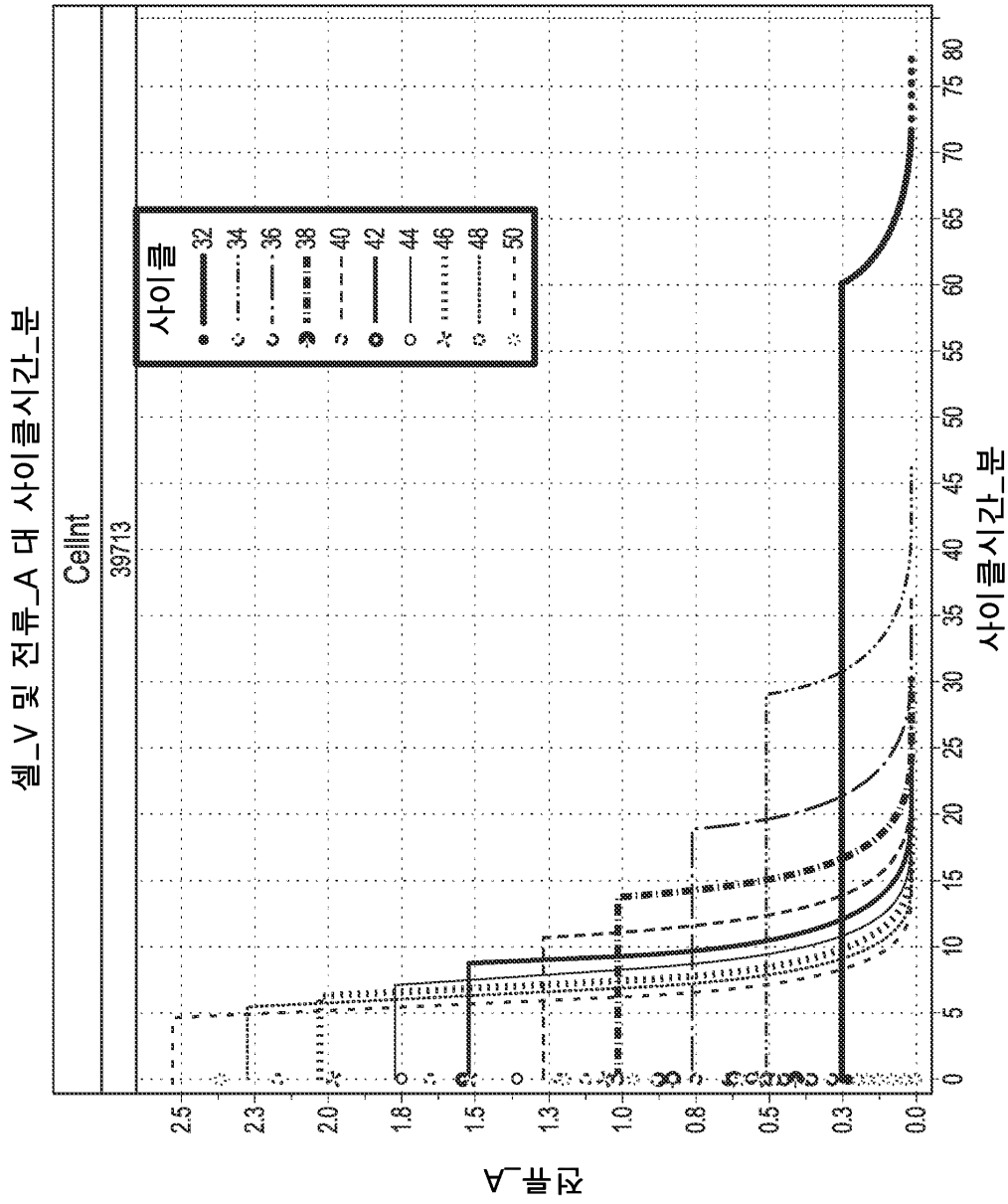
도면21



도면22

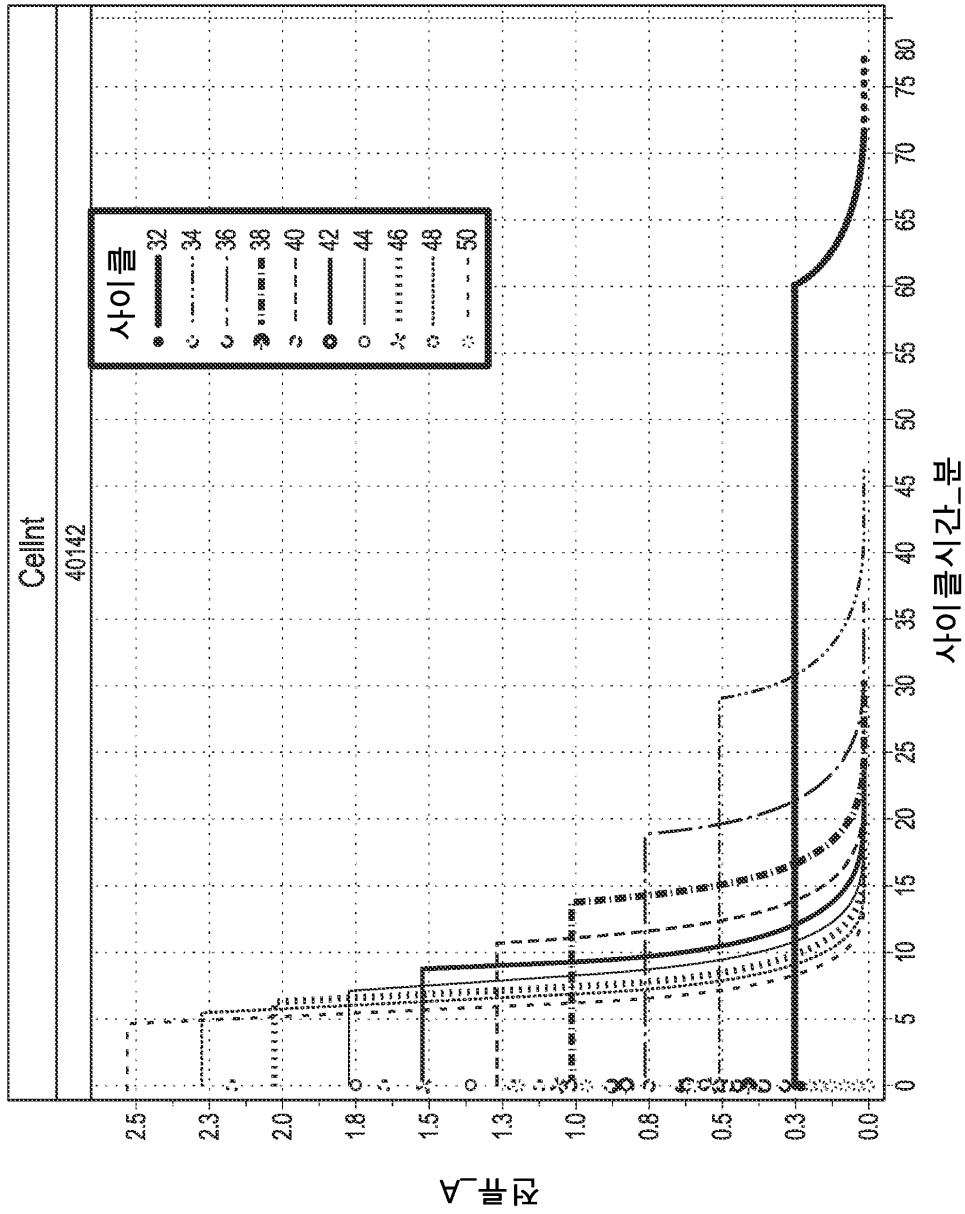


도면23a

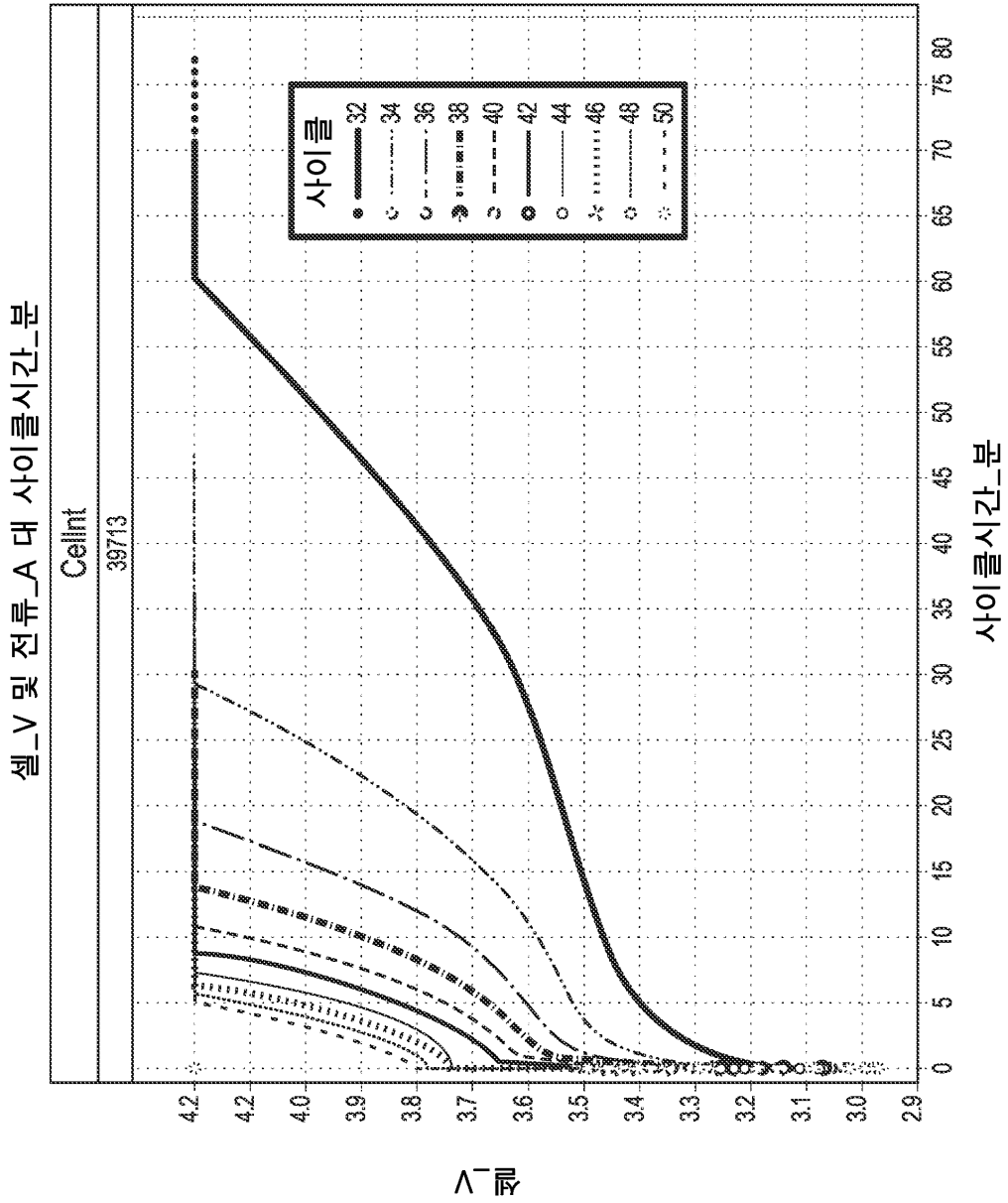


도면23b

셀\_V 및 전류\_A 대 사이클시간\_분

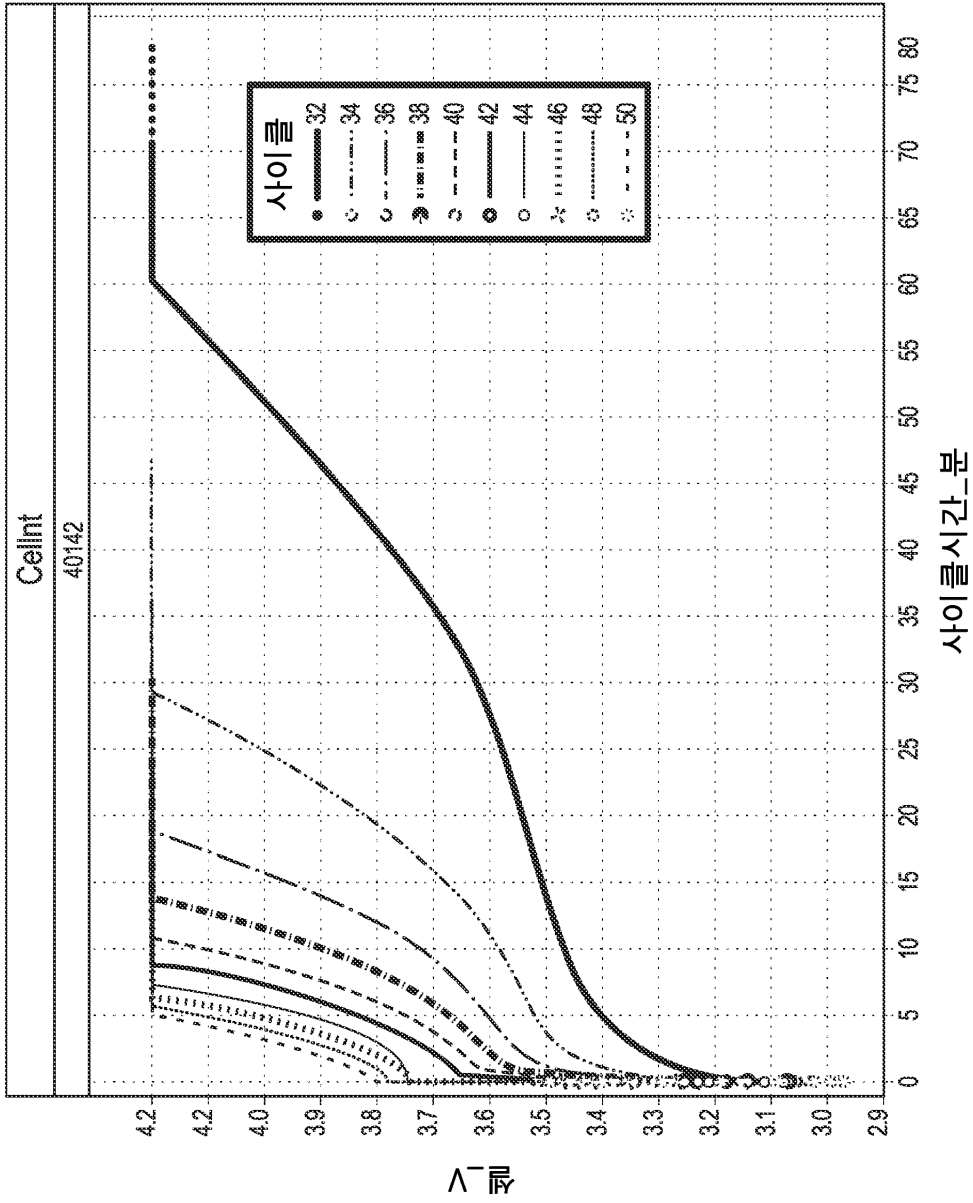


도면23c



도면23d

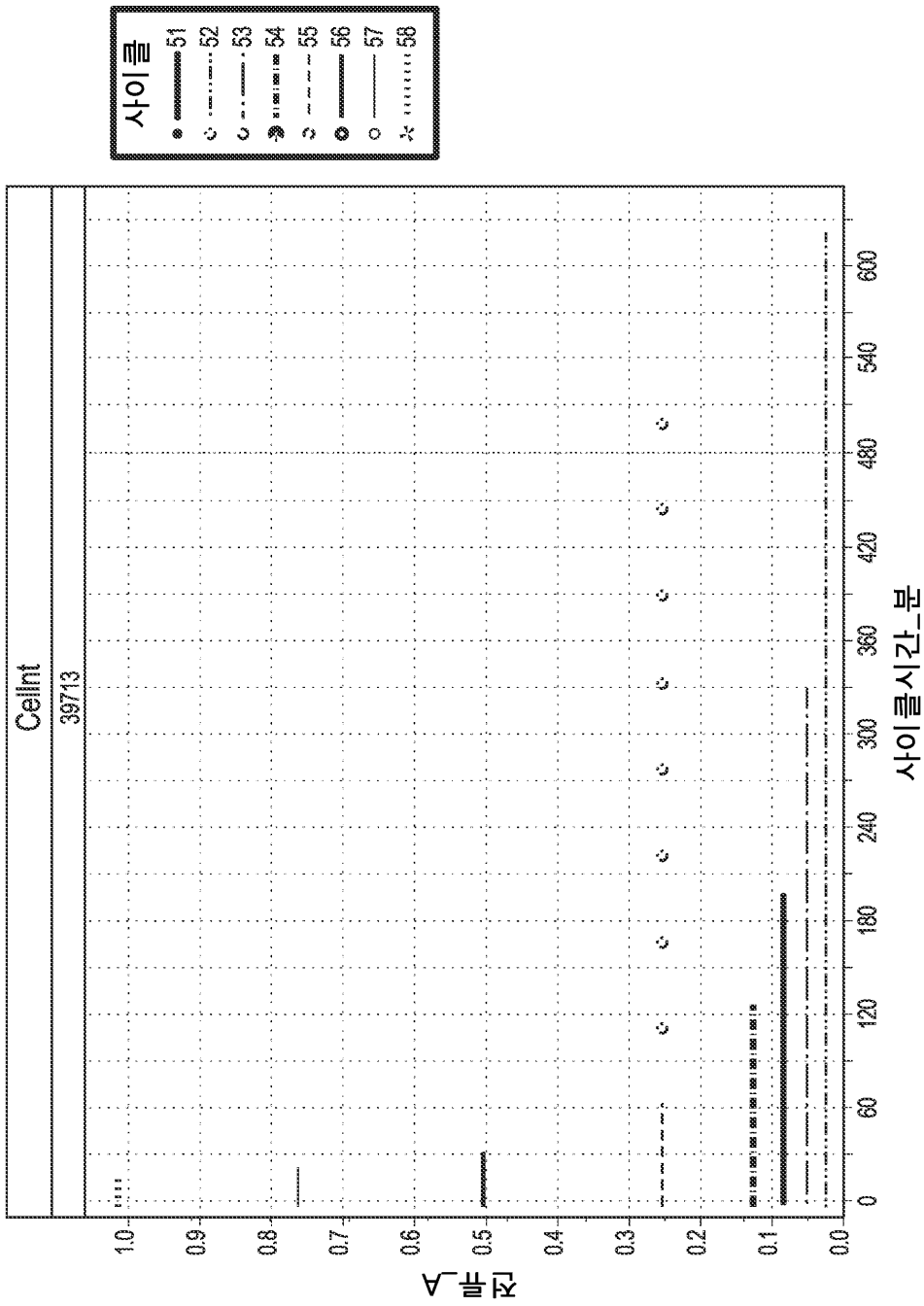
셀\_V 및 전류\_A 대 사이클시간\_분





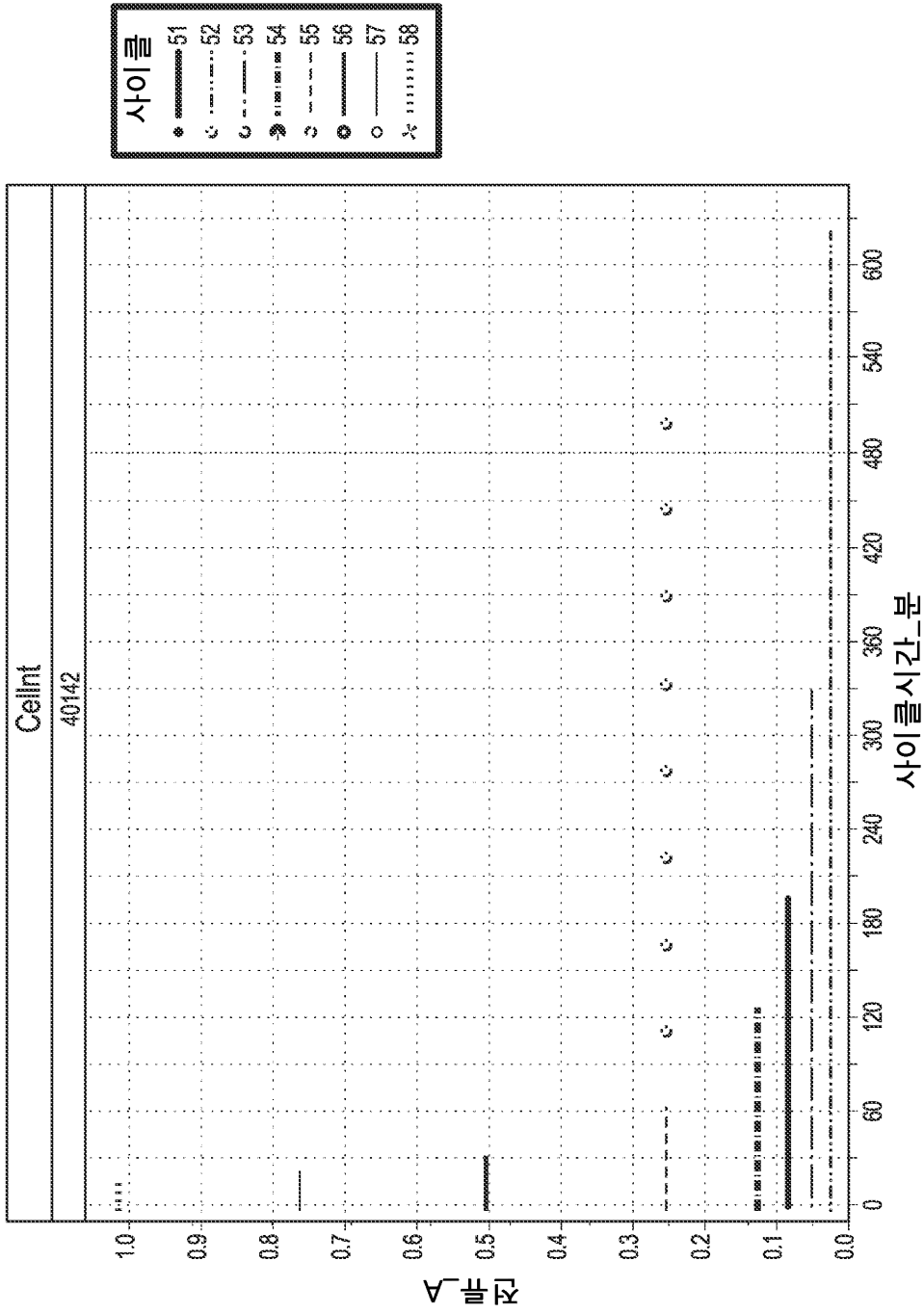
도면24a

셀\_V 및 전류\_A 대 사이클시간\_분

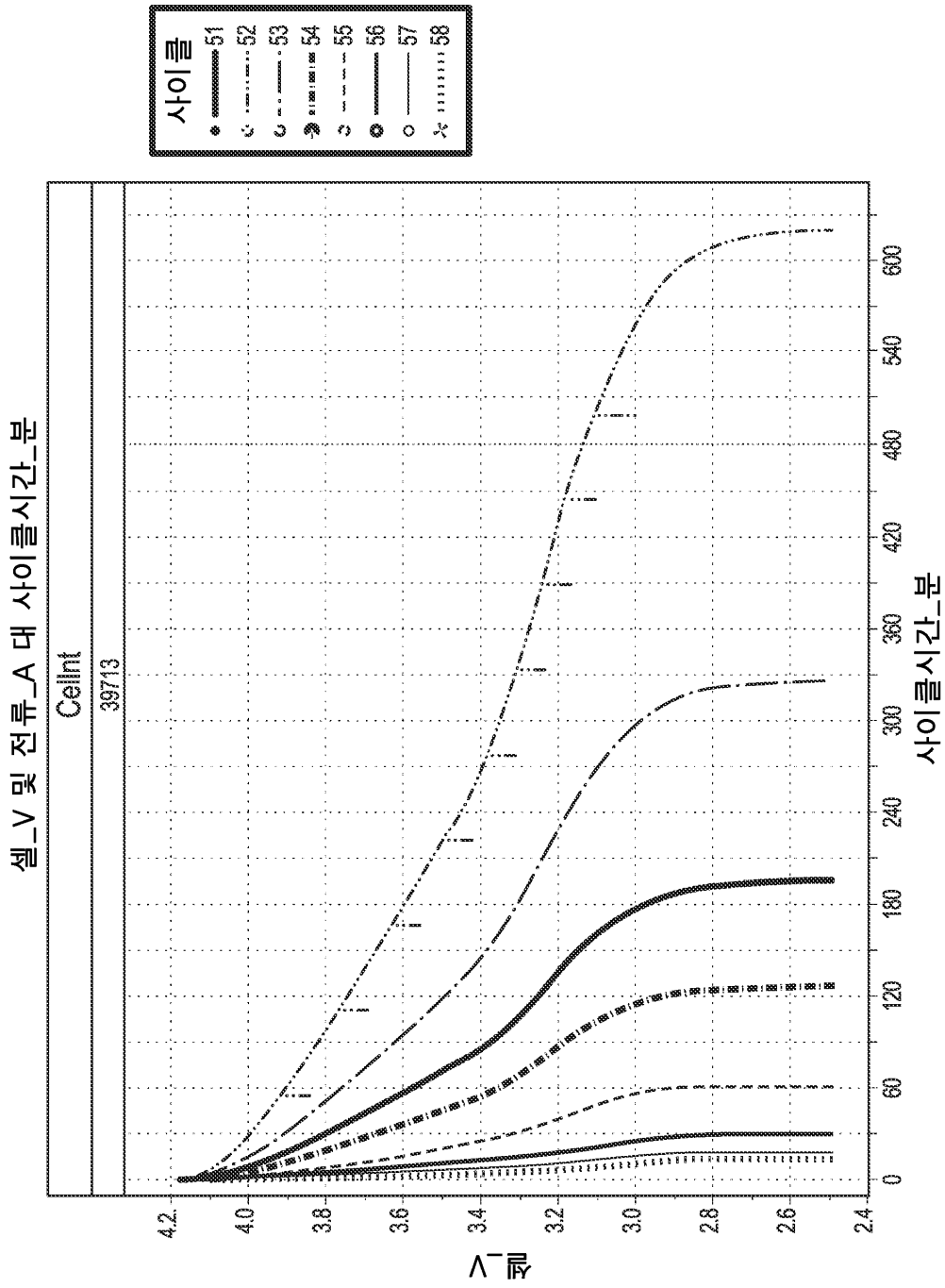


도면24b

셀\_V 및 전류\_A 대 사이클시간\_분

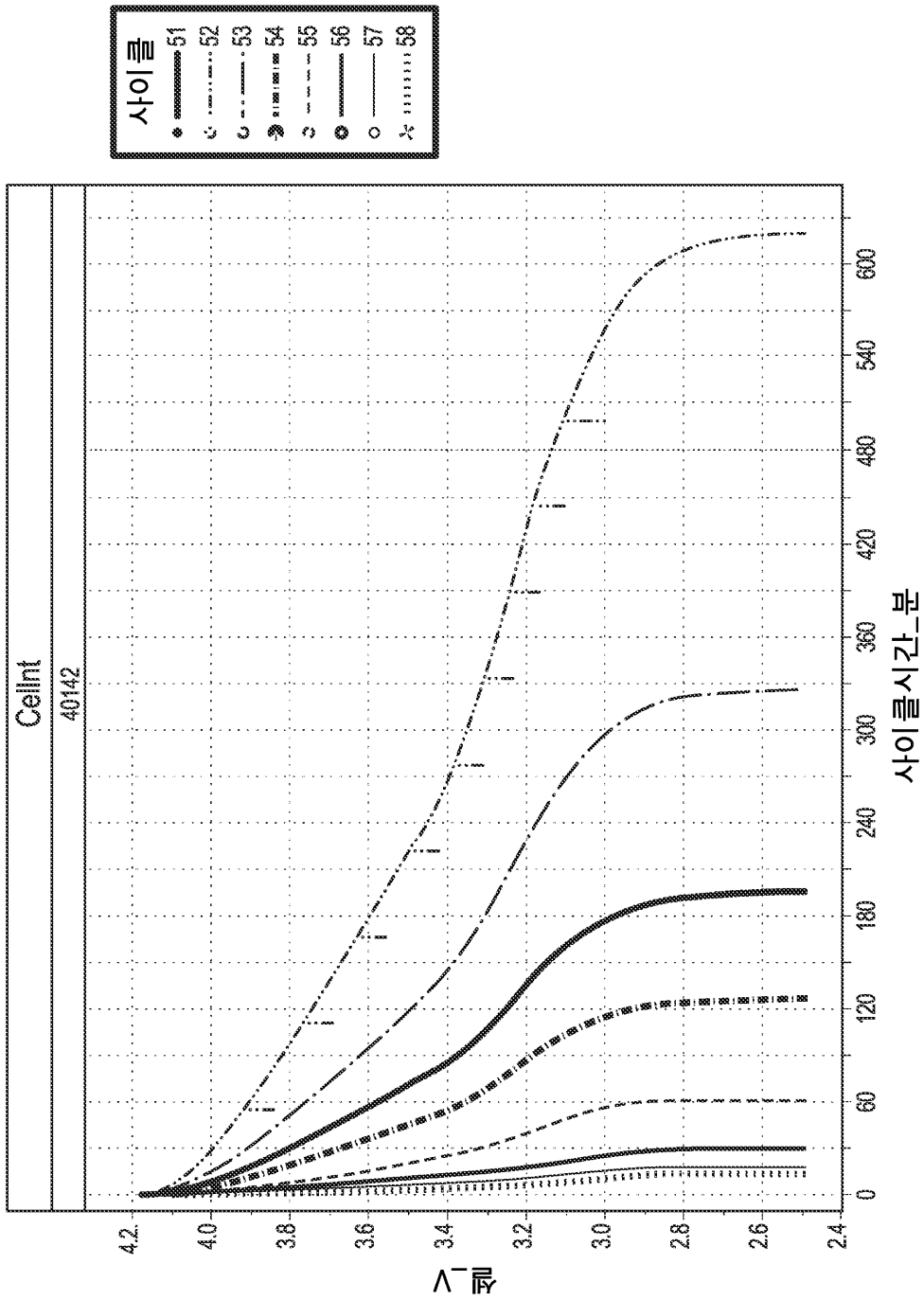


도면24c

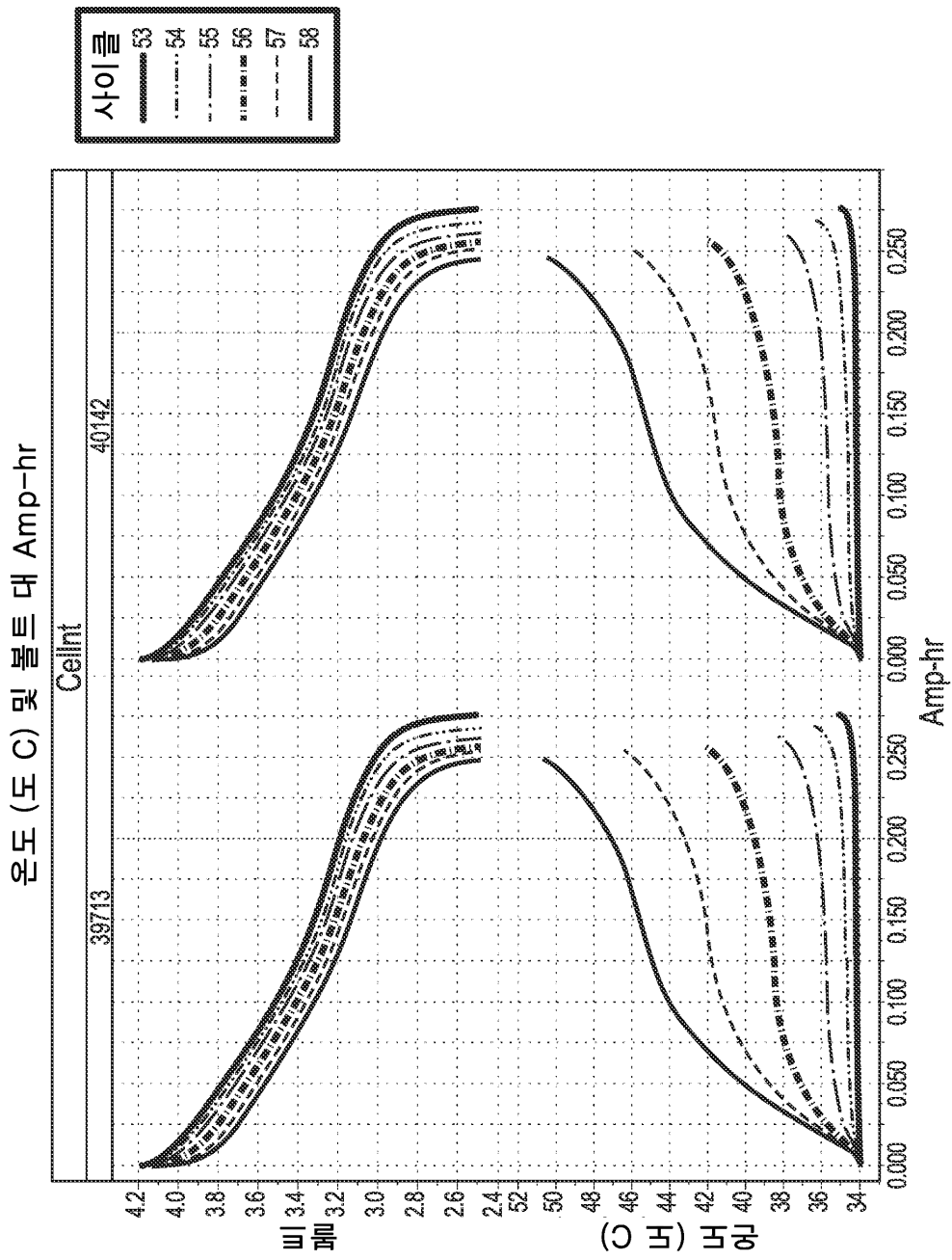


도면24d

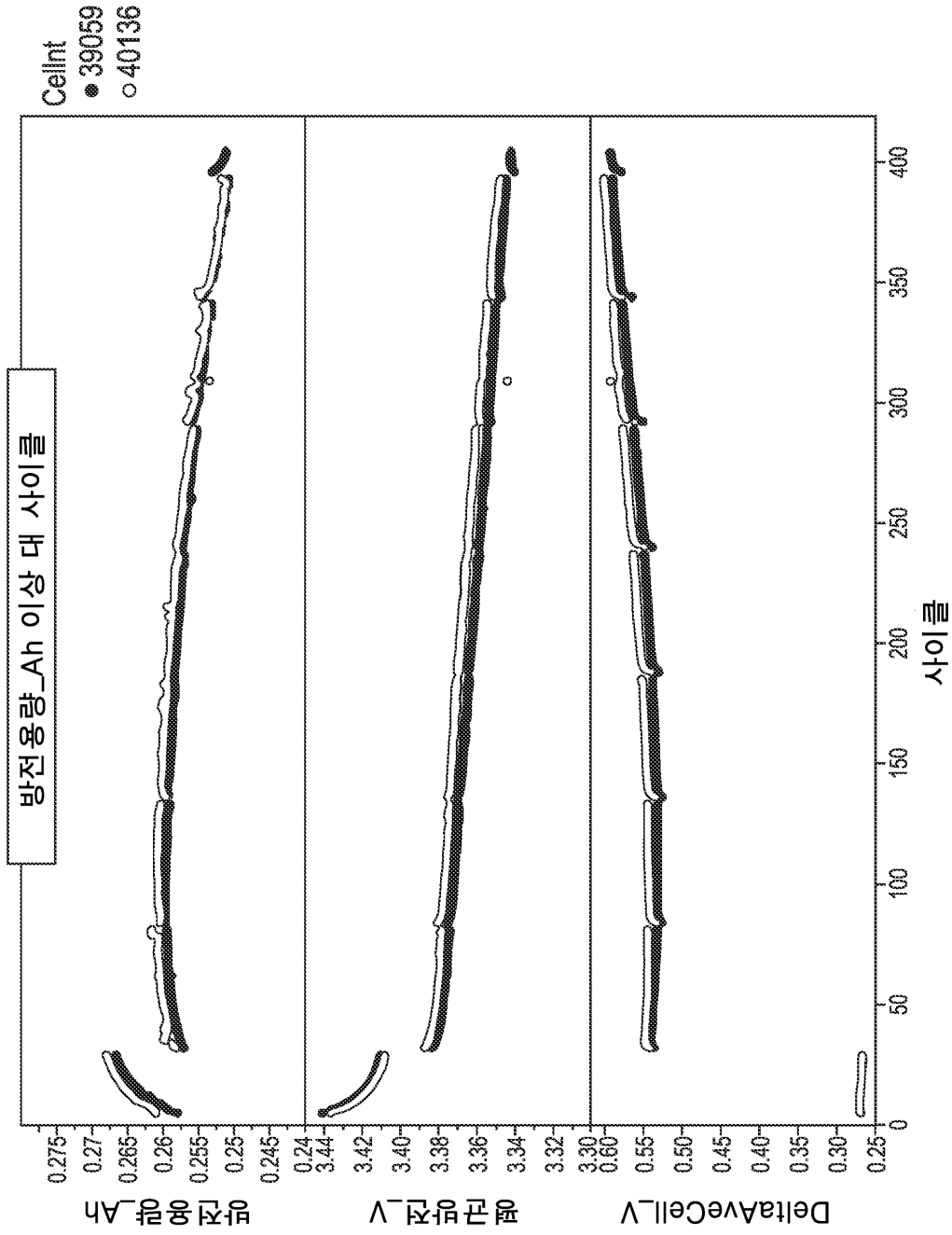
셀\_V 및 전류\_A 대 사이클시간\_분



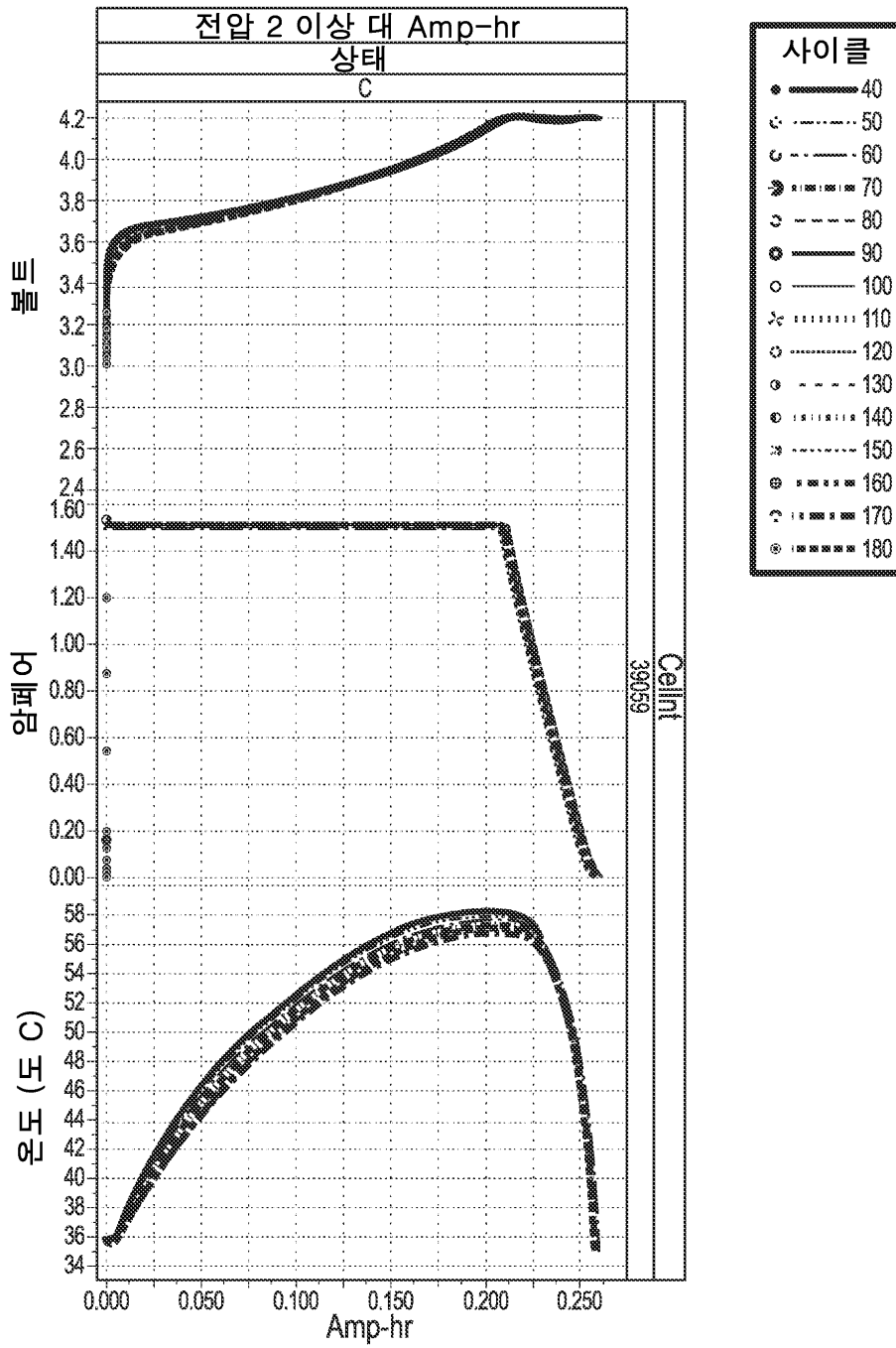
도면25



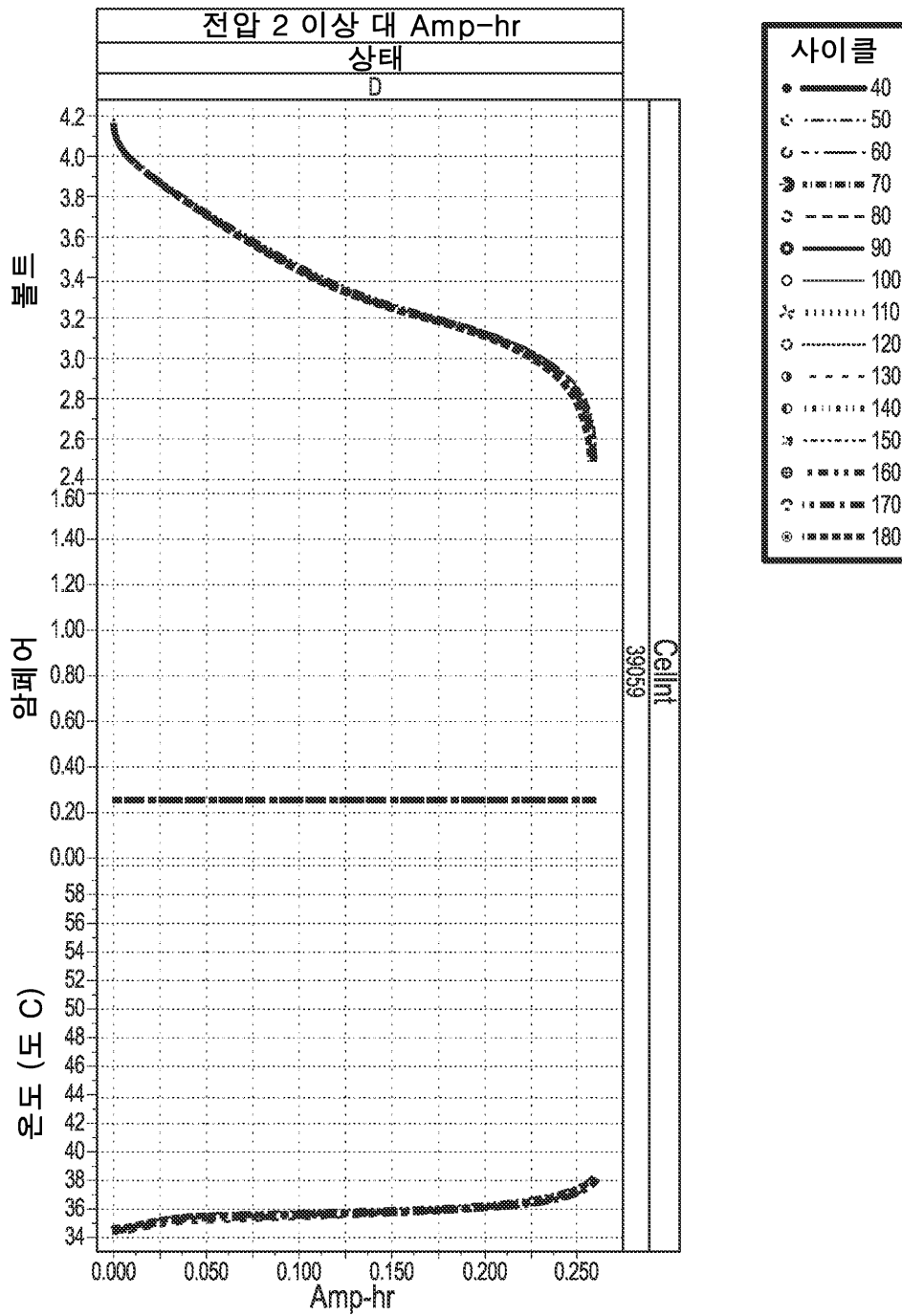
도면26



도면27a

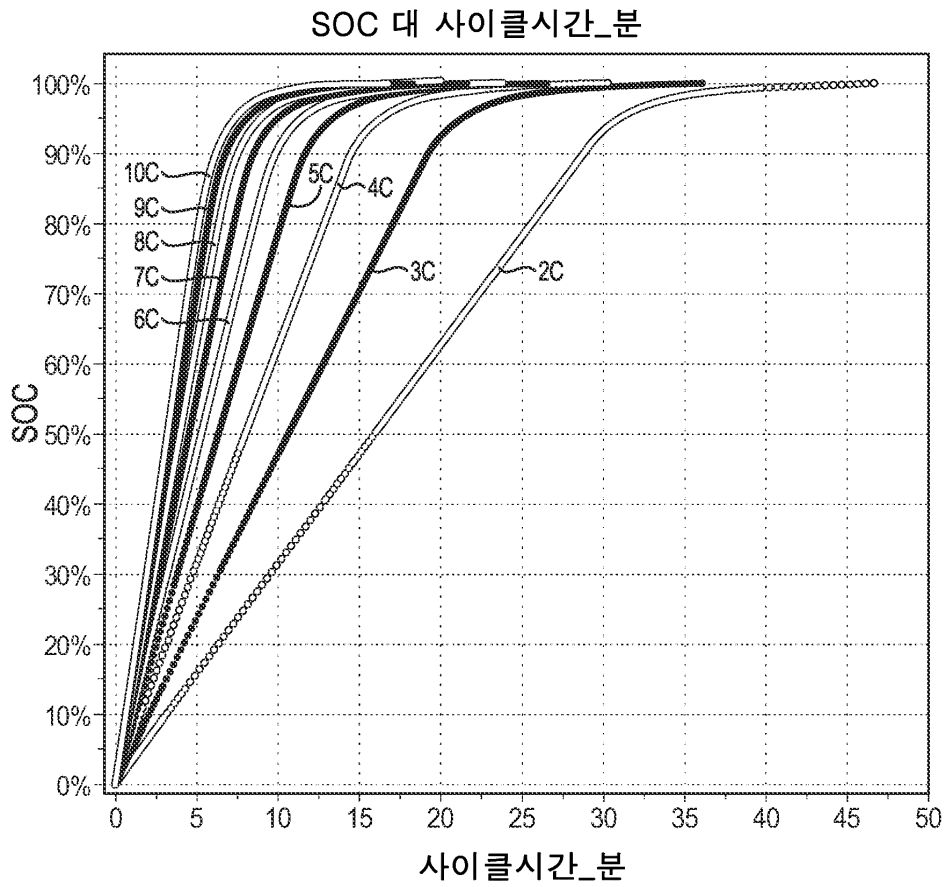


도면27b





도면28

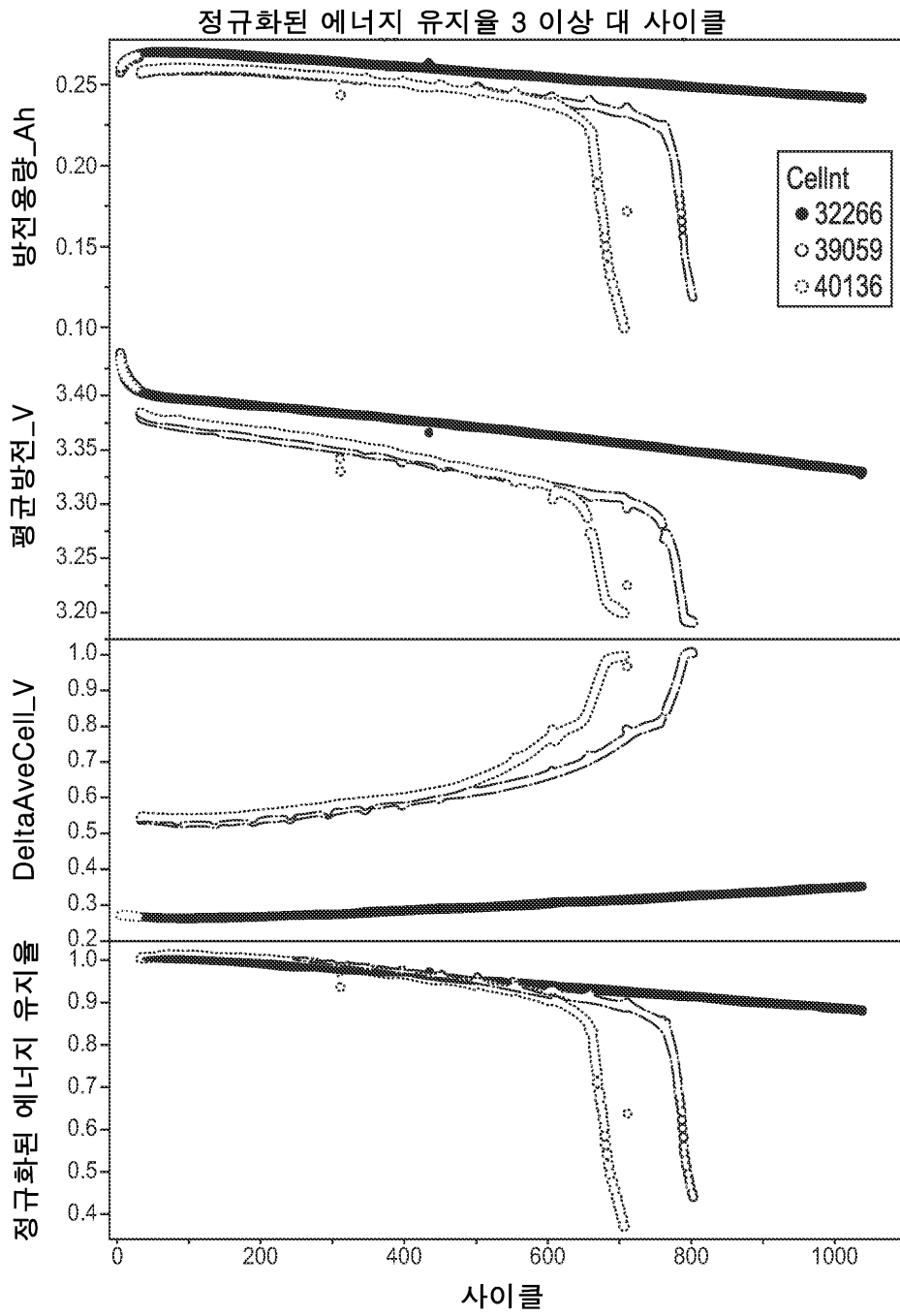


도면29

충전 속도	0→80% SOC (분)	0→90% SOC (분)	0→99% SOC (분)
2C	25.6	28.7	36.2
3C	17.0	19.2	26.1
4C	12.8	14.5	20.5
5C	10.3	11.7	17.2
6C	8.6	9.9	14.9
7C	7.3	8.5	13.3
8C	6.4	7.6	11.9
9C	5.7	6.8	10.8
10C	5.2	6.2	9.9

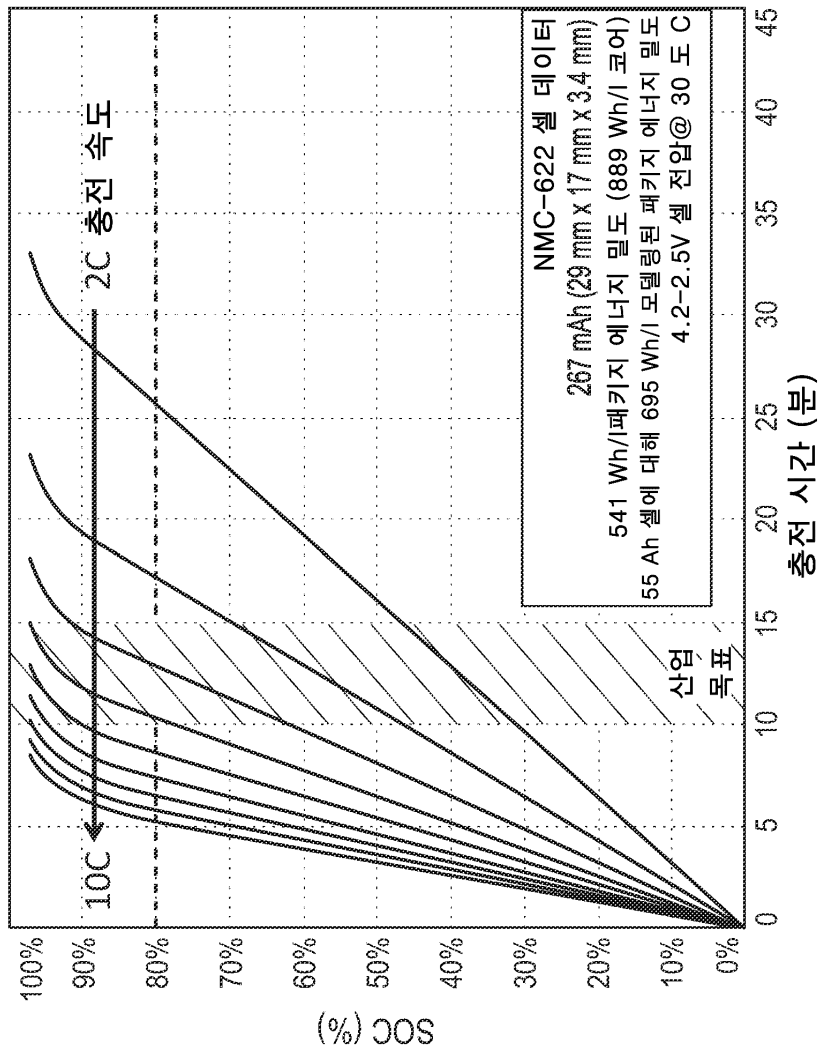
**NMC-622 셀 데이터**  
 267 mAh (29 mm x 17 mm x 3.4 mm)  
 541 Wh/l 패키지 에너지 밀도 (889 Wh/l 코어)  
 55 Ah 셀에 대해 695 Wh/l 모델링된 패키지 에너지 밀도  
 4.2-2.5V 셀 전압

도면30

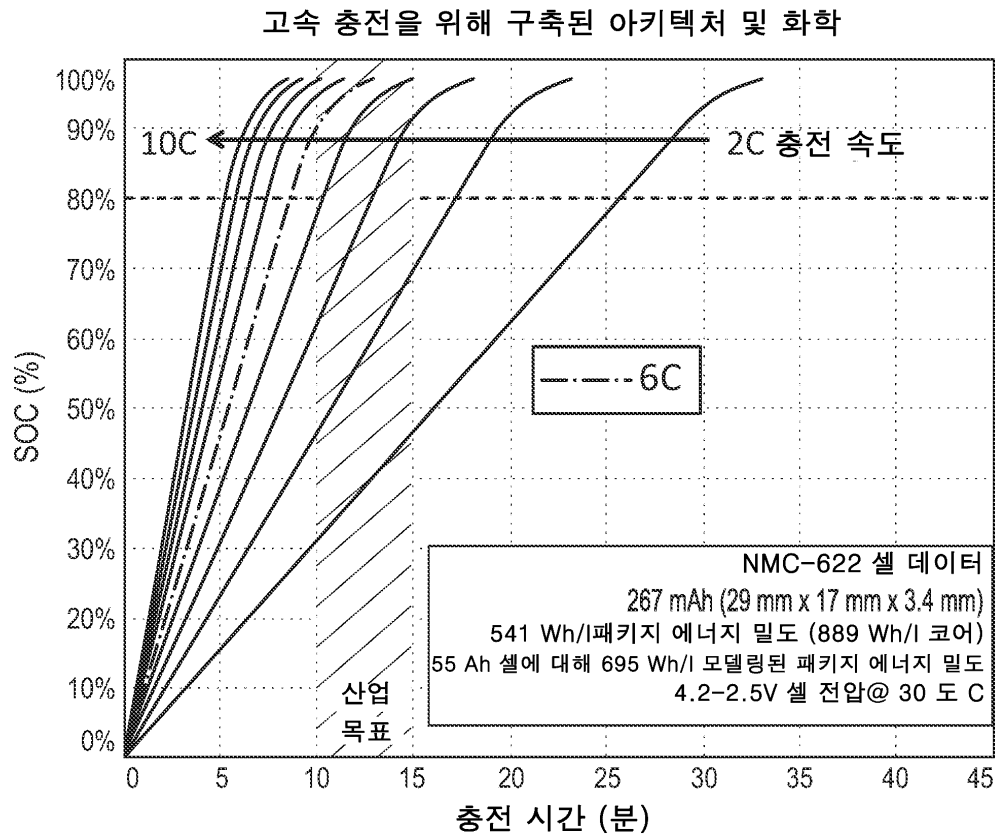


도면31

고속 충전을 위해 구축된 아키텍처 및 화학



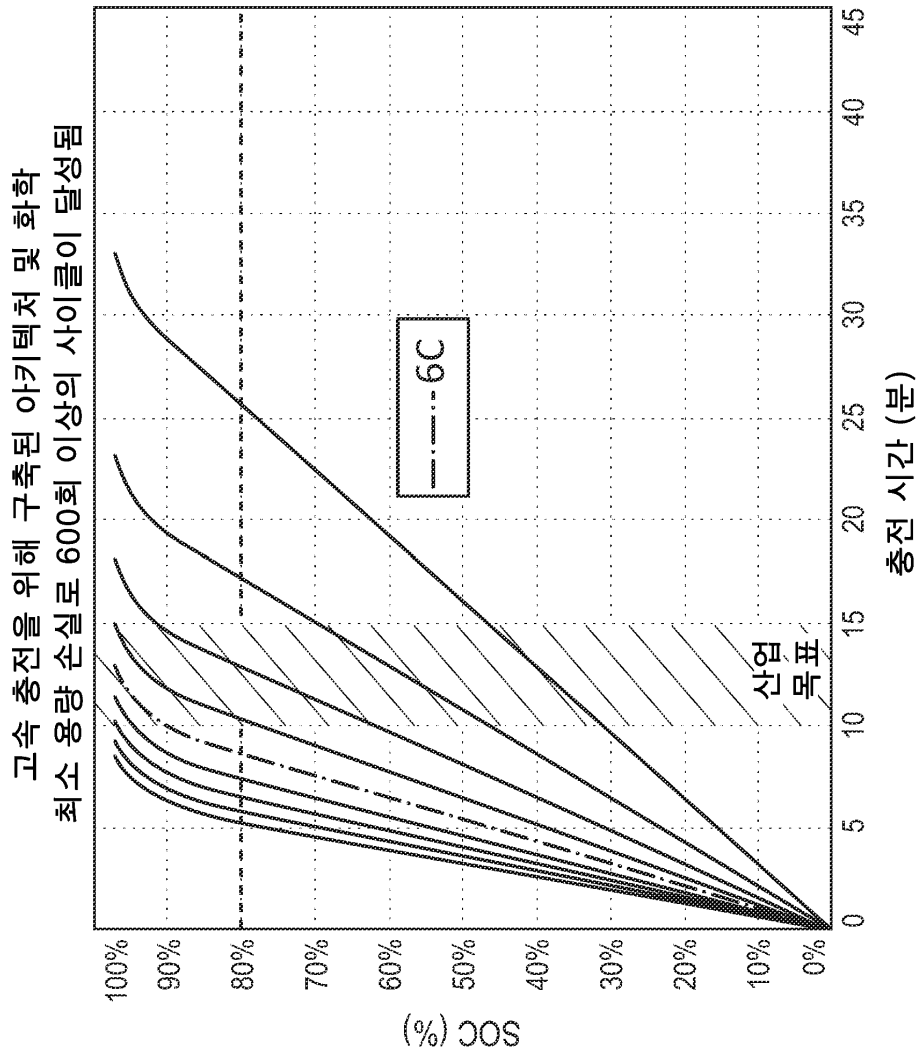
도면32



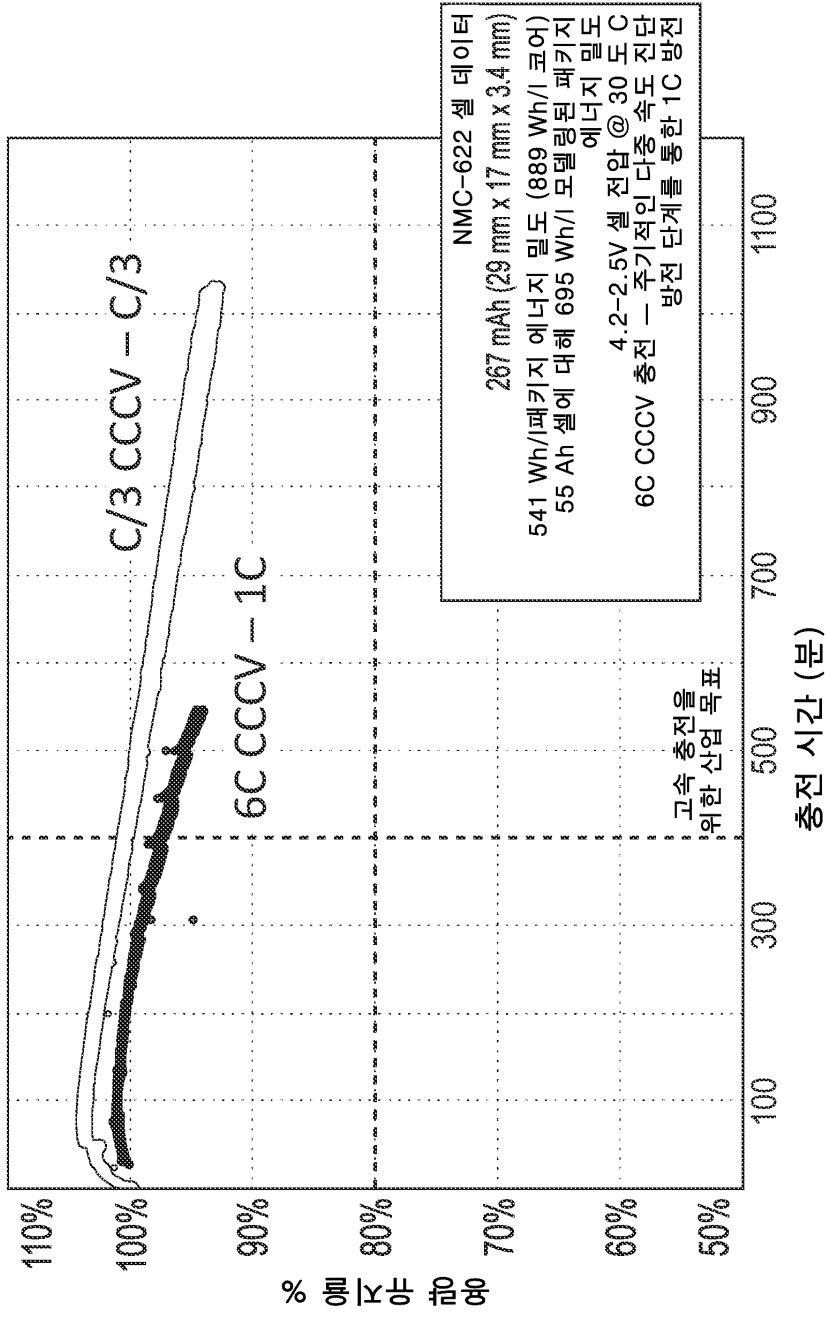
도면33

충전 속도	0→80% SOC (분)	0→90% SOC (분)	0→99% SOC (분)
6C	8.6	9.9	9.9

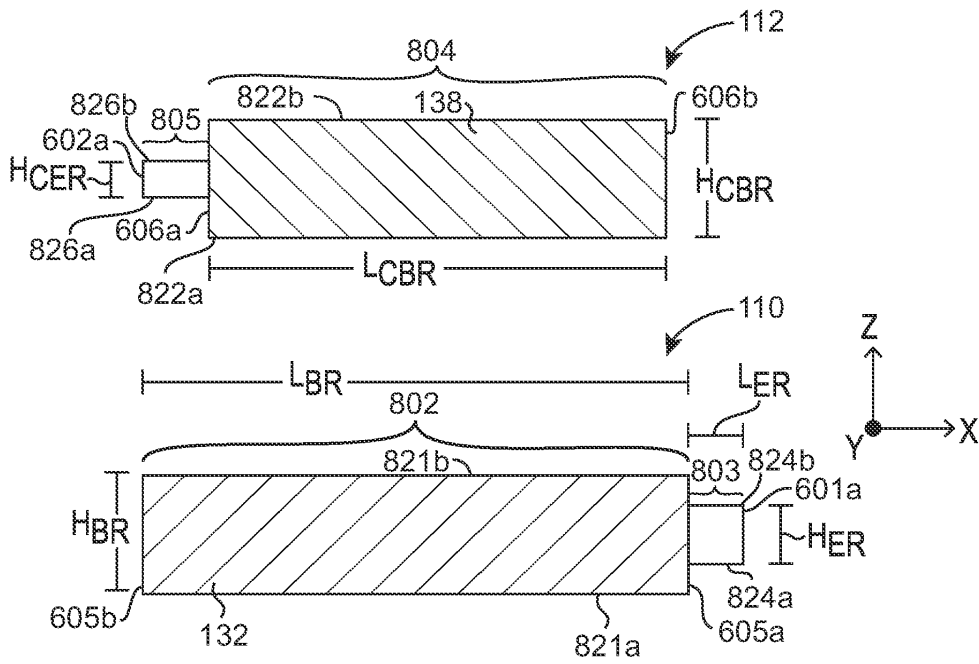
도면34



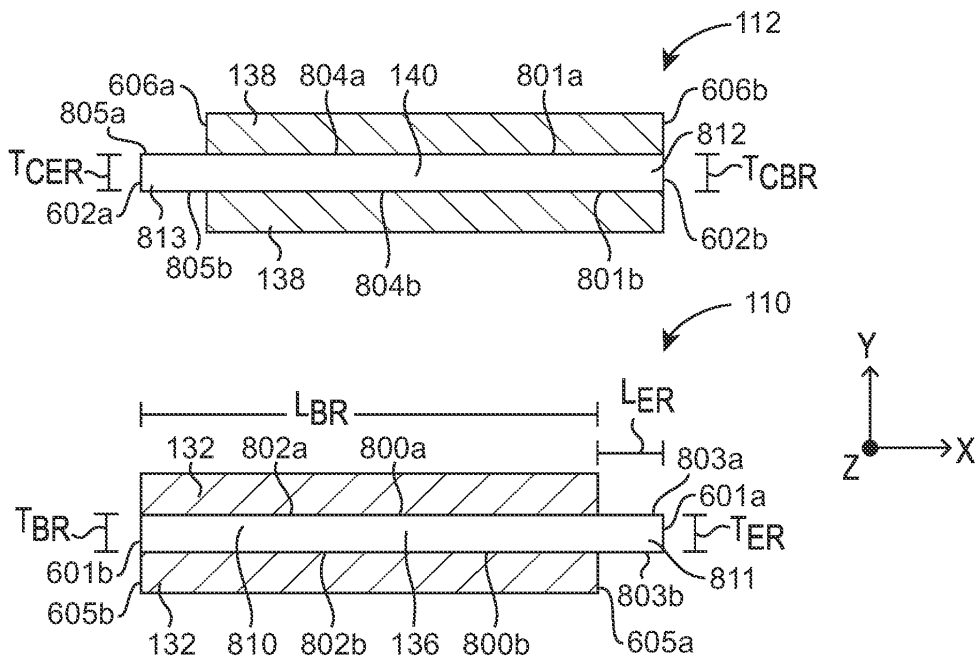
최소 용량 손실로 600회 이상의 사이클이 달성됨



도면36

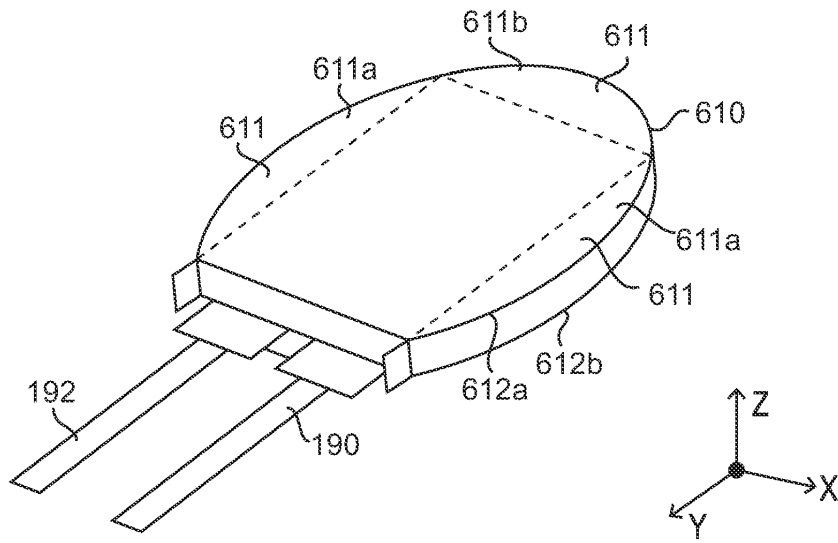


도면37





도면38



도면39

