



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월15일
(11) 등록번호 10-2636282
(24) 등록일자 2024년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/0585 (2010.01) H01M 10/04 (2015.01)
H01M 10/052 (2010.01) H01M 10/0565 (2010.01)
H01M 50/10 (2024.01)
(52) CPC특허분류
H01M 10/0585 (2013.01)
H01M 10/0436 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7006575
(22) 출원일자(국제) 2015년09월08일
심사청구일자 2020년08월28일
(85) 번역문제출일자 2017년03월09일
(65) 공개번호 10-2017-0056537
(43) 공개일자 2017년05월23일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2015/056853
(87) 국제공개번호 WO 2016/042437
국제공개일자 2016년03월24일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-190900 2014년09월19일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2002063938 A*
JP2002289255 A*
JP2002373649 A*
JP2013251048 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
요네다 유미코
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가
부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내
야마카지 마사키
일본 600-8875 교토부 교토시 시모교구 니시시치
조이시초 35 안푸루루페루니시오지110
(74) 대리인
양영준, 박충범

전체 청구항 수 : 총 9 항

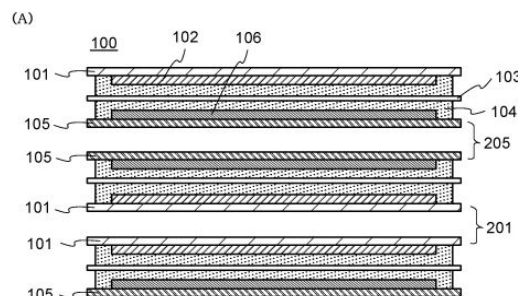
심사관 : 최준영

(54) 발명의 명칭 이차 전지

(57) 요약

양극 집전체와 음극 집전체 사이에 겔 전해질 및 세퍼레이터를 제공한다. 복수의 양극 집전체 및 복수의 음극 집전체를 활물질층으로 코팅되지 않은 음극들의 면 또는 활물질층으로 코팅되지 않은 양극들의 면이 서로 접촉하도록 적층한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01M 10/052 (2013.01)

H01M 10/0565 (2013.01)

H01M 50/116 (2023.08)

H01M 2300/0085 (2013.01)

Y02T 10/70 (2020.08)

(72) 발명자

타지마 료타

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부
시키키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

히로키 마사아키

일본 259-1137 가나가와켄 이세하라시 가사쿠보
7-4

명세서

청구범위

청구항 1

이차 전지에 있어서,

제 1 양극 집전체;

상기 제 1 양극 집전체의 상면 및 하면과 접촉하는 제 1 양극 활물질층;

상기 제 1 양극 활물질층 위의 제 1 음극 집전체;

상기 제 1 음극 집전체의 하면과 접촉하는 제 1 음극 활물질층;

상기 제 1 음극 집전체의 상면 전체와 접촉하는 제 2 음극 집전체;

상기 제 2 음극 집전체의 상면과 접촉하는 제 2 음극 활물질층;

상기 제 2 음극 활물질층 위의 제 2 양극 집전체;

상기 제 2 양극 집전체의 상면 및 하면과 접촉하는 제 2 양극 활물질층; 및

상기 제 1 양극 집전체와 상기 제 1 음극 집전체 사이에 있는 겔 전해질 및 세퍼레이터를 포함하고,

상기 겔 전해질은 폴리머, 전해질, 및 용매를 포함하고,

상기 제 2 음극 집전체는 상기 이차 전지가 휘어질 때 상기 제 1 음극 집전체의 상기 상면 위에서 미끄러질 수 있고,

상기 제 1 양극 집전체, 상기 제 1 음극 집전체, 상기 제 2 양극 집전체, 상기 제 2 음극 집전체, 상기 겔 전해질, 및 상기 세퍼레이터는 외장체로 덮이고,

상기 제 1 양극 집전체, 상기 제 1 음극 집전체, 상기 제 2 양극 집전체, 상기 제 2 음극 집전체, 상기 세퍼레이터, 및 상기 외장체는 가요성을 갖는, 이차 전지.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

이차 전지에 있어서,

제 1 양극 집전체;

상기 제 1 양극 집전체의 상면 및 하면과 접촉하는 제 1 양극 활물질층;

상기 제 1 양극 활물질층 위의 제 1 음극 집전체;

상기 제 1 음극 집전체의 하면과 접촉하는 제 1 음극 활물질층;

상기 제 1 음극 집전체의 상면과 접촉하는 제 2 음극 집전체; 및

상기 제 1 양극 집전체와 상기 제 1 음극 집전체 사이에 있는 겔 전해질 및 세퍼레이터를 포함하고,

상기 제 1 음극 집전체의 상기 상면 및 상기 제 2 음극 집전체의 하면은 그 사이에 음극 활물질층을 개재하지 않고서 서로 접촉하고,

상기 제 2 음극 집전체의 상기 하면은 상기 이차 전지가 휘어질 때 상기 제 1 음극 집전체의 상기 상면 위에서 미끄러질 수 있는, 이차 전지.

청구항 8

제 1 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 제 1 음극 집전체와 상기 제 2 음극 집전체 사이의 정지 마찰 계수가 0.59 이하인, 이차 전지.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 겔 전해질은 폴리(다이메틸아미노에틸 메타크릴레이트)를 포함하는, 이차 전지.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 정지 마찰 계수가 0.01 이상 0.59 이하인, 이차 전지.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 정지 마찰 계수가 0.20 이상 0.59 이하인, 이차 전지.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 정지 마찰 계수가 0.57 이상 0.59 이하인, 이차 전지.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

가요성의 이차 전지에 있어서,

제 1 양극 집전체,

제 1 음극 집전체,

제 2 음극 집전체, 및

제 2 양극 집전체를 포함하고,

상기 제 1 양극 집전체, 상기 제 1 음극 집전체, 상기 제 2 음극 집전체, 및 상기 제 2 양극 집전체가 서로 중첩하는 영역에서,

상기 제 1 양극 집전체는 한쪽 면 및 다른 쪽 면에서 제 1 양극 활물질층을 갖고,

상기 제 1 음극 집전체는 한쪽 면에서 제 1 음극 활물질층을 갖고, 다른 쪽 면에서 음극 활물질층을 갖지 않고,

상기 제 2 음극 집전체는 한쪽 면에서 제 2 음극 활물질층을 갖고, 다른 쪽 면에서 음극 활물질층을 갖지 않고,

상기 제 2 양극 집전체는 한쪽 면 및 다른 쪽 면에서 제 2 양극 활물질층을 갖고,

상기 제 1 음극 집전체의 상기 한쪽 면 및 상기 제 1 양극 집전체의 상기 한쪽 면은 서로 마주보고,

상기 제 1 음극 집전체의 상기 다른 쪽 면 및 상기 제 2 음극 집전체의 상기 다른 쪽 면은 서로 마주보고,

상기 제 2 음극 집전체의 상기 한쪽 면 및 상기 제 2 양극 집전체의 상기 한쪽 면은 서로 마주보고,

상기 개요성의 이차 전지가 휘어질 때 상기 제 1 음극 집전체와 상기 제 2 음극 집전체의 접촉면들이 미끄러지는, 개요성의 이차 전지.

청구항 21

삭제

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 제 1 양극 집전체의 상기 다른 쪽 면과 상기 제 2 양극 집전체의 상기 다른 쪽 면 사이의 정지 마찰 계수가 0.59 이하인, 개요성의 이차 전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 실시형태는 물건, 방법, 또는 제작 방법에 관한 것이다. 본 발명은 공정(process), 기계(machine), 제품(manufacture), 또는 조성물(composition of matter)에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시형태는 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 전력 저장 장치, 조명 장치, 전자 장치, 또는 그 제작 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명의 일 실시형태는 이차 전지 및 전자 장치에 관한 것이다.

[0002] 또한 본 명세서에서 전자 장치는 일반적으로, 이차 전지를 포함하는 장치를 의미하고, 이차 전지를 포함하는 전기 광학 장치 및 이차 전지를 포함하는 정보 단말 장치 등은 모두 전자 장치이다.

배경 기술

- [0003] 근년에 웨어러블 디바이스가 활발히 개발되고 있다. 웨어러블 디바이스의 특징은 몸에 지니고 들고 다닌다는 것이기 때문에, 이들 중 다수는 몸의 곡면을 따르거나 몸의 움직임에 따라 휘어질 수 있다. 그러므로, 웨어러블 디바이스를 위한 플렉시블 이차 전지도 디스플레이 또는 다른 하우징과 같이 개발되고 있다.
- [0004] 예를 들어, 특허문헌 1에는 적어도 일 축 방향으로 휘거나 구부릴 수 있는 시트상 전력 저장 장치, 및 상기 전력 저장 장치를 포함하는 전자 장치가 개시(開示)되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공개공보 2013-211262호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 많은 이차 전지에서는, 용량을 증대시키기 위하여 복수의 양극(positive electrode) 집전체와 복수의 음극(negative electrode) 집전체가 적층된다.
- [0007] 그러나, 복수의 양극 집전체 및 복수의 음극 집전체를 포함하는 이차 전지가 휘어질 때, 이차 전지의 용량 및 사이클 특성이 열화되는 경향이 있다.
- [0008] 용량 및 사이클 특성의 열화의 원인 조사의 결과로서, 본 발명자들은 복수의 양극 집전체 및 복수의 음극 집전체를 포함하는 이차 전지가 휘어질 때, 집전체에서 국소적으로 크게 휘어지는 부분과 약간 휘어지는 부분이 생기는 것을 찾았다. 도 14는 휘어진 이차 전지의 단면 모식도이다. 크게 휘어지는 부분(301)과 약간 휘어지는 부분(302)이 음극 집전체(105) 및 양극 집전체(101)의 일부에 생긴다. 집전체마다 크게 휘어지는 부분의 위치가 달라지기 때문에, 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105) 사이의 거리(311)에 편차가 생긴다. 본 발명자들은 이 거리의 편차에 의하여 집전체들의 면 사이의 전지 반응 속도에 편차가 생기며, 이것이 이차 전지의 용량의 저하 및 이차 전지의 열화로 이어진다는 것을 찾았다.
- [0009] 상술한 관점에서, 본 발명의 일 실시형태에서는 신규 구조의 이차 전지를 제공한다. 구체적으로는, 신규 구조의 플렉시블 이차 전지를 제공한다.
- [0010] 본 발명의 일 실시형태의 목적은 신규 전력 저장 장치 또는 신규 전자 장치 등을 제공하는 것이다. 다만, 이들 목적의 기재는 다른 목적의 존재를 방해하지 않는다. 본 발명의 일 실시형태에서는, 상기 모든 목적을 달성할 필요는 없다. 다른 목적은 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 명확해질 것이며 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시형태에서는 양극 집전체와 음극 집전체 사이에, 전해질을 포함하는 폴리머 및 세퍼레이터를 제공한다. 폴리머는 겔(gel)화될 수 있기 때문에, 양극 집전체와 음극 집전체 사이의 거리를 더 쉽게 일정하게 유지할 수 있다.
- [0012] 또한, 복수의 양극 집전체와 복수의 음극 집전체는 음극 활물질층이 코팅되지 않은 면들이 서로 접촉하거나 양극 활물질층이 코팅되지 않은 면들이 서로 접촉하도록 적층된다. 이러한 접촉면은 세퍼레이터와 양극 활물질층 사이의 접촉면 및 세퍼레이터와 음극 활물질층 사이의 접촉면보다 마찰이 적다. 이 마찰이 적은 접촉면이 미끄러지는 경우, 이차 전지가 휘어질 때 생기는, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 쉽게 완화할 수 있다. 이러한 구조에 의하여, 집전체에서 크게 휘어지는 부분 및 약간 휘어지는 부분의 국소적인 발생을 억제할 수 있고, 양극 집전체와 음극 집전체 사이의 거리의 편차를 억제할 수 있다.

발명의 효과

- [0013] 신규 구조의 이차 전지를 제공할 수 있다. 구체적으로는, 신규 구조의 플렉시블 이차 전지를 제공할 수 있다.

[0014] 또한, 신규 전력 저장 장치 또는 신규 전자 장치 등을 제공할 수 있다. 다만, 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하지 않는다. 본 발명의 일 실시형태는 반드시 상기 모든 목적을 달성할 필요는 없다. 다른 효과는 명세서, 도면, 및 청구항 등의 기재로부터 명확해질 것이며 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1의 (A) 내지 (D)는 이차 전지의 구조예를 도시한 것.
 도 2의 (A) 및 (B)는 이차 전지의 구조예를 도시한 것.
 도 3의 (A) 및 (B)는 이차 전지의 구조예를 도시한 것.
 도 4는 이차 전지의 예를 도시한 것.
 도 5의 (A) 및 (B)는 이차 전지의 예를 도시한 것.
 도 6의 (A) 내지 (D)는 이차 전지의 제작 방법의 예를 도시한 것.
 도 7의 (A) 내지 (C)는 이차 전지의 제작 방법의 예를 도시한 것.
 도 8의 (A) 및 (B)는 이차 전지의 제작 방법의 예를 도시한 것.
 도 9의 (A) 및 (B)는 이차 전지의 제작 방법의 예를 도시한 것.
 도 10의 (A) 내지 (C)는 이차 전지의 제작 방법의 예를 도시한 것.
 도 11의 (A)는 이차 전지의 예를 도시한 것이고, 도 11의 (B)는 이차 전지의 제작 방법의 예를 도시한 것.
 도 12의 (A) 및 (B)는 각각 전자 장치의 예를 도시한 것.
 도 13의 (A) 및 (B)는 전자 장치의 예를 도시한 것.
 도 14는 양극 집전체와 음극 집전체 사이의 거리를 도시한 것.
 도 15의 (A) 및 (B)는 각각 정지 마찰의 측정 방법을 도시한 것.
 도 16은 정지 마찰의 측정 결과를 나타낸 것.
 도 17의 (A) 및 (B)는 이차 전지의 X선 CT 사진이고, 도 17의 (C)는 이차 전지의 충방전 특성을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명의 실시형태에 대하여 아래에서 도면을 참조하여 자세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 아래의 기재에 한정되지 않고 여기에 개시된 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있는 것은 통상의 기술자에 의하여 쉽게 이해된다. 또한, 본 발명은 실시형태 및 실시예의 기재에 한정하여 해석되지 않는다.

[0017] "전기적으로 접속된다"라는 말에는 구성요소들이 "어느 전기적 기능을 갖는 물체"를 통하여 접속되는 경우가 포함된다. 물체를 통하여 접속된 구성요소들 간에서 전기 신호가 송수신될 수 있지만 하면, "어느 전기적 기능을 갖는 물체"에 특별한 한정은 없다.

[0018] 도면 등에 도시된 각 구성요소의 위치, 크기, 또는 범위 등은 이해하기 쉽게 하기 위하여 정확하게 나타내지 않은 경우가 있다. 그러므로, 개시되는 발명은 반드시 도면 등에 개시된 위치, 크기, 또는 범위 등에 한정될 필요는 없다.

[0019] "제 1", "제 2", 및 "제 3" 등의 서수는 구성요소들 간의 혼동을 피하기 위하여 사용된다.

[0020] (실시형태 1)

[0021] 본 실시형태에서는 도 1의 (A) 내지 (D) 및 도 3의 (A) 및 (B)를 참조하여 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지의 구조예에 대하여 설명한다.

[0022] [1. 대표적인 구조]

[0023] 도 1의 (A)에 도시된 이차 전지(100)는 양극 집전체(101), 음극 집전체(105), 및 세퍼레이터(103)를 포함한다. 양극 집전체(101)는 한쪽 면에 양극 활물질층(102)을 갖고, 다른 쪽 면에 양극 활물질층을 갖지 않는다. 음극 집전체(105)는 한쪽 면에 음극 활물질층(106)을 갖고, 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는다. 이차 전지

(100)는 양극 집전체(101)의 한쪽 면과 음극 집전체(105)의 한쪽 면 사이에 겔 전해질(104)을 포함한다.

- [0024] 겔 전해질(104)은 폴리머, 전해질, 및 용매를 포함한다. 겔 전해질(104) 내의 폴리머는 겔화될 수 있기 때문에, 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105)를 서로 접합하였을 때, 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105) 사이의 거리를 쉽게 일정하게 유지할 수 있다. 따라서, 집전체들의 면 사이의 전지 반응 속도의 편차를 방지함으로써, 이차 전지(100)의 용량의 저하 및 이차 전지(100)의 열화를 억제할 수 있다.
- [0025] 겔 전해질(104)에 포함되는 폴리머로서는, 폴리에틸렌 옥사이드계 폴리머, 폴리아크릴로나이트릴계 폴리머, 폴리플루오르화바이닐리덴계 폴리머, 폴리아크릴레이트계 폴리머, 또는 폴리메틸메타크릴레이트계 폴리머를 사용할 수 있다. 본 명세서 등에서, 예를 들어 폴리플루오르화바이닐리덴계 폴리머라는 용어는 폴리플루오르화바이닐리덴을 포함하는 폴리머를 말하고, 폴리(플루오르화바이닐리덴-헥사플루오로프로필렌)공중합체 등을 포함한다.
- [0026] 푸리에 변환 적외선(FT-IR) 분광기 등을 이용하여 상술한 폴리머를 정성적으로 분석할 수 있다. 예를 들어, 폴리플루오르화바이닐리덴계 폴리머는 FT-IR 분광기로 얻은 스펙트럼에 C-F 결합을 나타내는 흡수 피크를 갖는다. 또한, 폴리아크릴로나이트릴계 폴리머는 FT-IR 분광기에 의하여 얻어진 스펙트럼에서 C≡N 결합을 나타내는 흡수 피크를 갖는다.
- [0027] 겔 전해질(104) 내의 전해질로서, 캐리어 이온 이동성을 가지며 캐리어 이온으로서의 역할을 하는 리튬 이온을 함유하는 재료를 사용한다. 전해질의 대표적인 예로서는 LiPF_6 , LiClO_4 , LiAsF_6 , LiBF_4 , LiCF_3SO_3 , $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$, 및 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$, 및 $\text{Li}(\text{SO}_2\text{F})_2\text{N}$ 등의 리튬염이 있다. 이들 전해질 중 하나를 단독으로 사용해도 좋고, 이들 중 2종류 이상을 적절한 조합 및 비율로 사용하여도 좋다.
- [0028] 겔 전해질(104)의 용매로서는, 캐리어 이온 이동성이 있는 재료를 사용한다. 전해액의 용매로서는, 비양성자성 유기 용매를 사용하는 것이 바람직하다. 비양성자성 유기 용매의 대표적인 예에는 에틸렌 카보네이트(EC), 프로필렌 카보네이트, 다이메틸 카보네이트, 디에틸 카보네이트(DEC), 에틸메틸 카보네이트(EMC), γ -부틸로락톤, 아세토나이트릴, 다이메톡시에테인, 및 테트라하이드로퓨란 등이 포함되며, 이들 재료 중 하나 이상을 사용할 수 있다. 겔화된 고분자 재료를 전해액의 용매로서 사용하거나, 전해액에 겔화를 위한 고분자 재료를 첨가하면, 액체 누설 등에 대한 안전성이 향상된다. 또한, 이차 전지를 더 얇고 더 가볍게 할 수 있다. 겔화된 고분자 재료의 대표적인 예에는, 실리콘 겔, 아크릴 겔, 아크릴로나이트릴 겔, 폴리(에틸렌옥사이드)계 겔, 폴리(프로필렌옥사이드)계 겔, 및 플루오린계 폴리머의 겔 등이 포함된다. 또는, 전해액의 용매로서, 불연성 및 불휘발성의 특징을 갖는 이온성 액체(상온 용융염)를 하나 이상 사용함으로써, 이차 전지가 내부 단락되거나 과충전 등으로 인하여 내부 온도가 상승하더라도, 이차 전지가 폭발 또는 발화되는 것을 방지할 수 있다. 이온성 액체는 유동 상태의 염이며 이온 이동성(전도성)이 높다. 또한, 이온성 액체는 양이온 및 음이온을 포함한다. 이러한 이온성 액체의 예로서는, 에틸메틸이미다졸륨(EMI) 양이온을 함유하는 이온성 액체 및 *N*-메틸-*N*-프로필피페리디늄(PP_{13}) 양이온을 함유하는 이온성 액체가 있다.
- [0029] 하나의 유닛은 상술한 양극 집전체(101), 양극 활물질층(102), 세퍼레이터(103), 겔 전해질(104), 음극 집전체(105), 및 음극 활물질층(106)을 포함한다. 이차 전지(100)는 복수의 유닛을 포함한다.
- [0030] 도 1의 (B) 및 (C)에 3개의 유닛이 적층된 이차 전지(100)의 예를 나타내었다. 도 1의 (B)는 이차 전지(100)의 사시도이고, 도 1의 (C)는 도 1의 (B)의 화살표로 표시된 방향으로부터 본 이차 전지(100)의 측면도이다. 설명을 명확하게 하기 위하여, 양극 집전체(101), 음극 집전체(105), 및 겔 전해질(104)을 추출하여 도시하였다. 복수의 유닛은 양극 활물질층이 제공되지 않은 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면이 서로 마주 보고, 음극 활물질층이 제공되지 않은 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면이 서로 마주 보도록 배치된다. 이 배치에 의하여, 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 사이의 접촉면(201), 및 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 사이의 접촉면(205) 등, 금속들 사이의 접촉면을 형성할 수 있다.
- [0031] 금속들 사이의 접촉면인 접촉면(201) 및 접촉면(205)은 양극 활물질층(102)과 세퍼레이터(103) 사이의 접촉면, 및 음극 활물질층(106)과 세퍼레이터(103) 사이의 접촉면보다 마찰을 적게 할 수 있다. 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면이 서로 마주 보고, 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면이 서로 마주 보도록 유닛을 적층하여 이차 전지(100)를 형성함으로써, 이차 전지(100)가 휘어질 때, 도 1의 (D)에 도시된 바와 같이, 마찰이 적은 접촉면이 미끄러진다. 그러므로, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 쉽게 완화할 수 있다. 이러한 구조에 의하여, 집전체에서 크게 휘어지는 부분 및 약간 휘어지는 부분의 국소적인 발생을 억제할 수

있고, 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105) 사이의 거리의 편차를 억제할 수 있다.

- [0032] 상술한 이유로, 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 사이 및 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 사이에는, 겔 전해질(104)에 포함되는 폴리머 등, 마찰을 증가시키는 요인이 없는 것이 바람직하다.
- [0033] 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 사이의 마찰 및 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 사이의 마찰이 적을수록, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력이 완화되기 쉽다. 그러나, 마찰을 줄이기 위하여 집전체의 다른 쪽 면에 대하여 과잉의 표면 처리를 수행하면, 공정 수가 증가되어 생산성이 저하된다. 또한, 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 사이의 마찰 및 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 사이의 마찰이 반드시 적을 필요는 없다. 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 중 하나의 면 또는 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 중 하나의 면만 마찰이 적으면, 이차 전지(100)가 휘어질 때 생기는, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 충분히 줄일 수 있다.
- [0034] 그러므로, 더 구체적으로는, 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 사이의 정지 마찰 계수 또는 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 사이의 정지 마찰 계수가 0.01 이상 0.80 이하인 것이 바람직하고, 0.20 이상 0.65 이하인 것이 더 바람직하고, 0.57 이상 0.59 이하인 것이 더욱 바람직하다. 정지 마찰 계수가 상술한 범위 내에 있기만 하면, 이차 전지(100)가 휘어질 때 생기는, 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 충분히 줄일 수 있다.
- [0035] 본 명세서 등에서의 정지 마찰 계수는 다음과 같이 구할 수 있다. 우선, 평탄하고 수평의 유리판 상에 측정용 시료를 놓는다. 시료를 미끄러지는 재료가 대향 재료들(opposite materials) 사이에 수직으로 유지되는 상태로 한다. 시료상에 평판 및 추(weight)를 올려놓는다. 대향 재료들을 고정하고, 미끄러지는 재료에 하중 시험기를 접촉하고, 하중 시험기를 매초 약 1mm로 수평으로 당긴다. 미끄러지는 재료가 1cm 움직일 때까지의 기간에 마찰력의 최대값을 측정한다. 이 측정값이 최대 정지 마찰력이다. 정지 마찰 계수는 최대 정지 마찰력과 평판 및 추의 하중으로부터 구할 수 있다.
- [0036] [2. 변형예]
- [0037] 도 1의 (A)는 세퍼레이터(103)가 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105) 사이의 영역에만 존재하는 예를 도시한 것이지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 세퍼레이터(103)가 양극 집전체(101) 또는 음극 집전체(105)를 덮는 봉지 모양을 지나도록 형성되어도 좋다.
- [0038] 도 2의 (A)에 도시된 이차 전지(100)에서는, 세퍼레이터(103)가 양극 집전체(101) 및 양극 활물질층(102)을 봉지와 같이 덮도록 제공된다. 그러므로, 양극 집전체들(101)의 다른 쪽 면은 서로 직접 접촉하지 않고, 그 대신 세퍼레이터들(103) 사이의 접촉면(203)이 형성된다.
- [0039] 이 경우에도, 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면 사이의 접촉면(205)의 마찰이 적기만 하면, 이차 전지(100)가 휘어질 때 생기는, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 충분히 줄일 수 있다.
- [0040] 도 2의 (B)에 도시된 이차 전지(100)에서는 세퍼레이터(103)가 음극 집전체(105) 및 음극 활물질층(106)을 봉지와 같이 덮도록 제공된다. 그러므로, 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면은 직접 접촉하지 않고, 그 대신 세퍼레이터들(103) 사이의 접촉면(203)이 형성된다.
- [0041] 이 경우에도, 음극 집전체들(101)의 다른 쪽 면 사이의 접촉면(201)의 마찰이 적기만 하면, 이차 전지(100)가 휘어질 때 생기는, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 충분히 줄일 수 있다.
- [0042] 도 1의 (A) 내지 (D) 및 도 2의 (A) 및 (B)는 하나의 유닛이 하나의 양극 집전체(101), 하나의 양극 활물질층(102), 하나의 세퍼레이터(103), 하나의 음극 집전체(105), 및 하나의 음극 활물질층(106)을 포함하는 예를 도시한 것이지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 이차 전지(100)가 휘어질 때 생기는, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 충분히 줄일 수 있을 정도까지는 하나의 유닛이 복수의 양극 집전체(101), 복수의 양극 활물질층(102), 복수의 세퍼레이터(103), 복수의 음극 집전체(105), 및 복수의 음극 활물질층(106)을 포함하여도 좋다.
- [0043] 도 3의 (A)에 도시된 이차 전지(100)에서는, 양면에 양극 활물질층(102)을 갖는 하나의 양극 집전체(101), 한쪽 면에 음극 활물질층(106)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질을 갖지 않는 2개의 음극 집전체(105), 및 2개의 세퍼레이터(103)를 하나의 유닛이 포함한다.
- [0044] 도 3의 (A)에 도시된 이차 전지(100)의 유닛에서는, 2개의 음극 집전체(105)의 다른 쪽 면이 가장 바깥쪽에 위치하고, 이 2개의 음극 집전체(105) 사이에 양면에 양극 활물질층(102)을 갖는 양극 집전체(101)가 존재한다.

유닛들은 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면이 서로 마주 보도록 배치된다. 또한 도 3의 (A)는 하나의 유닛이 2개의 세퍼레이터(103)를 포함하는 예를 도시한 것이지만, 이에 한정되지 않으며, 도 2의 (A) 및 (B)에 도시된 바와 같이, 하나의 유닛이, 양극 집전체(101)를 봉지와 같이 덮는 하나의 세퍼레이터를 포함하여도 좋다.

[0045] 도 3의 (B)에 도시된 이차 전지(100)의 또 다른 예에서는, 순차적으로 적층되는, 한쪽 면에 양극 활물질층(102)을 갖고 다른 쪽 면에 양극 활물질층을 갖지 않는 양극 집전체(101), 양면에 음극 활물질층(106)을 갖는 음극 집전체(105), 및 양면에 양극 활물질층(102)을 갖는 양극 집전체(101), 한쪽 면에 음극 활물질층(106)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는 음극 집전체(105)를 하나의 유닛이 포함한다. 한쪽 면에 양극 활물질층(102)을 갖고 다른 쪽 면에 양극 활물질층을 갖지 않는 양극 집전체(101)는 다른 쪽 면이 유닛의 가장 바깥쪽에 있도록 위치한다. 한쪽 면에 음극 활물질층(106)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는 음극 집전체(105)는 다른 쪽 면이 유닛의 가장 바깥쪽에 있도록 위치한다. 또한, 양극 활물질층(102)과 음극 활물질층(106) 사이의 3개의 영역의 각각에 하나의 세퍼레이터(103)가 제공된다.

[0046] 도 3의 (A) 및 (B)에 도시된 구조를 갖는 이차 전지(100)에서도, 마찰이 적은 금속들 사이의 접촉면(205)을 만들 수 있다. 그러므로, 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105) 사이의 거리의 편차를 억제할 수 있다.

[0047] 도 1의 (A) 내지 (D) 및 도 2의 (A) 및 (B)는 3개의 유닛을 포함하는 이차 전지를 나타내고, 도 3의 (A) 및 (B)는 2개의 유닛을 포함하는 이차 전지를 나타낸 것이지만, 이들은 단순화를 위하여 추출된 것이다. 실제로는, 이차 전지(100)가 3개 이상의 유닛을 포함하는 것이 바람직하다. 복수의 유닛을 적층함으로써 이차 전지(100)의 용량을 증대시킬 수 있다.

[0048] 본 발명의 일 실시형태는 이차 전지뿐만 아니라, 다양한 전력 저장 장치에도 사용할 수 있다. 이러한 전력 저장 장치의 예에는, 전지, 일차 전지, 이차 전지, 리튬 이온 이차 전지, 리튬 공기 전지, 고체 전지, 납 축전지, 리튬 이온 폴리머 이차 전지, 니켈 수소 축전지, 니켈 카드뮴 축전지, 니켈 철 축전지, 니켈 아연 축전지, 및 산화 은 아연 축전지가 포함된다. 또한, 전력 저장 장치의 또 다른 예로서 커패시터를 들 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시형태의 음극과 전기 이중층의 양극을 조합하여, 리튬 이온 커패시터 등의 커패시터를 제작할 수 있다.

[0049] 실시형태 1에서는 본 발명의 일 실시형태에 대하여 설명하였다. 본 발명의 다른 실시형태에 대하여 실시형태 2 내지 실시형태 5에서 설명한다. 다만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시형태로서, 겔 전해질이 폴리머를 포함하는 예를 제시하였지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 상황 또는 조건에 따라서는, 본 발명의 일 실시형태에서 전해질이 폴리머 이외의 물질을 포함하여도 좋다. 또는, 상황 또는 조건에 따라서는, 본 발명의 일 실시형태에서 전해질이 반드시 폴리머를 포함할 필요는 없다. 예를 들어, 이차 전지가 휘어지는 예를 나타내었지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 상황 또는 조건에 따라서는, 본 발명의 일 실시형태에서 전력 저장 장치를 필요에 따라 구부리거나 곧바로 함으로써 변형하여도 좋고, 또는 어떤 원하는 모양을 지니도록 변형하여 그 모양을 유지시켜도 좋다. 또는, 예를 들어, 상황 또는 조건에 따라서는, 본 발명의 일 실시형태에서 전력 저장 장치가 반드시 휘어질 필요는 없다.

[0050] (실시형태 2)

[0051] 본 발명의 일 실시형태에서는, 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지의 구체적인 구조 및 구체적인 재료에 대하여 도 4 및 도 5의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명한다. 본 실시형태에서는, 양극 및 음극 중 하나가 봉지 모양의 세퍼레이터로 덮이는 예에 대하여 아래에서 설명하기로 한다.

[0052] 도 4는 이차 전지(100)의 외관을 나타낸 사시도이다. 도 5의 (A)는 도 4의 일점쇄선 A1-A2를 따른 단면도이다. 도 5의 (B)는 도 4의 일점쇄선 B1-B2로 나타내어진 부분의 단면도이다.

[0053] 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지(100)는 외장체(107)에, 세퍼레이터(103)로 덮인 양극(111), 음극(115), 및 겔 전해질(104)을 포함한다. 또한 도 5의 (A) 및 (B)는 3개의 유닛을 포함하는 이차 전지의 예를 도시한 것이다. 양극(111)은 양극 리드(121)에 전기적으로 접속된다. 음극(115)은 음극 리드(125)에 전기적으로 접속된다. 양극 리드(121) 및 음극 리드(125)의 각각은 리드 전극 또는 리드 단자라고도 한다. 양극 리드(121) 및 음극 리드(125)의 일부는 외장체 바깥쪽에 위치한다. 이차 전지(100)는 양극 리드(121) 및 음극 리드(125)를 통하여 충방전된다.

[0054] 도 5의 (A) 및 (B)는 양극(111)이 세퍼레이터(103)로 덮인 예를 도시한 것이지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 반드시 양극(111)이 세퍼레이터(103)로 덮일 필요는 없으며, 양극(111) 대신

에 음극(115)이 세퍼레이터(103)로 덮여도 좋다.

- [0055] [1. 양극]
- [0056] 양극(111)은 양극 집전체(101), 및 양극 집전체(101) 상에 형성된 양극 활물질층(102) 등을 포함한다. 도 5의 (A) 및 (B)에서는 시트 형태(또는 가느다란 형태)의 양극 집전체(101)의 한쪽 면에 양극 활물질층(102)이 제공된 예를 설명하였지만, 이차 전지(100)의 유닛의 구조에 따라, 실시형태 1에서 설명한 바와 같이 양극 활물질층(102)이 양극 집전체(101)의 양면에 제공되어도 좋다. 양극 활물질층(102)을 양극 집전체(101)의 양면에 제공함으로써, 이차 전지(100)의 고용량화가 가능하게 된다.
- [0057] 양극 집전체(101)는 스테인리스 스틸, 금, 백금, 알루미늄, 또는 타이타늄으로 대표되는 금속 또는 그 합금 등, 도전성이 높고 현저한 화학 변화를 일으키지 않는 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 또는, 실리콘, 타이타늄, 네오디뮴, 스칸듐, 또는 몰리브데넘 등 내열성을 향상시키는 원소가 첨가된 알루미늄 합금을 사용할 수 있다. 또는, 실리콘과 반응하여 실리사이드를 형성하는 금속 원소를 사용할 수 있다. 실리콘과 반응하여 실리사이드를 형성하는 금속 원소의 예에는, 지르코늄, 타이타늄, 하프늄, 바나듐, 나이오븀, 탄탈럼, 크로뮴, 몰리브데넘, 텅스텐, 코발트, 및 니켈 등이 포함된다. 양극 집전체(101)는 박(foil) 형태, 판 형태(시트 형태), 그물 형태, 편칭 메탈 형태, 또는 강망(expanded-metal) 형태 등을 적절히 가질 수 있다. 양극 집전체(101)는 두께가 $5\mu\text{m}$ 이상 $30\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. 양극 집전체(101)의 표면은 흑연 등을 사용한 밀칠(undercoat)층이 제공되어도 좋다.
- [0058] 양극 활물질층(102)은 양극 활물질에 더하여 양극 활물질의 접착력을 높이기 위한 바인더, 및 양극 활물질층(102)의 도전성을 높이기 위한 도전 조제 등을 더 포함하여도 좋다.
- [0059] 양극 활물질층(102)에 사용할 수 있는 양극 활물질의 예에는, 올리빈 구조를 갖는 복합 산화물, 층상 암염 구조를 갖는 복합 산화물, 및 스피넬 구조를 갖는 복합 산화물이 포함된다. 양극 활물질로서, LiFeO_2 , LiCoO_2 , LiNiO_2 , LiMn_2O_4 , V_2O_5 , Cr_2O_5 , 및 MnO_2 등의 화합물을 사용할 수 있다.
- [0060] LiCoO_2 는 예를 들어, 고용량이고 LiNiO_2 보다 공기에서의 안정성이 높고 LiNiO_2 보다 열 안정성이 높기 때문에 특히 바람직하다.
- [0061] LiMn_2O_4 등의 망가니즈를 함유하는 스피넬 결정 구조를 갖는 리튬 함유 재료에 소량의 리튬 니켈 산화물(LiNiO_2 또는 $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ ($\text{M}=\text{Co}$ 또는 Al 등))을 첨가하는 것은, 이러한 재료를 사용한 이차 전지의 특성이 향상될 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0062] 또는, 복합 재료(LiMPO_4 (일반식)(M 은 Fe(II) , Mn(II) , Co(II) , 및 Ni(II) 중 하나 이상))를 사용할 수 있다. 재료로서 사용할 수 있는 일반식 LiMPO_4 의 대표적인 예로서는 LiFePO_4 , LiNiPO_4 , LiCoPO_4 , LiMnPO_4 , $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$, $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$, $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$, $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$, $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ ($a+b\leq 1$, $0<a<1$, 및 $0<b<1$), $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Co}_e\text{PO}_4$, $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$, $\text{LiNi}_f\text{Co}_g\text{Mn}_h\text{PO}_4$ ($c+d+e\leq 1$, $0<c<1$, $0<d<1$, 및 $0<e<1$), 및 $\text{LiFe}_f\text{Ni}_g\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ ($f+g+h+i\leq 1$, $0<f<1$, $0<g<1$, $0<h<1$, 및 $0<i<1$) 등의 리튬 화합물이 있다.
- [0063] LiFePO_4 는 안전성, 안정성, 고용량 밀도, 및 초기 산화(충전)에서 추출될 수 있는 리튬 이온의 존재 등, 양극 활물질에 필요한 조건을 균형있게 충족시킬 수 있기 때문에 특히 바람직하다.
- [0064] 또는, $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ (일반식)(M 은 Fe(II) , Mn(II) , Co(II) , 및 Ni(II) 중 하나 이상; $0\leq j\leq 2$) 등의 복합 재료를 사용할 수 있다. 재료로서 사용할 수 있는 일반식 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ 의 대표적인 예로서는 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_l\text{SiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ ($k+l\leq 1$, $0<k<1$, 및 $0<l<1$), $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$, $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q\leq 1$, $0<m<1$, $0<n<1$, 및 $0<q<1$), 및 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u\leq 1$, $0<r<1$, $0<s<1$, $0<t<1$, 및 $0<u<1$) 등의 리튬 화합물이 있다.
- [0065] 또는, $\text{A}_x\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$ (일반식)($\text{A}=\text{Li}$, Na , 또는 Mg , $\text{M}=\text{Fe}$, Mn , Ti , V , 또는 Nb , $\text{X}=\text{S}$, P , Mo , W , As , 또는 Si)으로 표시되는 나시콘(nasicon) 화합물을 양극 활물질에 사용할 수 있다. 나시콘 화합물의 예로서는 $\text{Fe}_2(\text{MnO}_4)_3$,

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 및 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 이 있다. 또는, 예를 들어 일반식 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$, $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$, 및 Li_5MO_4 ($\text{M}=\text{Fe}$ 또는 Mn)로 표시되는 화합물, NaFeF_3 및 FeF_3 등의 페로브스카이트(perovskite) 플루오르화물, TiS_2 및 MoS_2 등의 금속 칼코겐 나이드(chalcogenide)(황화물, 셀레늄화물, 및 텔루륨화물), LiMVO_4 등의 역 스피넬 결정 구조를 갖는 산화물, 바나듐 산화물(예를 들어 V_2O_5 , V_6O_{13} , 및 LiV_3O_8), 망가니즈 산화물, 및 유기 황 화합물을 양극 활물질로서 사용할 수 있다.

[0066] 캐리어 이온이 리튬 이온 이외의 알칼리 금속 이온 또는 알칼리 토금속 이온인 경우, 양극 활물질은 리튬 대신에 알칼리 금속(예를 들어, 소듐 또는 포타슘) 또는 알칼리 토금속(예를 들어, 칼슘, 스트론튬, 바륨, 베릴륨, 또는 마그네슘)을 함유하여도 좋다. 예를 들어, 양극 활물질은 NaFeO_2 또는 $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ 등 소듐을 함유하는 층상 산화물이어도 좋다.

[0067] 또는, 상술한 재료 중 어느 것을 조합하여 양극 활물질로서 사용하여도 좋다. 예를 들어, 상술한 재료 중 2종류 이상을 조합하여 얻어진 고용체(solid solution)를 양극 활물질로서 사용할 수 있다. 예를 들어, $\text{LiCo}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ 및 Li_2MnO_3 의 고용체를 양극 활물질로서 사용할 수 있다.

[0068] 또한 나타내지 않았지만, 양극 활물질층(102)의 표면에 탄소층 등의 도전 재료를 제공하여도 좋다. 탄소층 등의 도전 재료에 의하여, 전극의 도전성을 높일 수 있다. 예를 들어, 양극 활물질을 소성할 때 글루코스 등의 탄수화물을 혼합함으로써, 양극 활물질층(102)을 탄소층으로 코팅할 수 있다.

[0069] 양극 활물질층(102)의 일차 입자의 평균 입자 지름은 50nm 이상 100 μm 이하가 바람직하다.

[0070] 도전 조제의 예에는 아세틸렌 블랙(AB), 그래파이트(흑연) 입자, 카본 나노 튜브, 그래핀, 및 풀러렌이 포함된다.

[0071] 도전 조제에 의하여 양극(111)에 전기 전도를 위한 네트워크를 형성할 수 있다. 도전 조제에 의하여 양극 활물질층(102)의 입자들 사이의 전기 전도의 경로를 유지하는 것도 가능하다. 양극 활물질층(102)에 도전 조제를 첨가함으로써, 양극 활물질층(102)의 전자 전도성을 높일 수 있다.

[0072] 바인더로서, 대표적인 폴리플루오르화바이닐리덴(PVDF) 대신에, 폴리이미드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리바이닐클로라이드, 에틸렌-프로필렌-다이엔 폴리머, 스타이렌-뷰타다이엔 고무, 아크릴로나이트릴-뷰타다이엔 고무, 플루오린 고무, 폴리아세트산바이닐, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리에틸렌, 또는 나이트로셀룰로스 등을 사용할 수 있다.

[0073] 양극 활물질층(102) 내의 바인더의 함유량은 1wt% 이상 10wt% 이하인 것이 바람직하고, 2wt% 이상 8wt% 이하인 것이 더 바람직하고, 3wt% 이상 5wt% 이하인 것이 더욱 바람직하다. 양극 활물질층(102) 내의 도전 조제의 함유량은 1wt% 이상 10wt% 이하인 것이 바람직하고, 1wt% 이상 5wt% 이하인 것이 더 바람직하다.

[0074] 코팅법에 의하여 양극 활물질층(102)을 형성하는 경우에는, 양극 활물질, 바인더, 및 도전 조제를 혼합하여 양극 페이스트(슬러리)를 형성하고, 이 양극 페이스트를 양극 집전체(101)에 도포하고 건조시킨다.

[0075] [2. 음극]

[0076] 음극(115)은 예를 들어, 음극 집전체(105), 및 음극 집전체(105) 상에 형성된 음극 활물질층(106)을 포함한다. 도 5의 (A) 및 (B)에서는 시트 형태(또는 가느다란 형태)의 음극 집전체(105)의 한쪽 면에 음극 활물질층(106)이 제공된 예를 설명하였지만, 이차 전지(100)의 유닛의 구조에 따라, 실시형태 1에서 설명한 바와 같이 음극 활물질층(106)을 음극 집전체(105)의 양면에 제공하여도 좋다. 음극 활물질층(106)을 음극 집전체(105)의 양면에 제공함으로써, 이차 전지(100)의 고용량화가 가능하게 된다.

[0077] 음극 집전체(105)는 스테인리스 스틸, 금, 백금, 철, 구리, 타이타늄, 또는 그 합금 등, 도전성이 높고, 리튬 등의 캐리어 이온과 합금화되지 않는 재료를 사용하여 형성할 수 있다. 또는, 실리콘, 타이타늄, 네오디뮴, 스칸듐, 또는 몰리브데넘 등 내열성을 향상시키는 원소가 첨가된 알루미늄 합금을 사용할 수 있다. 음극 집전체(105)는 박 형태, 판 형태(시트 형태), 그물 형태, 펀칭 메탈 형태, 또는 강망 형태 등을 적절히 가질 수 있다. 음극 집전체(105)는 두께가 5 μm 이상 30 μm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 음극 집전체(105)의 표면은 흑연 등을 사용한 밀칠층이 제공되어도 좋다.

[0078] 음극 활물질층(106)은 음극 활물질에 더하여 음극 활물질의 접촉력을 높이기 위한 바인더, 및 음극 활물질층

(106)의 도전성을 높이기 위한 도전 조제 등을 더 포함하여도 좋다.

- [0079] 리튬이 용해 및 석출될 수 있거나 리튬 이온이 삽입 및 추출될 수 있는 재료이기만 하면 음극 활물질에 특별한 한정은 없다. 리튬 금속 또는 타이타늄산 리튬 이외에, 전력 저장 분야에서 일반적으로 사용되는 탄소계 재료, 또는 합금계 재료를 음극 활물질층(106)으로서 사용할 수도 있다.
- [0080] 리튬 금속은 산화 환원 전위가 낮고(표준 수소 전극의 산화 환원 전위보다 $-3.045V$ 낮음), 단위 중량당 및 단위 부피당 비용량이 크기($3860mAh/g$ 및 $2062mAh/cm^3$) 때문에 바람직하다.
- [0081] 탄소계 재료의 예에는 흑연, 흑연화 탄소(소프트 카본), 비(非)흑연화 탄소(하드 카본), 카본 나노튜브, 그래핀, 및 카본 블랙 등이 포함된다.
- [0082] 흑연의 예에는 메소-카본 마이크로비즈(MCMB), 코크스계 인조 흑연, 또는 피치계 인조 흑연 등의 인조 흑연, 및 구상 천연 흑연 등의 천연 흑연이 포함된다.
- [0083] 흑연은 리튬 이온이 흑연에 삽입되었을 때(리튬-흑연 중간 화합물이 형성될 때)에 리튬 금속과 실질적으로 같은 저전위를 갖는다($0.1V$ 내지 $0.3V$ vs. Li/Li^+). 이 이유로, 리튬 이온 전지는 높은 작동 전압을 가질 수 있다. 또한 흑연은, 단위 부피당 용량이 비교적 높고, 부피 팽창이 작고, 가격이 싸고, 리튬 금속보다 안전성이 높은 등의 장점이 있으므로 바람직하다.
- [0084] 음극 활물질에는, 리튬과의 합금화 반응 및 탈합금화 반응에 의하여 충방전 반응이 가능한 합금계 재료 또는 산화물을 사용할 수 있다. 리튬 이온이 캐리어 이온인 경우, 합금계 재료는 예를 들어 Mg , Ca , Al , Si , Ge , Sn , Pb , Sb , Bi , Ag , Au , Zn , Cd , Hg 및 In 등 중 적어도 하나를 포함하는 재료이다. 이러한 원소는 탄소보다 고용량이다. 특히, 실리콘은 $4200mAh/g$ 이라는 현저히 높은 이론 용량을 갖는다. 이 이유로, 음극 활물질로서 실리콘을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 원소를 사용한 합금계 재료의 예에는 Mg_2Si , Mg_2Ge , Mg_2Sn , $SnSn_2$, V_2Sn_3 , $FeSn_2$, $CoSn_2$, Ni_3Sn_2 , Cu_6Sn_5 , Ag_3Sn , Ag_3Sb , $NiMnSb$, $CeSb_3$, $LaSn_3$, $La_3Co_2Sn_7$, $CoSb_3$, $InSb$, 및 $SbSn$ 등이 포함된다.
- [0085] 또는, 음극 활물질에, SiO , SnO , SnO_2 , 산화 타이타늄(TiO_2), 리튬 타이타늄 산화물($Li_4Ti_5O_{12}$), 리튬-흑연 중간 화합물(Li_xC_6), 산화 나이오븀(Nb_2O_5), 산화 텅스텐(WO_2), 또는 산화 몰리브데넘(MoO_2) 등의 산화물을 사용할 수 있다.
- [0086] 또는 음극 활물질로서, 리튬 및 전이 금속을 함유하는 질화물인, Li_3N 구조를 갖는 $Li_{3-x}M_xN$ ($M=Co$, Ni , 또는 Cu)을 사용할 수 있다. 예를 들어, $Li_{2.6}Co_{0.4}N$ 은 충방전 용량이 크기($900mAh/g$ 및 $1890mAh/cm^3$) 때문에 바람직하다.
- [0087] 리튬 및 전이 금속을 함유하는 질화물을 사용하면, 음극 활물질에 리튬 이온이 함유되기 때문에, 음극 활물질을, V_2O_5 또는 Cr_3O_8 등 리튬 이온을 함유하지 않는 양극 활물질의 재료와 조합하여 사용할 수 있으므로 바람직하다. 또한 리튬 이온을 함유하는 재료를 양극 활물질로서 사용하는 경우, 양극 활물질에 함유되는 리튬 이온을 미리 추출함으로써, 리튬 및 전이 금속을 함유하는 질화물을 음극 활물질로서 사용할 수 있다.
- [0088] 또는, 전환 반응(conversion reaction)을 일으키는 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 산화 코발트(CoO), 산화 니켈(NiO), 또는 산화 철(FeO) 등 리튬과의 합금화 반응이 일어나지 않는 전이 금속 산화물을 음극 활물질로서 사용하여도 좋다. 전환 반응을 일으키는 재료의 다른 예에는 Fe_2O_3 , CuO , Cu_2O , RuO_2 , 및 Cr_2O_3 등의 산화물, $CoS_{0.89}$, NiS , 또는 CuS 등의 황화물, Zn_3N_2 , Cu_3N , 및 Ge_3N_4 등의 질화물, NiP_2 , FeP_2 , 및 CoP_3 등의 인화물, 및 FeF_3 및 BiF_3 등의 플루오르화물이 포함된다. 또한 상기 플루오르화물 중 어느 것은 전극 전위가 높기 때문에 양극 활물질로서 사용할 수 있다.
- [0089] 코팅법에 의하여 음극 활물질층(106)을 형성하는 경우에는, 음극 활물질 및 바인더를 혼합하여 음극 페이스트(슬러리)를 형성하고, 이 음극 페이스트를 음극 집전체(105)에 도포하고 건조시킨다. 또한 음극 페이스트에 도전 조제를 첨가하여도 좋다.
- [0090] 음극 활물질층(106)의 표면에 그래핀이 형성되어도 좋다. 음극 활물질로서 실리콘을 사용하는 경우, 충방전 사이클에 있어서 캐리어 이온의 흡장 및 방출로 인하여 실리콘의 부피가 크게 변화된다. 따라서, 음극 집전체

(105)와 음극 활물질층(106) 사이의 접촉력이 저하되고, 결과적으로 충방전에 의하여 전지 특성이 열화된다. 따라서, 실리콘을 함유하는 음극 활물질층(106)의 표면에 그래핀이 형성되면, 충방전 사이클에 있어서, 실리콘의 부피가 변화된 경우에도 음극 집전체(105)와 음극 활물질층(106) 사이의 접촉력의 저하를 억제할 수 있어, 전지 특성의 열화를 저감할 수 있으므로 바람직하다.

[0091] 또는, 음극 활물질층(106)의 표면에 산화물 등의 코팅막이 형성되어도 좋다. 충전 시에 전해액 등의 분해 등에 의하여 형성되는 코팅막은 그 형성 시에 사용된 전하를 방출할 수 없어, 비가역 용량(irreversible capacity)을 형성한다. 한편, 음극 활물질층(106)의 표면에 미리 제공된 산화물 등의 막은 비가역 용량의 발생을 억제하거나 방지할 수 있다.

[0092] 음극 활물질층(106)을 코팅하는 코팅막으로서, 나이오븀, 타이타늄, 바나듐, 탄탈럼, 텅스텐, 지르코늄, 몰리브데넘, 하프늄, 크로뮴, 알루미늄, 및 실리콘 중 어느 하나의 산화물막, 또는 이들 원소 중 어느 것과 리튬을 함유하는 산화물막을 사용할 수 있다. 이러한 막은 전해액의 분해 생성물로 인하여 음극의 표면에 형성되는 종래의 막보다 치밀하다.

[0093] 예를 들어, 산화 나이오븀(Nb_2O_5)은 전기 전도성이 10^{-9}S/cm 로 낮고 높은 절연성을 갖는다. 이 이유로, 산화 나이오븀막은 음극 활물질과 전해액 사이의 전기화학적 분해 반응을 저해한다. 한편, 산화 나이오븀은 리튬 확산 계수가 $10^{-9}\text{cm}^2/\text{sec}$ 이고 리튬 이온 전도성이 높다. 따라서, 산화 나이오븀은 리튬 이온을 투과시킬 수 있다. 또는, 산화 실리콘 또는 산화 알루미늄을 사용하여도 좋다.

[0094] 음극 활물질층(106)을 코팅막으로 코팅하기 위하여 예를 들어, 졸-겔법을 사용할 수 있다. 졸-겔법은, 금속 알콕사이드 또는 금속염 등의 용액을 가수분해 반응 및 중축합 반응에 의하여 유동성을 상실한 겔로 변화시키고 이 겔을 소성함으로써 박막을 형성하는 방법이다. 이 졸-겔법에서 박막은 액상으로부터 형성되기 때문에, 원료가 분자 레벨로 균일하게 혼합될 수 있다. 이 이유로, 용매인 금속 산화물막의 원료에, 흑연과 같은 음극 활물질을 첨가함으로써, 활물질이 겔 중으로 쉽게 분산될 수 있다. 이와 같이 하여, 음극 활물질층(106)의 표면에 코팅막을 형성할 수 있다. 이 코팅막을 사용함으로써 전력 저장 유닛의 용량 저하를 방지할 수 있다.

[0095] [3. 세퍼레이터]

[0096] 세퍼레이터(103)의 재료로서, 셀룰로스, 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리부텐, 나일론, 폴리에스터, 폴리설폰, 폴리아크릴로나이트릴, 폴리플루오르화바이닐리덴, 또는 테트라플루오로에틸렌 등의 다공성 절연체를 사용할 수 있다. 또는, 유리 섬유 등의 부직포, 또는 유리 섬유와 폴리머 섬유를 혼합한 격막(diaphragm)을 사용하여도 좋다.

[0097] [4. 전해액]

[0098] 이차 전지(100)에 사용되는 겔 전해질(104)의 재료인 전해액에 관해서는 실시형태 1에서의 기재를 참조한다.

[0099] [5. 외장체]

[0100] 다양한 이차 전지의 구조가 있는데, 본 실시형태에서는 외장체(107)의 형성에 필름을 사용한다. 또한 외장체(107)에 사용되는 필름은 금속 필름(예를 들어, 알루미늄 필름, 스테인리스 스틸 필름, 및 니켈 스틸 필름), 유기 재료로 이루어진 플라스틱 필름, 유기 재료(예를 들어, 유기 수지 또는 섬유) 및 무기 재료(예를 들어, 세라믹)를 포함하는 하이브리드 재료 필름, 및 탄소 함유 무기 필름(예를 들어, 카본 필름 또는 흑연 필름) 중에서 선택된 단층 필름; 또는 상술한 필름 중 2종류 이상을 포함하는 적층 필름이다. 엠보싱에 의하여 금속 필름의 표면에 오목부 또는 돌출부를 형성하는 것은 외기에 노출되는 외장체(107)의 표면적을 증대시켜, 우수한 열방산이 달성된다.

[0101] 외부로부터 가해지는 힘에 의하여 이차 전지(100)가 변형되는 경우, 이차 전지(100)의 외장체(107)에 휨 응력이 외부로부터 가해진다. 이에 의하여 외장체(107)가 부분적으로 변형되거나 손상될 수 있다. 외장체(107)에 형성된 돌출부 또는 오목부는 외장체(107)에 가해진 응력에 기인한 스트레인을 완화할 수 있다. 따라서, 이차 전지(100)는 높은 신뢰성을 가질 수 있다. 또한 "스트레인"은 물체의 참조(초기) 길이에 대한 물체의 점의 변위를 가리키는 변형의 스케일이다. 오목부 또는 돌출부를 갖는 외장체(107)는 전력 저장 유닛에 외력이 가해짐으로 인한 스트레인의 영향을 허용 수준으로 줄일 수 있다. 따라서, 신뢰성이 높은 전력 저장 유닛을 제공할 수 있다.

- [0102] 본 실시형태는 다른 실시형태 및 실시예 중 어느 것과 적절히 조합하여 실시할 수 있다.
- [0103] (실시형태 3)
- [0104] 본 실시형태에서는, 이차 전지(100)의 제작 방법의 예에 대하여 도 6의 (A) 내지 (D), 도 7의 (A) 내지 (C), 도 8의 (A) 및 (B), 도 9의 (A) 및 (B), 도 10의 (A) 내지 (C), 및 도 11의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0105] [1. 세퍼레이터로 양극을 덮음]
- [0106] 우선, 양극 활물질층(102)이 형성된 양극(111)을 세퍼레이터(103) 위에 배치한다(도 6의 (A) 참조). 본 실시형태에서는, 양극 집전체의 한쪽 면에만 양극 활물질층(102)이 제공되는 예를 나타낸다. 그러므로 양극(111)은 도 6의 (A)에 도시된 면에 양극 활물질층(102)을 갖지 않고, 다른 쪽 면에 양극 활물질층(102)을 갖는다. 다음에, 세퍼레이터(103)를 도 6의 (A)의 점선을 따라 접어(도 6의 (B) 참조), 세퍼레이터(103)의 면들 사이에 양극(111)을 개재(介在)시킨다(도 6의 (C) 참조).
- [0107] 그리고, 양극(111) 바깥쪽의 세퍼레이터(103)의 외주부(outer edges)를 접착하여 봉지 모양의 세퍼레이터(103)를 형성한다(도 6의 (D) 참조). 세퍼레이터(103)의 외주부의 접착은 접착제 등을 사용하거나, 초음파 용접, 또는 열 융합(thermal fusion) 접착에 의하여 수행할 수 있다.
- [0108] 본 실시형태에서는, 세퍼레이터(103)로서 폴리프로필렌을 사용하여 세퍼레이터(103)의 외주부를 가열에 의하여 접착한다. 도 6의 (D)에 접착 부분(103a)을 나타내었다. 이와 같이 하여, 양극(111)을 세퍼레이터(103)로 덮을 수 있다. 세퍼레이터(103)는 양극 활물질층(102)을 덮도록 형성되는데, 반드시 양극(111)의 전체를 덮을 필요는 없다.
- [0109] 또한 도 6의 (A) 내지 (D)에서는 세퍼레이터(103)가 접혀 있지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 2개의 세퍼레이터 사이에 양극(111)이 개재되어도 좋다. 그 경우, 접착 부분(103a)이 세퍼레이터의 4변의 거의 모두를 둘러싸도록 형성되어도 좋다.
- [0110] 세퍼레이터(103)의 외주부는 일정 간격으로 제공된 파선상 또는 점상 접착 부분을 이용하여 접착되어도 좋다.
- [0111] 또는, 외주부의 1변에만 접착을 수행하여도 좋다. 또는, 외주부의 2변에만 접착을 수행하여도 좋다. 또는, 외주부의 4변에 접착을 수행하여도 좋다. 이로써, 4변은 균일한 상태가 될 수 있다.
- [0112] 또한, 도 6의 (A) 내지 (D) 등에는 양극(111)이 세퍼레이터(103)로 덮인 경우를 나타내었지만, 본 발명의 일 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 반드시 양극(111)이 세퍼레이터(103)로 덮일 필요는 없으며, 양극(111) 대신에 음극(115)이 세퍼레이터(103)로 덮여도 좋다.
- [0113] [2. 외장체의 변(side)에서 접착]
- [0114] 다음에, 외장체로서 사용되는 필름을 점선을 따라 접고(도 7의 (A) 참조), 접은 외장체(107)의 1변을 따라 열 압착을 수행한다. 도 7의 (B)에 외장체(107)의 1변을 따라 열 압착이 수행되는 부분을 접착 부분(107a)으로 나타내었다.
- [0115] [3. 양극과 음극을 서로 중첩함으로써 유닛을 형성]
- [0116] 그리고, 하나의 유닛에 포함되는 양극(111)과 음극(115)을 서로 중첩시키고, 이것을 외장체(107)로 덮는다(도 7의 (C) 참조). 여기서, 실시형태 1에서 설명한 바와 같이, 하나의 유닛에서 양극 활물질층(102)과 음극 활물질층(106)이 세퍼레이터(103)를 개재하여 서로 마주 보도록 배치된다. 양극 활물질이 제공되지 않은 양극 집전체(101)의 면 또는 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체(105)의 면이 유닛의 가장 바깥쪽에 배치된다. 본 실시형태에서는, 하나의 유닛이 하나의 양극 집전체(101), 하나의 양극 활물질층(102), 하나의 세퍼레이터(103), 하나의 음극 집전체(105), 및 하나의 음극 활물질층(106)을 포함하는 예를 나타낸다.
- [0117] 다음에, 상술한 공정에서 접착이 수행된 변 이외의 외장체(107)의 변을 따라 열 압착을 수행한다. 외장체(107)의 변을 따라 열 압착이 수행되는 부분을, 상술한 공정에서 외장체(107)의 변을 따라 열 압착이 수행되는 부분과 같이, 도 8의 (A)에 접착 부분(107a)으로 나타내었다.
- [0118] 그리고, 젤 전해질(104)의 재료인 전해액(104a)을 도 8의 (A)에 도시된 외장체(107)의 밀봉되지 않은 변(107b)으로부터 외장체(107)로 덮인 영역으로 주입한다. 전해액(104a)은 폴리머의 재료, 전해질, 및 용매를 포함한다. 그리고, 진공, 가열, 및 가압 하에서 외장체(107)의 변(107b)을 밀봉한다. 이 처리는 산소를 제거

한 환경, 예를 들어 글로브 박스에서 수행한다. 진공 배기는 진공 실러(sealer) 또는 액체 주입 실러(liquid pouring sealer) 등으로 수행하여도 좋다. 실러에 포함되는 2개의 가열 가능한 바(bar) 사이에 외장체(107)를 놓음으로써 가열 및 가압을 수행할 수 있다. 그 조건의 예는 다음과 같다. 진공도가 60kPa, 가열 온도가 190℃, 압력이 0.1MPa, 그리고 시간이 3초이다.

[0119] 그리고, 전해액(104a)에 포함되는 폴리머의 재료를 충분히 겔화시켜, 겔 전해질(104)을 형성한다. 여기서, 외장체(107)를 통하여 유닛에 압력을 가하여도 좋다. 압력을 가함으로써, 전해액(104a)이 주입될 때 양극과 음극 사이에 들어가는 기포를 제거할 수 있게 된다.

[0120] [4. 유닛을 꺼내고 불필요한 겔 전해질을 제거]

[0121] 다음에, 외장체(107)를 절단하여 개봉하고, 유닛을 꺼낸다(도 8의 (B) 참조). 유닛에서 양극 활물질층(102) 및 음극 활물질층(106)이 서로 마주 보는 영역의 겔 전해질(104)에 의하여 양극 집전체(101)와 음극 집전체(105)가 서로 접촉된다. 따라서, 음극 집전체(105)에 양극 집전체(101)를 접촉시키는 겔 전해질(104)을 유지하면서, 유닛의 바깥쪽 면에 부착된 겔 전해질(104)을 제거한다. 유닛의 바깥쪽 면에 부착된 겔 전해질(104)을 제거함으로써, 양극 활물질이 제공되지 않은 양극 집전체들(101)의 면 사이의 마찰 또는 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체들(105)의 면 사이의 마찰을 줄일 수 있다.

[0122] 겔 전해질(104)의 불필요한 부분을 제거하기 위한 방법에는 특별한 한정은 없다. 예를 들어, 양극 활물질이 제공되지 않은 양극 집전체(101)의 면 또는 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체(105)의 면에 미리 시트를 붙이고, 이 시트를 겔 전해질(104)과 함께 제거한다. 또는, 겔 전해질(104)을 천 또는 걸레로 닦아도 좋다.

[0123] [5. 유닛을 적층하고 유닛을 리드와 접속]

[0124] 다음에, 상술한 바와 같이 제작된 복수의 유닛을 적층한다(도 9의 (A) 참조). 본 실시형태에서는, 3개의 유닛을 사용하는 예를 나타낸다. 여기서, 실시형태 1에서 설명한 바와 같이, 음극 집전체들(105)의 다른 쪽 면이 서로 마주 보도록 유닛을 배치한다. 또는, 양극 집전체를 덮는 세퍼레이터들의 면이 서로 마주 보도록 유닛을 배치한다.

[0125] 다음에, 밀봉층(120)을 포함하는 양극 리드(121)를 압력을 가하면서 초음파 조사에 의하여 복수의 양극 집전체(101)의 양극 탭(tab)과 전기적으로 접속시킨다(초음파 용접).

[0126] 리드 전극은 이차 전지(100)의 제작 후에 외력으로 인한 응력에 의하여 깨지거나 절단되기 쉽다.

[0127] 여기서, 초음파 용접될 때, 양극 리드(121)와 양극 집전체(101)가 돌출부가 제공된 본딩 다이 사이에 위치함으로써, 양극 탭에 접속 영역(122) 및 구부리는 부분(123)을 형성할 수 있다(도 9의 (B) 참조).

[0128] 이 구부리는 부분(123)은 이차 전지(100)의 제작 후에 가해진 외력으로 인한 응력을 완화시킬 수 있다. 따라서, 이차 전지(100)의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0129] 구부리는 부분(123)은 반드시 양극 탭에 형성될 필요는 없다. 양극 집전체는 이차 전지의 제작 후에 가해지는 외력으로 인한 응력을 쉽게 완화하기 위하여, 스테인리스 스틸 등 고강도 재료를 사용하여 두께 10μm 이하로 형성하여도 좋다.

[0130] 상술한 재료 중 2종류 이상을 조합하여 양극 탭의 응력 집중을 완화시켜도 좋은 것은 말할 필요도 없다.

[0131] 그리고, 양극 집전체(101)와 마찬가지로, 밀봉층(120)을 포함하는 음극 리드(125)를 초음파 용접에 의하여 음극 집전체(105)의 음극 탭과 전기적으로 접속한다.

[0132] [6. 재밀봉(rescaling)]

[0133] 다음에, 서로 전기적으로 접속된 복수의 유닛을 새로 마련한 외장체(107)로 덮는다(도 10의 (A) 참조). 그리고, 처음의 밀봉과 마찬가지로, 양극 리드(121)에 제공된 밀봉층(120) 및 음극 리드(125)에 제공된 밀봉층(120)과 중첩되는 외장체(107)의 1변을 따라 열 압착을 수행한다(도 10의 (B) 참조). 그리고, 필요에 따라 용매 또는 전해질을 밀봉되지 않은 변(107b)으로부터 추가적으로 주입하여도 좋다. 그리고, 처음의 밀봉과 마찬가지로, 진공, 가열, 및 가압 하에서 외장체(107)를 밀봉하여 이차 전지(100)를 얻는다(도 10의 (C) 참조).

[0134] [7. 변형예]

[0135] 도 11의 (A)는 이차 전지(100)의 변형예로서 이차 전지(100)를 나타낸 것이다. 도 11의 (A)에 나타난 이차 전지(100)는 양극 리드(121)와 음극 리드(125)의 배치가 도 4에 나타난 이차 전지(100)와 다르다. 구체적으로는,

도 4의 이차 전지(100)의 양극 리드(121) 및 음극 리드(125)가 외장체(107)의 같은 변에 제공되는 한편, 도 11의 (A) 및 (B)의 이차 전지(100)의 양극 리드(121) 및 음극 리드(125)는 외장체(107)의 상이한 변에 제공된다. 이와 같이 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지의 리드 전극은 자유로이 위치할 수 있기 때문에, 설계 자유도가 높다. 따라서, 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지를 포함하는 제품은 높은 설계 자유도를 가질 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지를 각각 포함하는 제품의 수율을 높일 수 있다.

[0136] 도 11의 (B)는 도 11의 (A)의 이차 전지(100)의 제작 공정을 도시한 것이다. 자세한 사항에 대해서는 도 4의 이차 전지(100)의 제작 방법을 참조할 수 있다. 또한 도 11의 (B)에서는, 겔 전해질(104)을 생략하였다.

[0137] 외장체(107)로서 사용하는 필름의 표면에 미리 요철을 형성하기 위하여 프레스(예를 들어 엠보싱)를 수행하여도 좋다. 필름의 표면의 요철은 이차 전지의 가요성을 높이고 응력을 더 완화시킨다. 엠보싱에 의하여 필름의 표면(또는 이면)에 형성된 오목부 또는 돌출부는 밀봉 구조의 벽의 일부로서의 역할을 하는, 필름에 의하여 밀봉되고, 그 내부 부피가 변동될 수 있는 폐쇄 공간을 형성한다. 이 폐쇄 공간에서 필름의 오목부 또는 돌출부가 아코디언 구조(벨로우즈 구조)를 형성한다고 할 수 있다. 또한 프레스의 1종류인 엠보싱을 반드시 적용할 필요는 없으며, 필름의 일부에 돌출새김을 형성할 수 있는 방법을 적용한다.

[0138] 본 실시형태는 다른 실시형태 및 실시예 중 어느 것과 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0139] (실시형태 4)

[0140] 본 실시형태에서는, 도 12의 (A) 및 (B)를 참조하여 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지(100)를 제공할 수 있는 전자 장치에 대하여 설명한다.

[0141] 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지(100)는 가요성을 갖기 때문에 웨어러블 디바이스에 적합하다.

[0142] 예를 들어, 이차 전지(100)를 도 12의 (A)에 도시된 안경형 장치(400)에 제공할 수 있다. 안경형 장치(400)는 테두리(400a) 및 표시부(400b)를 포함한다. 휘어진 모양의 테두리(400a)의 안경다리(400a)에 이차 전지(100)를 제공함으로써, 안경형 장치(400)는 무게의 균형이 좋고 장시간 계속적으로 사용할 수 있다.

[0143] 이차 전지(100)는 헤드셋형 장치(401)에 제공할 수 있다. 헤드셋형 장치(401)는 적어도 마이크로폰부(401a), 플렉시블 파이프(401b), 및 이어폰부(401c)를 포함한다. 플렉시블 파이프(401b) 및 이어폰부(401c)에 복수의 이차 전지(100)를 제공할 수 있다.

[0144] 또한, 이차 전지(100)를 몸에 직접 붙일 수 있는 장치(402)에 제공할 수 있다. 장치(402)의 얇은 하우징(402a)에 복수의 이차 전지(100)를 제공한다.

[0145] 또한, 이차 전지(100)를 옷에 붙일 수 있는 장치(403)에 제공할 수 있다. 장치(403)의 얇은 하우징(403a)에 복수의 이차 전지(100)를 제공한다.

[0146] 또한, 이차 전지(100)를 완장형 장치(404)에 제공할 수 있다. 완장형 장치(404)에는, 본체(404a) 위에 표시부(304b)를 제공하고, 본체(404a)에 복수의 이차 전지(100)를 제공할 수 있다.

[0147] 또한, 이차 전지(100)를 손목시계형 장치(405)에 제공할 수 있다. 손목시계형 장치(405)는 표시부(405a)를 포함하고, 손목시계형 장치(405)에 복수의 이차 전지(100)를 제공할 수 있다.

[0148] 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지(100)는 구부릴 수 있기 때문에, 다양한 전자 장치의 어느 것에든 높은 공간 효율성으로 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 12의 (B)에 도시된 스토브(410)에서는 본체(412)에 모듈(411)이 접합된다. 모듈(411)은 이차 전지(100), 모터, 팬(fan), 송풍구(411a), 및 열전기 발전 장치를 포함한다. 스토브(410)에서는, 개구(412a)를 통하여 연료가 투입되고 점화된 후, 이차 전지(100)의 전력을 사용하여 모듈(411)에 포함되는 모터 및 팬을 회전시킴으로써 송풍구(411a)를 통하여 스토브(410)의 내부에 외기를 보낼 수 있다. 이와 같이, 스토브(410)의 내부에 외기를 효율적으로 끌어들이 수 있기 때문에, 스토브(410)는 강한 화력을 가질 수 있다. 또한, 연료의 연소에 의하여 발생된 열 에너지를 사용하여 상부 그릴(413)에서 요리를 수행할 수 있다. 상기 열 에너지를 모듈(411)의 열전기 발전 장치에 의하여 전력으로 변환하고, 이 전력으로 이차 전지(100)를 충전한다. 이차 전지(100)에 충전된 전력을 외부 단자(411b)를 통하여 출력할 수 있다.

[0149] (실시형태 5)

[0150] 또한, 전자 장치의 예인 이동체의 예에 대하여 도 13의 (A) 및 (B)를 참조하여 설명하기로 한다.

[0151] 상술한 실시형태에서 설명한 이차 전지를 제어 전지로서 사용할 수 있다. 제어 전지를 플러그인 기술 또는 비

접촉 급전을 이용하는 전력 공급에 의하여 외부로부터 충전할 수 있다. 또한 이동체가 전기 철도 차량인 경우, 오버헤드 케이블 또는 도체 레일로부터의 전력 공급에 의하여 전기 철도 차량을 충전할 수 있다.

- [0152] 도 13의 (A) 및 (B)는 전기 자동차의 예를 도시한 것이다. 전기 자동차(860)는 전지(861)를 구비한다. 전지(861)의 전력의 출력이 제어 회로(862)에 의하여 조정되고 전력이 구동 장치(863)에 공급된다. 제어 회로(862)는 도시되지 않은 ROM, RAM, 또는 CPU 등을 포함하는 처리 유닛(864)에 의하여 제어된다.
- [0153] 구동 장치(863)는 DC 모터 또는 AC 모터를 단독으로 또는 내부-연소 기관과의 조합으로 포함한다. 처리 유닛(864)은 운전자의 조작에 관한 데이터(예를 들어, 가속, 감속, 또는 정지) 또는 전기 자동차(860)의 운전 중의 데이터(예를 들어, 오르막길 또는 내리막길에 관한 데이터 또는 구동 차륜의 부하에 관한 데이터) 등의 입력 데이터에 따라 제어 회로(862)에 제어 신호를 출력한다. 제어 회로(862)는 구동 장치(863)의 출력을 제어하기 위하여 처리 유닛(864)의 제어 신호에 따라 전지(861)로부터 공급되는 전기 에너지를 조정한다. AC 모터가 탑재되는 경우, 도시하지 않았지만, 직류 전류를 교류 전류로 변환하는 인버터도 내장된다.
- [0154] 전지(861)는 플러그인 기술을 이용하는 외부 전력 공급에 의하여 충전할 수 있다. 예를 들어, 전지(861)는 상용 전원으로부터의 전력 플러그를 통하여 충전된다. AC-DC 컨버터 등의 컨버터를 통하여 소정의 전압 레벨을 갖는 DC 정전압으로 공급된 전력을 변환함으로써 전지(861)를 충전할 수 있다. 전지(861)로서 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지의 전극을 포함하는 이차 전지를 사용함으로써, 전지 용량의 증가에 도움이 될 수 있어, 편리성을 향상시킬 수 있다. 전지(861)의 향상된 특성의 결과로서 전지(861) 자체를 더 소형화 및 더 경량화할 수 있으면, 차량을 경량화할 수 있어, 연비를 높일 수 있다.
- [0155] 또한 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지가 포함되어 있기만 하면, 본 발명의 일 실시형태가 상술한 전자 장치에 한정되지 않는 것은 말할 필요도 없다.
- [0156] 본 실시형태는 다른 실시형태 중 어느 것과 적절히 조합하여 실시할 수 있다.
- [0157] [실시예 1]
- [0158] 본 실시예에서는 음극 활물질층이 제공되지 않은 음극 집전체의 다른 쪽 면의 정지 마찰 계수 및 음극 활물질층이 제공된 음극 집전체의 한쪽 면의 정지 마찰 계수의 측정 결과를 나타낸다.
- [0159] <음극 활물질층이 제공되지 않은 음극 집전체의 다른 쪽 면의 정지 마찰 계수>
- [0160] 음극 활물질층이 제공되지 않은 음극 집전체들의 다른 쪽 면들 사이의 정지 마찰 계수를 다음과 같이 구하였다.
- [0161] 도 15의 (A)에 도시된 바와 같이, 평탄하고 수평의 유리 기판(1001) 위에, 건조한 양극 집전체, 음극 집전체, 및 세퍼레이터를 놓았다. 구체적으로는, 한쪽 면에 음극 활물질층(1106a)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는 음극 집전체(1105a), 한쪽 면에 음극 활물질층(1106b)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는 음극 집전체(1105b), 세퍼레이터(1103)로 덮이고, 한쪽 면에 양극 활물질층(1102a)을 갖고 다른 쪽 면에 양극 활물질층(1102b)을 갖는 양극 집전체(1101), 한쪽 면에 음극 활물질층(1106c)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는 음극 집전체(1105c), 및 한쪽 면에 음극 활물질층(1106d)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층을 갖지 않는 음극 집전체(1105d)를 유리 기판 측으로부터 순차적으로 적층하였다.
- [0162] 양극 집전체, 음극 집전체, 및 세퍼레이터 상에 평판(1002)과 추(1003)를 올려놓았다. 평판(1002)과 추(1003)에 의한 하중은 $42.2\text{g}/\text{cm}^2$ 이었다.
- [0163] 여기서, 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체(1105a)의 다른 쪽 면과, 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체(1105b)의 다른 쪽 면을 접촉면(1205a)에서 서로 접촉하도록 배치하였다. 마찬가지로, 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체(1105c)의 다른 쪽 면과, 음극 활물질이 제공되지 않은 음극 집전체(1105d)의 다른 쪽 면을 접촉면(1205b)에서 서로 접촉하도록 배치하였다.
- [0164] 그리고, 가장 바깥쪽에 위치하는 음극 집전체(즉, 음극 집전체(1105a) 및 음극 집전체(1105d))의 단부(1004)를 접착 테이프를 기판(1001)에 고정하였다.
- [0165] 그리고, 상술한 공정에서 고정하지 않은 양극 집전체(1101)에 하중 시험기(Aikoh Engineering Co., Ltd 제조의 휴대용 하중 표시 게이지)를 접촉하였다. 하중 시험기를 매초 약 1mm로 수평 방향으로 당겼다.
- [0166] 하중 시험기를 당김으로써 접촉면(1205a) 및 접촉면(1205b)에서 미끄러짐이 일어났다. 양극 집전체(1101)가 1cm 움직일 때까지의 기간의 마찰력의 최대값을 측정하고, 이 측정값을 음극 활물질이 제공되지 않은 다른 쪽

면들 사이의 최대 정지 마찰력으로 하였다.

- [0167] 상술한 측정을 3번 수행한 결과, 음극 활물질이 제공되지 않은 다른 쪽 면들 사이의 최대 정지 마찰력은 4.08N, 4.14N, 및 4.23N이었다.
- [0168] 최대 정지 마찰력, 및 평판(1002)과 추(1003)로 인한 하중으로부터 계산한, 음극 활물질이 제공되지 않은 다른 쪽 면들 사이의 정지 마찰 계수는 0.57, 0.58, 및 0.59이었다.
- [0169] <음극 활물질층과 세퍼레이터 사이의 정지 마찰 계수>
- [0170] 음극 활물질층이 제공된 음극 집전체의 한쪽 면의 정지 마찰 계수, 더 구체적으로는 음극 활물질층이 제공된 음극 집전체의 한쪽 면과, 세퍼레이터 사이의 정지 마찰 계수를 다음과 같이 구하였다.
- [0171] 도 15의 (B)에 도시된 바와 같이, 평탄하고 수평의 유리 기판(1001) 위에, 건조한 양극 집전체, 음극 집전체, 및 세퍼레이터를 놓았다. 구체적으로는, 한쪽 면에 음극 활물질층(1106a)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층(1106b)을 갖는 음극 집전체(1105a), 세퍼레이터(1103)로 덮이고, 한쪽 면에 양극 활물질층(1102a)을 갖고 다른 쪽 면에 양극 활물질층(1102b)을 갖는 양극 집전체(1101), 한쪽 면에 음극 활물질층(1106c)을 갖고 다른 쪽 면에 음극 활물질층(1106d)을 갖는 음극 집전체(1105d)를 유리 기판 측으로부터 순차적으로 적층하였다.
- [0172] 양극 집전체, 음극 집전체, 및 세퍼레이터 상에 평판(1002)과 추(1003)를 올려놓았다. 평판(1002)과 추(1003)에 의한 하중은 $42.2\text{g}/\text{cm}^2$ 이었다.
- [0173] 여기서, 음극 집전체(1105a) 위에 형성된 음극 활물질층(1106b)과, 세퍼레이터(1103)를 접촉면(1005a)에서 서로 접촉하도록 배치하였다. 마찬가지로, 음극 집전체(1105d) 위에 형성된 음극 활물질층(1106c)과, 세퍼레이터(1103)를 접촉면(1005b)에서 접촉하도록 배치하였다.
- [0174] 그리고, 음극 집전체(즉, 음극 집전체(1105a) 및 음극 집전체(1105d))의 단부(1004)를 접착 테이프로 기판(1001)에 고정하였다.
- [0175] 그리고, 상술한 공정에서 고정하지 않은 양극 집전체(1101)에 하중 시험기(Aikoh Engineering Co., Ltd 제조의 휴대용 하중 표시 게이지)를 접촉하였다. 하중 시험기를 매초 약 1mm로 수평 방향으로 당겼다.
- [0176] 하중 시험기를 당김으로써 접촉면(1005a) 및 접촉면(1005b)에서 미끄러짐이 일어났다. 양극 집전체(1101)가 1cm 움직일 때까지의 기간의 마찰력의 최대값을 측정하고, 이 측정값을 음극 활물질이 제공되지 않은 다른 쪽 면들 사이의 최대 정지 마찰력으로 하였다.
- [0177] 상술한 측정을 3번 수행한 결과, 음극 활물질층과 세퍼레이터 사이의 최대 정지 마찰력은 6.23N, 6.15N, 및 6.17N이었다.
- [0178] 최대 정지 마찰력, 및 평판(1002)과 추(1003)로 인한 하중으로부터 구한, 음극 활물질층과 세퍼레이터 사이의 정지 마찰 계수는 0.88, 0.86, 및 0.85이었다.
- [0179] 도 16은 음극 활물질층이 제공되지 않은 다른 쪽 면들 사이의 정지 마찰 계수, 및 음극 활물질층과 세퍼레이터 사이의 정지 마찰 계수를 나타낸 것이다.
- [0180] 음극 활물질층이 제공되지 않은 다른 쪽 면들 사이의 마찰 계수는 음극 활물질층이 제공된 면들 사이의 마찰 계수의 약 0.67배, 즉 음극 활물질층이 제공되지 않은 면들 사이의 접촉면은 마찰이 더 적다. 그러므로, 음극 활물질층이 제공되지 않은 다른 쪽 면들 사이의 접촉면이 형성되기 때문에, 이차 전지가 휘어질 때 생기는, 휘어진 부분의 내경과 외경 사이의 차이에 기인하는 응력을 줄일 수 있다.
- [0181] [실시예 2]
- [0182] 본 실시예에서는, 본 발명의 일 실시형태의 이차 전지를 제작하고, X선 컴퓨터 단층 촬영(X선 CT)으로 이차 전지의 내부를 관찰하였다. 또한, 상기 이차 전지의 충방전 특성을 평가하였다.
- [0183] <이차 전지의 제작>
- [0184] 우선, 본 실시예에서 시료로서 사용한 이차 전지의 재료 및 제작 방법에 대하여 설명한다.
- [0185] 우선, 양극에 대하여 설명한다. 양극 활물질로서 LiCoO_2 를 사용하고, 이에 도전 조제 및 바인더로서 아세틸렌 블랙(AB) 및 폴리플루오르화바이닐리덴(PVDF)을 혼합하였다. LiCoO_2 , AB, 및 PVDF의 혼합물의 비율은 LiCoO_2

90중량%, AB 5중량%, 및 PVDF 5중량%로 하였다. 양극 집전체로서, 두께 20 μm 의 알루미늄을 사용하였다. 양극 집전체의 한쪽 면을 LiCoO_2 , AB, 및 PVDF의 혼합물로 코팅하였다. 이로써, 양극 활물질층을 형성하였다.

- [0186] 다음에, 음극에 대하여 설명한다. 음극 활물질로서 흑연을 사용하고, 이에 도전 조제 및 바인더로서 기체상법 탄소 섬유(VGCF(등록상표)), 카복시메틸 셀룰로스(CMC), 및 스타이렌 뷰타다이엔 고무(SBR)를 혼합하였다. 흑연, VGCF(등록상표), CMC, 및 SBR의 혼합물의 비율은 흑연 96중량%, VGCF(등록상표) 1중량%, CMC 1중량%, 및 SBR 2중량%로 하였다. 음극 집전체로서 두께 18 μm 의 구리를 사용하였다. 음극 집전체의 한쪽 면을 흑연, VGCF(등록상표), CMC, 및 SBR의 혼합물로 코팅하여, 음극 활물질층을 형성하였다.
- [0187] 본 실시예에서는, 양극으로서, 각각 한쪽 면을 양극 활물질층으로 코팅한 6개의 전극을 사용하였다. 음극으로서, 각각 한쪽 면을 음극 활물질층으로 코팅한 6개의 전극을 사용하였다. 즉, 양극 및 음극으로서, 6개의 유닛으로 총 12개의 금속박을 사용하였다.
- [0188] 다음에, 겔 전해질에 포함되는 폴리머로서, 폴리메타크릴레이트계 폴리머인 폴리(다이에틸아미노에틸 메타크릴레이트)를 사용하였다. 더 구체적으로는, 골격으로서 사용한 50g/L의 폴리(다이에틸아미노에틸 메타크릴레이트)(PDMAEMA)와, 가교제로서 사용한 50g/L의 N,N,N',N' -테트라(트라이플루오로메테인설폰일)도데케인-1,6-다이아민(C_{12}TFSA)의 혼합물을 사용하였다. 골격과 가교제의 상술한 조합의 반응은 이 조합을 겔화시키기 위한 가열 처리 등을 수행하지 않고 진행되지만, 반응 속도가 매우 느리기 때문에, 유닛 제작 중에 상기 조합이 겔화될 우려가 거의 없다. 그러나, 상기 조합을 가열하는 것에 의하여 반응이 더 쉽게 진행되어, 제작 공정이 단순화되기 때문에 바람직하다.
- [0189] 겔 전해질에 포함되는 전해액으로서, EC 및 DEC가 중량비 1:1로 혼합된 유기 용매에 1mol/L의 LiPF_6 이 용해된 용액을 사용하였다.
- [0190] 세퍼레이터로서, 폴리프로필렌을 사용하였다.
- [0191] 외장체로서, 알루미늄 래미네이트 필름을 사용하였다.
- [0192] 상술한 재료를 사용하여 유닛을 제작하였다. 구체적으로는, 실시형태 3의 제작 방법에 따라, 세퍼레이터로 덮이고 한쪽 면에 양극 활물질층을 갖는 하나의 양극 집전체, 및 한쪽 면에 음극 활물질층을 갖는 하나의 음극 집전체를 외장체로 덮고, 겔 전해질의 재료인 전해액을 외장체의 내부에 주입하고, 외장체를 밀봉하였다. 또한, 나중의 공정에서 겔 전해질의 제거를 간단하게 하기 위하여, 음극 활물질층이 제공되지 않은 음극 집전체의 면에 미리 약한 접착 시트를 붙였다. 그리고, 전해액에 포함되는 폴리머를 충분히 겔화시켜 겔 전해질로 한 후, 외장체를 개봉하여 유닛을 꺼냈다. 다음에, 음극 집전체로부터 약한 접착 시트를 뗌으로써, 유닛의 바깥쪽 면에 부착된 겔 전해질을 제거하였다.
- [0193] 상술한 바와 같이 제작한 6개의 유닛을 적층하였다. 여기서, 음극 활물질층이 제공되지 않은 음극 집전체의 면들이 서로 마주 보도록 6개의 유닛을 배치하였다.
- [0194] 다음에, 양극 탭과 양극 리드를 초음파 용접에 의하여 용접하고, 음극 탭과 음극 리드를 초음파 용접에 의하여 용접하였다. 그리고, 새로 마련한 외장체로 유닛을 덮었다.
- [0195] <CT 사진>
- [0196] 상술한 바와 같이 하여, 약 300mAh의 용량을 갖는 이차 전지의 시료를 제작하였다. 도 17의 (A)는 상기 이차 전지의 X선 CT 사진이다.
- [0197] 또한, 이차 전지의 시료를 휘고, 곡률 반경 약 40mm의 곡면을 갖는 테두리에 고정하였다. 도 17의 (B)는 이 상태의 이차 전지의 X선 CT 사진이다.
- [0198] 도 17의 (A) 및 (B)의 왼쪽에 초음파 용접에 의하여 용접된 음극 탭이 있다. 도 17의 (A)의 집전체의 오른쪽 단부와 도 17의 (B)의 집전체의 오른쪽 단부의 비교는, 이차 전지를 휜으로써 음극 집전체들 사이의 접촉면이 미끄러져, 서로 접합된 양극과 음극 사이의 거리는 변화되지 않고 일정하게 유지되는 것을 나타낸다.
- [0199] <충방전 특성>
- [0200] 도 17의 (B)에 나타난 바와 같이 휘어진 이차 전지의 시료의 충방전 특성을 평가하였다. 또한 에이징(aging) 처리로서 3사이클의 충방전 후, 4번째 사이클에 충방전 특성을 관찰하였다. 도 17의 (C)는 그 결과를 나타낸 것이다. 상향 곡선은 충전 곡선이고, 하강 곡선은 방전 곡선이다. 0.2C에 상당하는 CCCV 충전 및 종지 전압

4.1V에서 충전을 수행하였다. 0.2C에 상당하는 CC 방전 및 종지 전압 2.5V에서 방전을 수행하였다.

[0201] 도 17의 (C)는 본 실시예의 이차 전지의 시료가 정상적으로 충방전될 수 있는 것을 나타낸다.

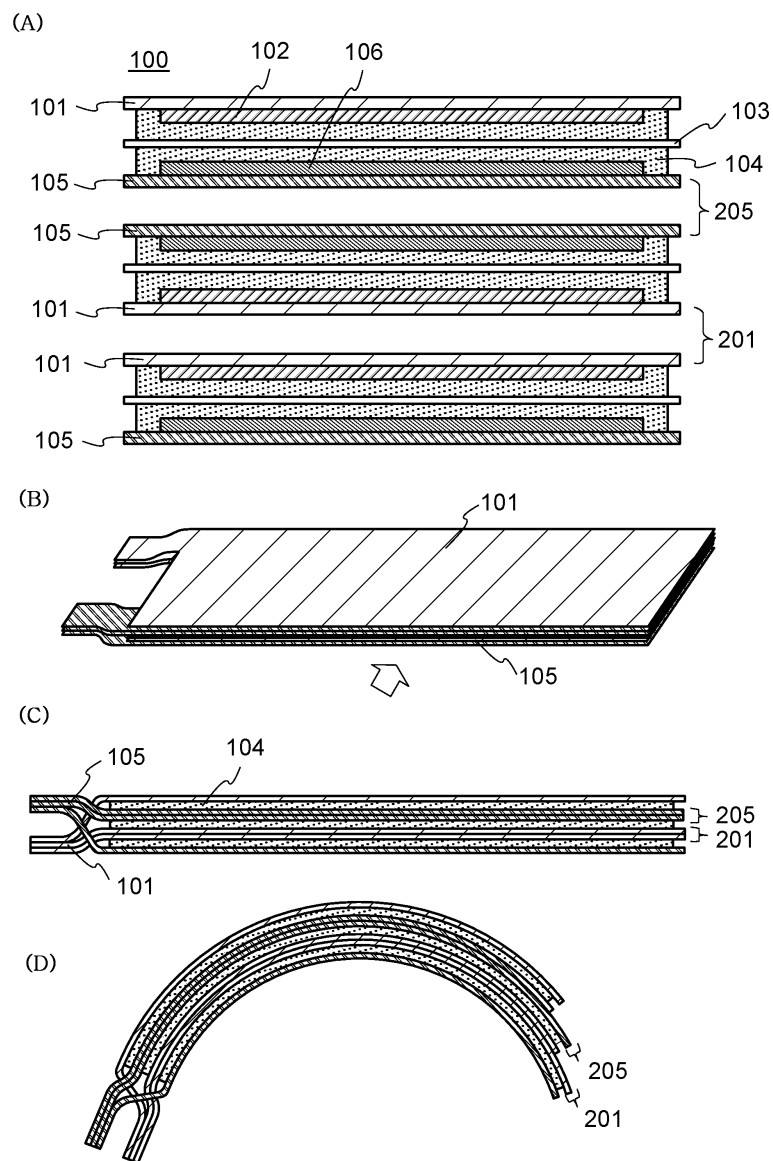
부호의 설명

[0202] 100: 이차 전지, 101: 양극 집전체, 102: 양극 활물질층, 103: 세퍼레이터, 103a: 접착 부분, 104: 겔 전해질, 104a: 전해액, 105: 음극 집전체, 106: 음극 활물질층, 107: 외장체, 107a: 접착 부분, 107b: 변, 111: 양극, 115: 음극, 120: 밀봉층, 121: 양극 리드, 122: 접속 영역, 123: 구부리는 부분, 125: 음극 리드, 201: 접촉면, 203: 접촉면, 205: 접촉면, 301: 부분, 302: 부분, 304b: 표시부, 311: 거리, 400: 안경형 장치, 400a: 테두리, 400b: 표시부, 401: 헤드셋형 장치, 401a: 마이크로폰부, 401b: 플렉시블 파이프, 401c: 이어폰부, 402: 장치, 402a: 하우징, 403: 장치, 403a: 하우징, 404: 완장형 장치, 404a: 본체, 405: 손목시계형 장치, 405a: 표시부, 410: 스톱브, 411: 모듈, 411a: 송풍구, 411b: 외부 단자, 412: 본체, 412a: 개구, 413: 그릴, 860: 전기 자동차, 861: 전지, 862: 제어 회로, 863: 구동 장치, 864: 처리 유닛, 1001: 기관, 1002: 평판, 1004: 단부, 1005a: 접촉면, 1005b: 접촉면, 1101: 양극 집전체, 1102a: 양극 활물질층, 1102b: 양극 활물질층, 1103: 세퍼레이터, 1105a: 음극 집전체, 1105b: 음극 집전체, 1105c: 음극 집전체, 1105d: 음극 집전체, 1106a: 음극 활물질층, 1106b: 음극 활물질층, 1106c: 음극 활물질층, 1106d: 음극 활물질층, 1205a: 접촉면, 및 1205b: 접촉면.

본 출원은 2014년 9월 19일에 일본 특허청에 출원된 일련 번호 2014-190900의 일본 특허 출원에 기초하고, 본 명세서에 그 전문이 참조로 통합된다.

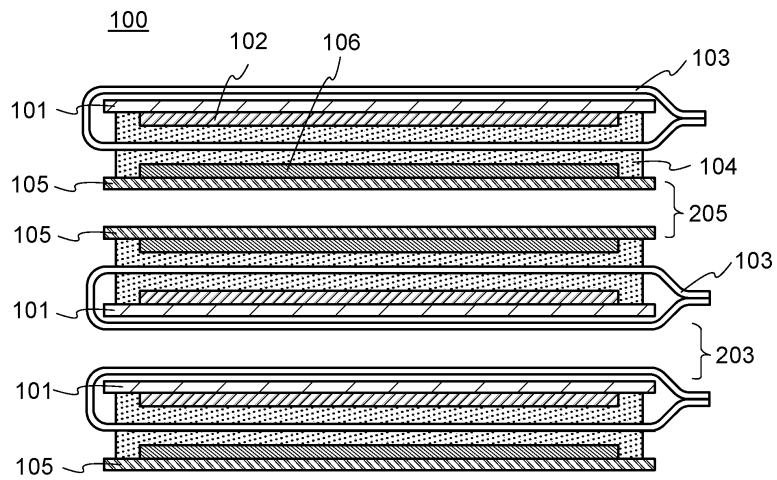
도면

도면1

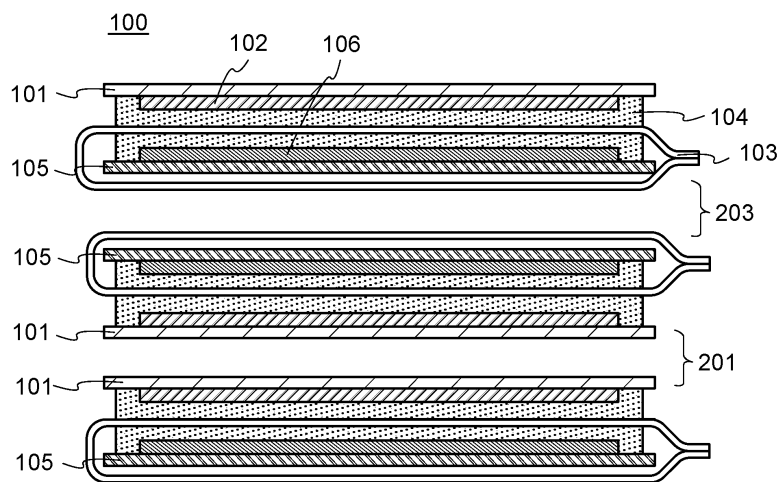


도면2

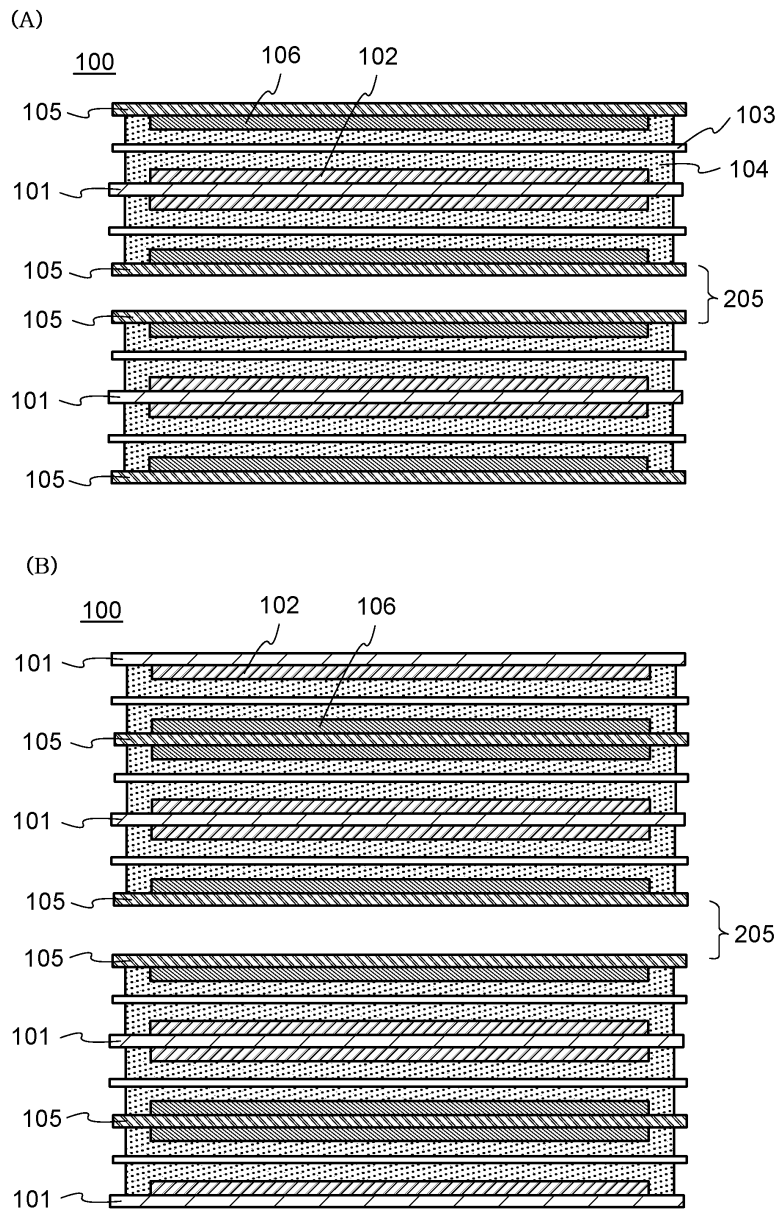
(A)



(B)

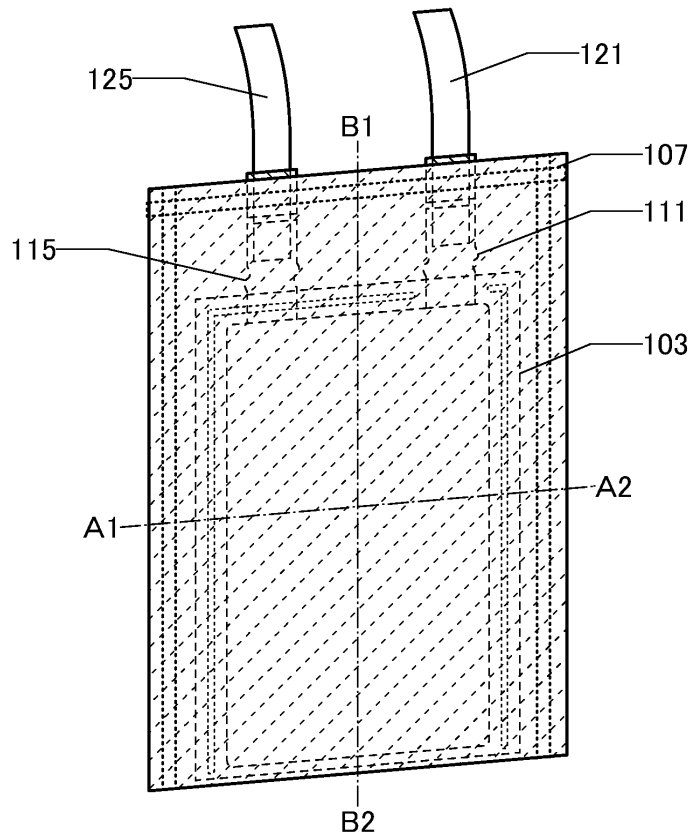


도면3



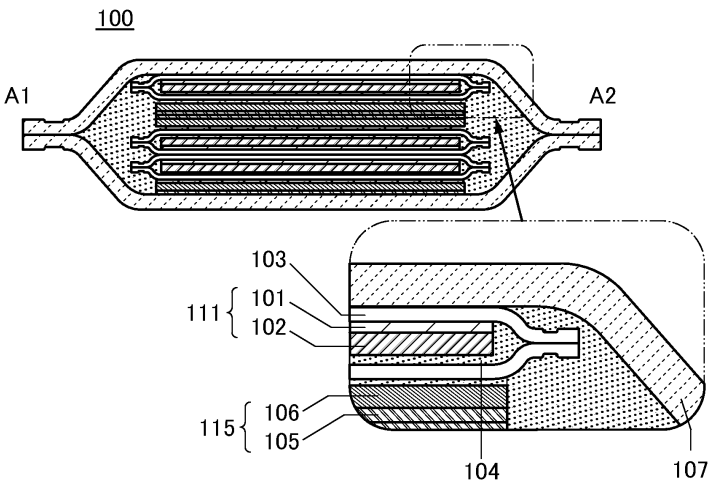
도면4

100

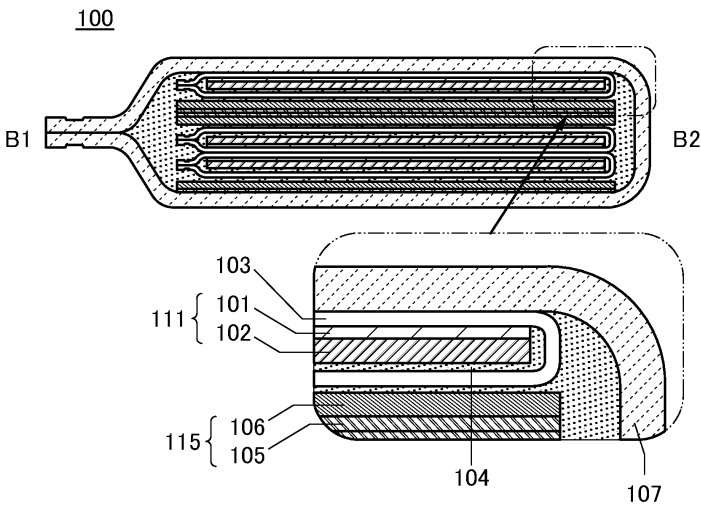


도면5

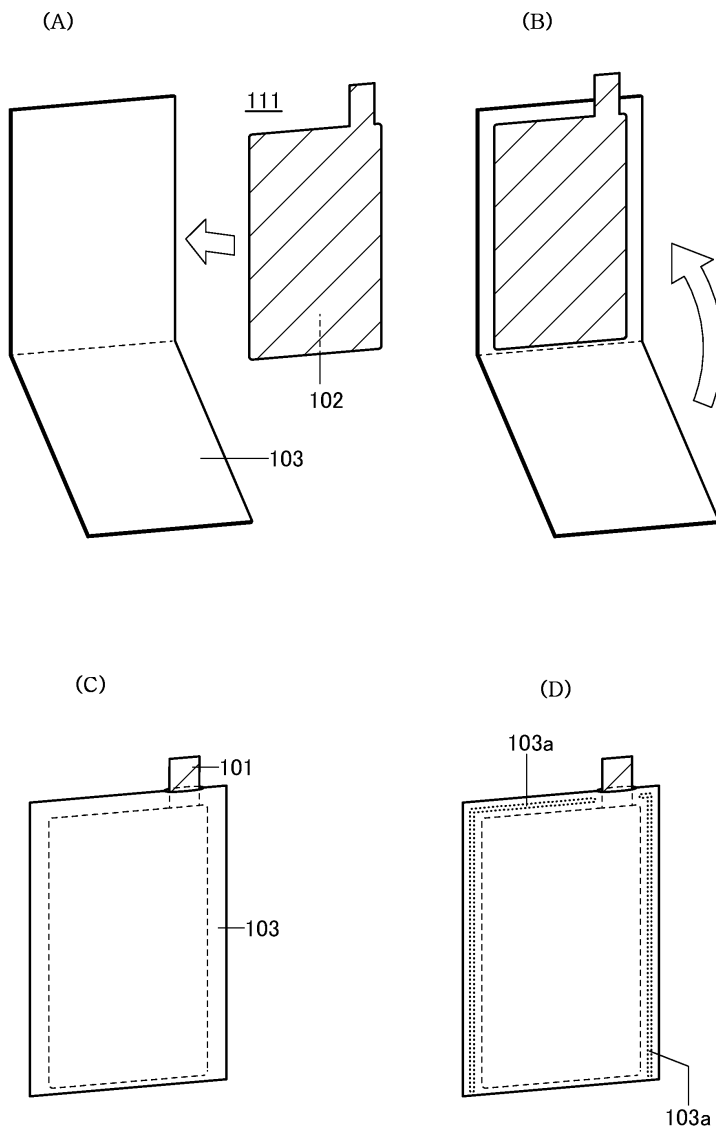
(A)



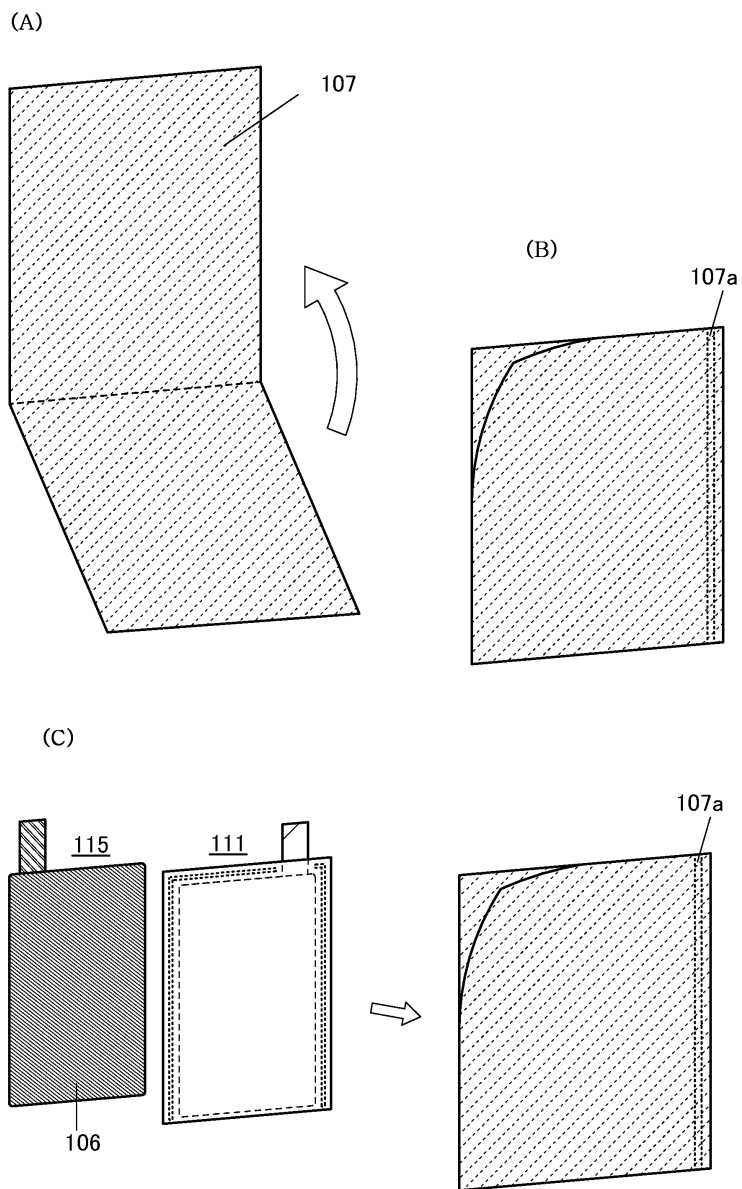
(B)



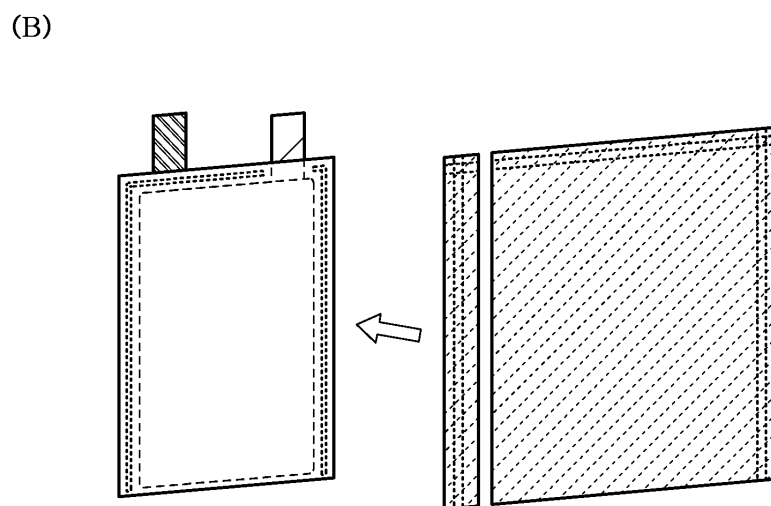
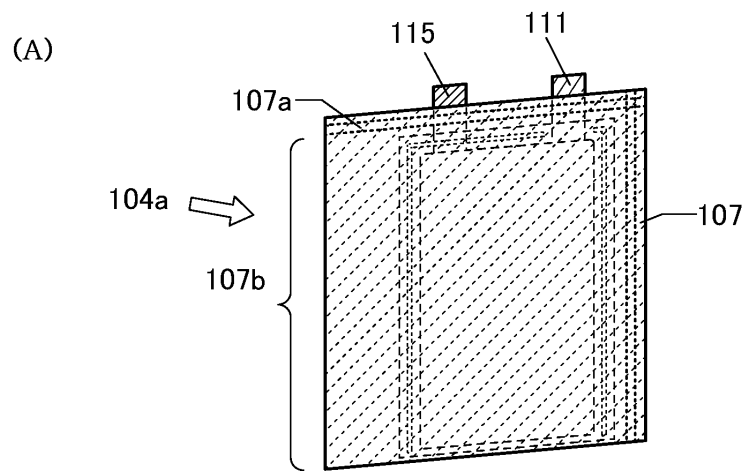
도면6



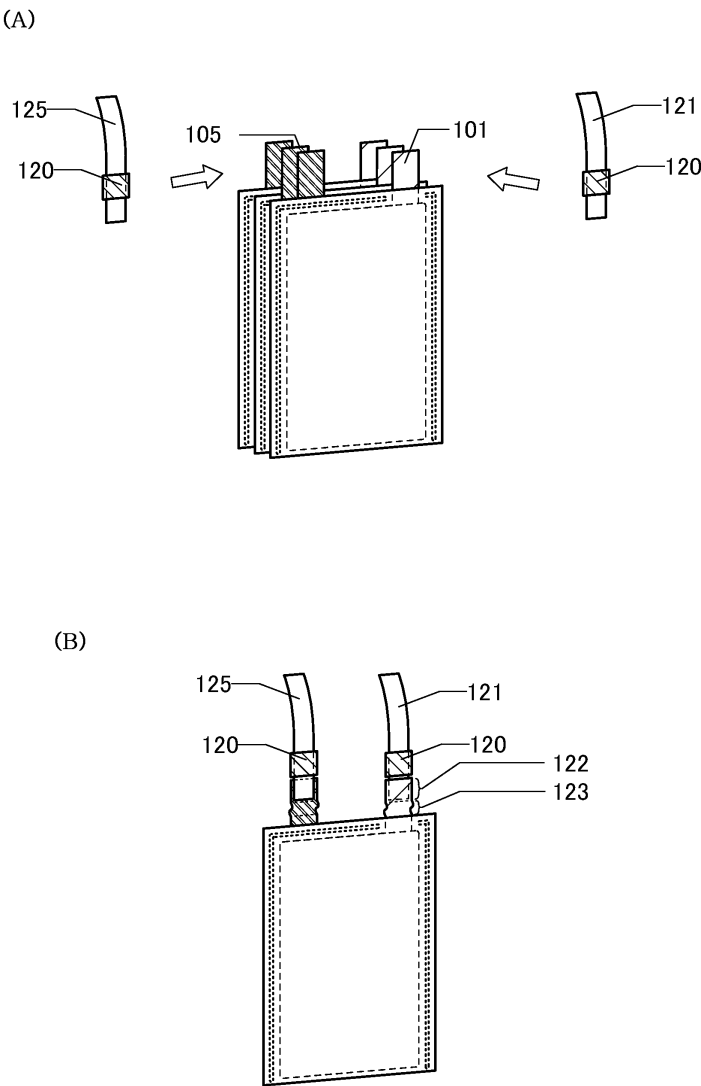
도면7



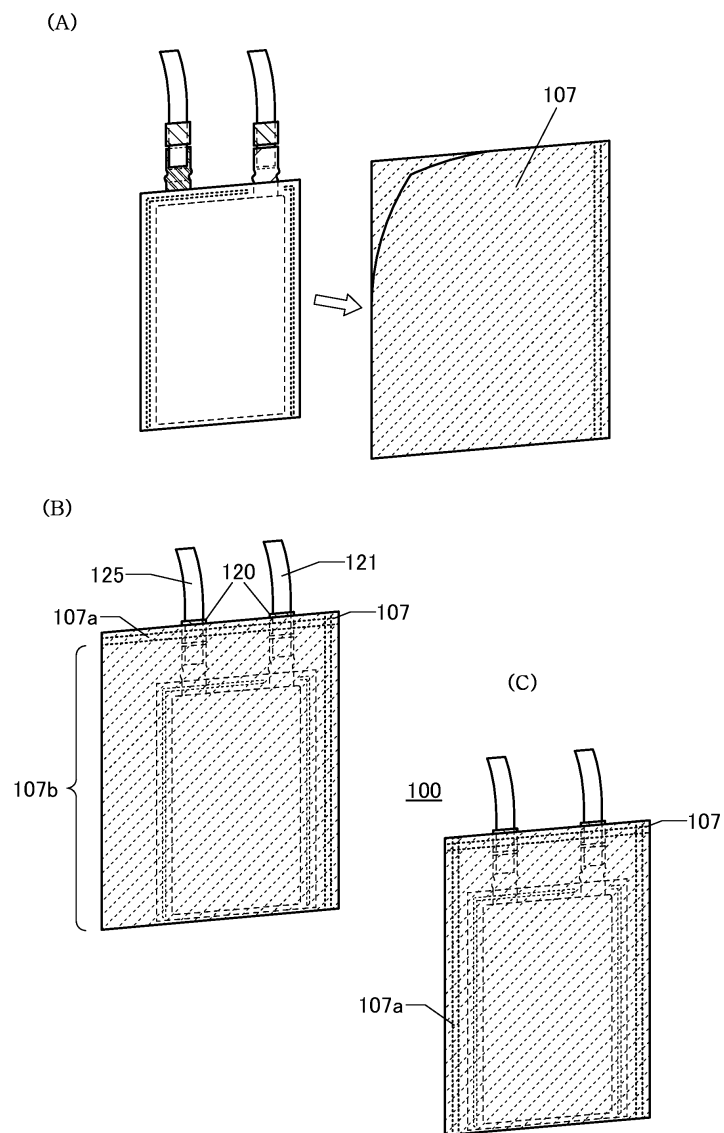
도면8



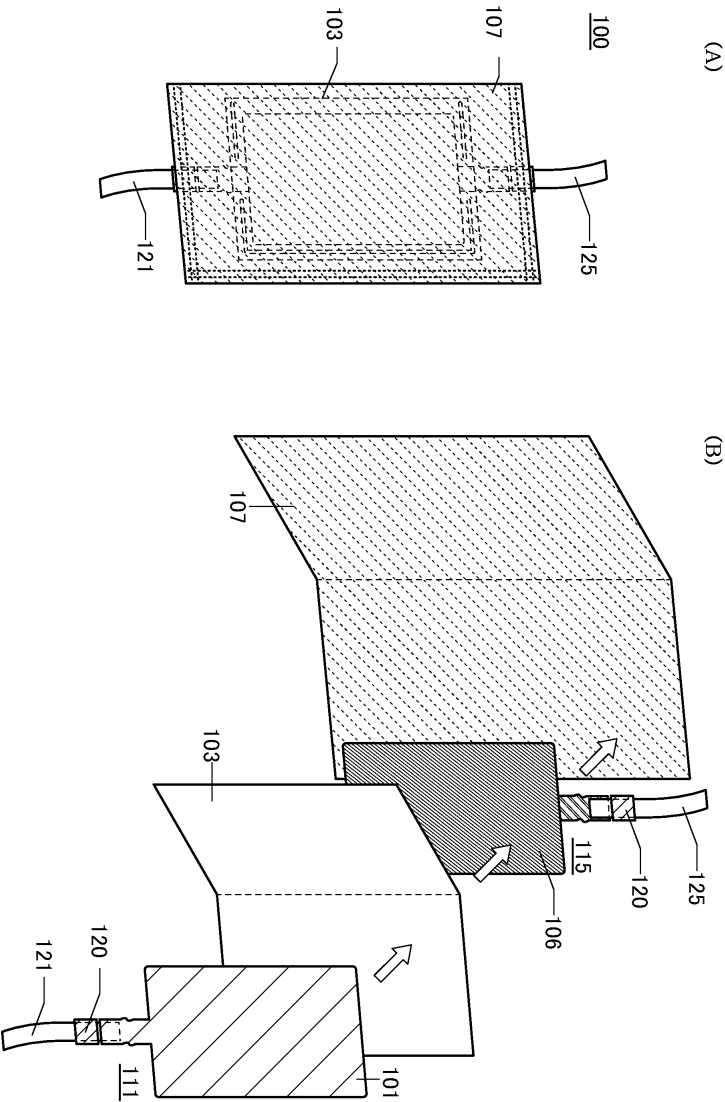
도면9



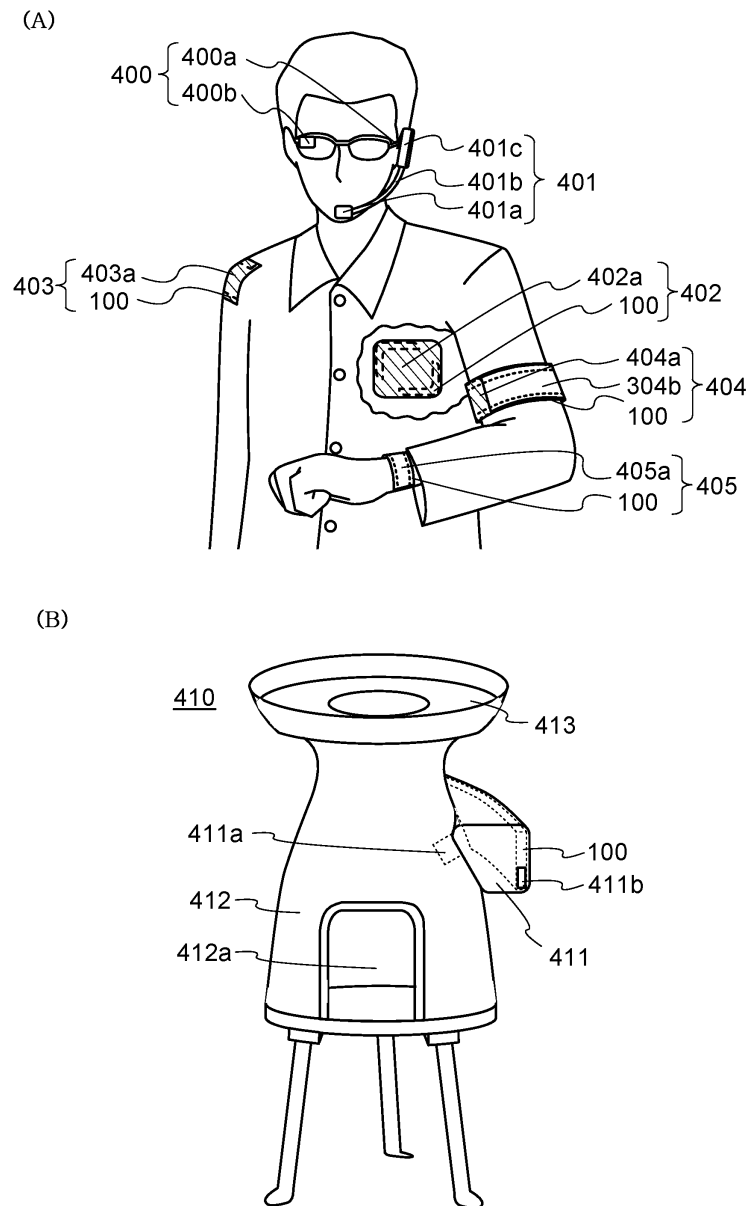
도면10



도면11



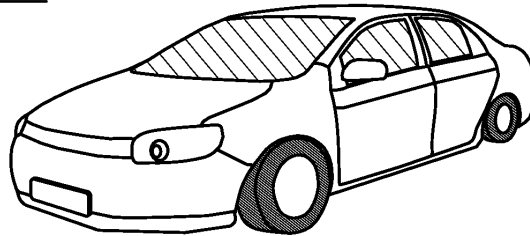
도면12



도면13

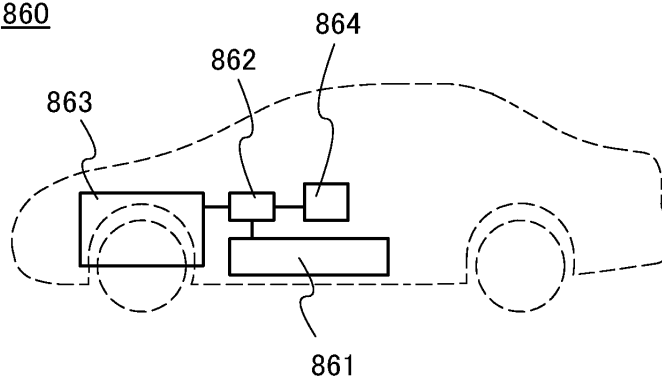
(A)

860

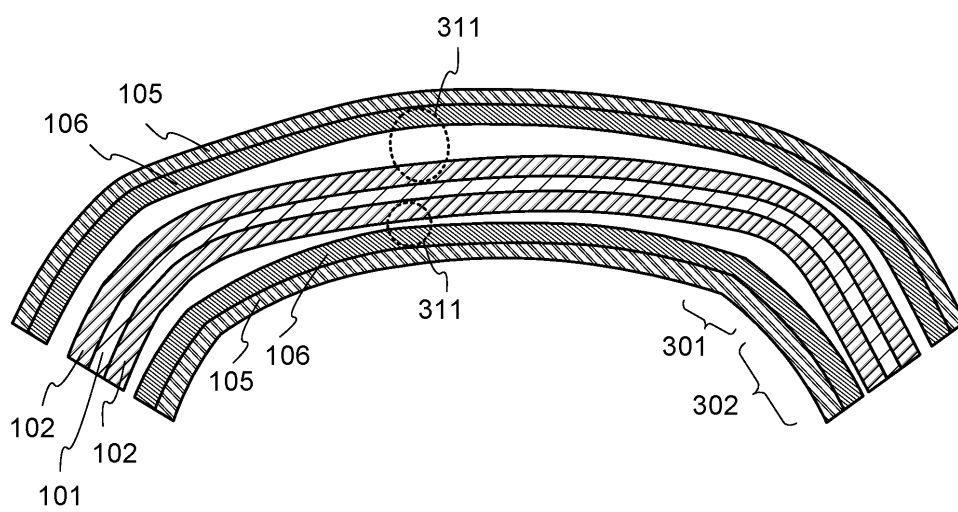


(B)

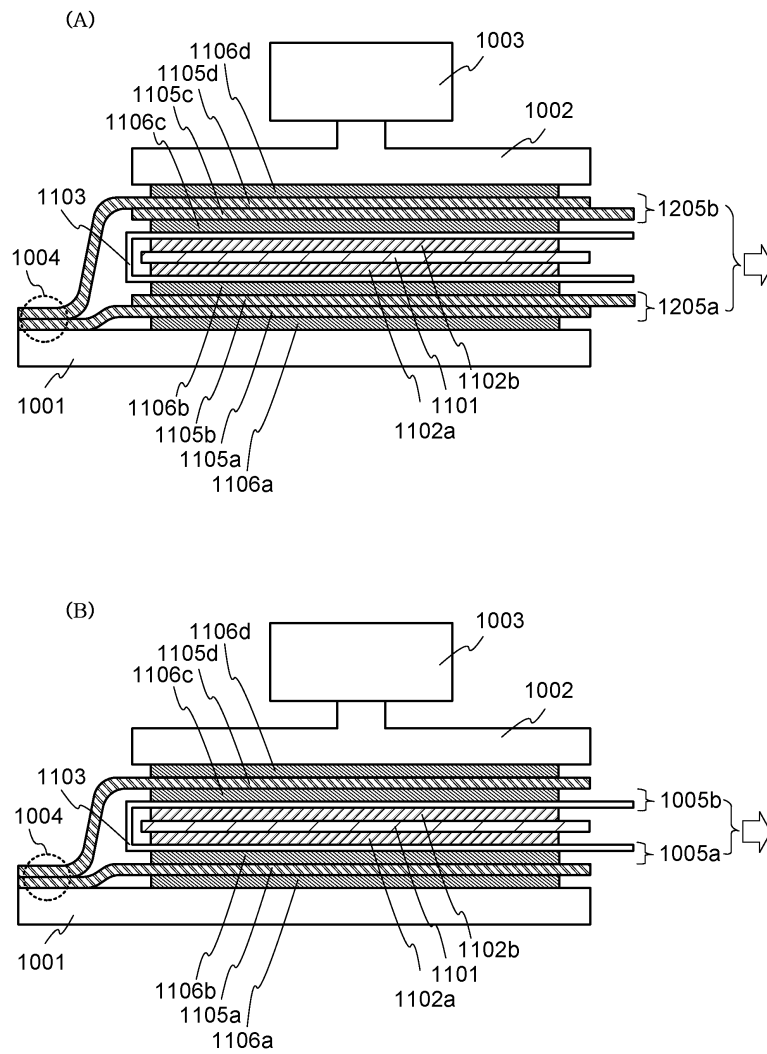
860



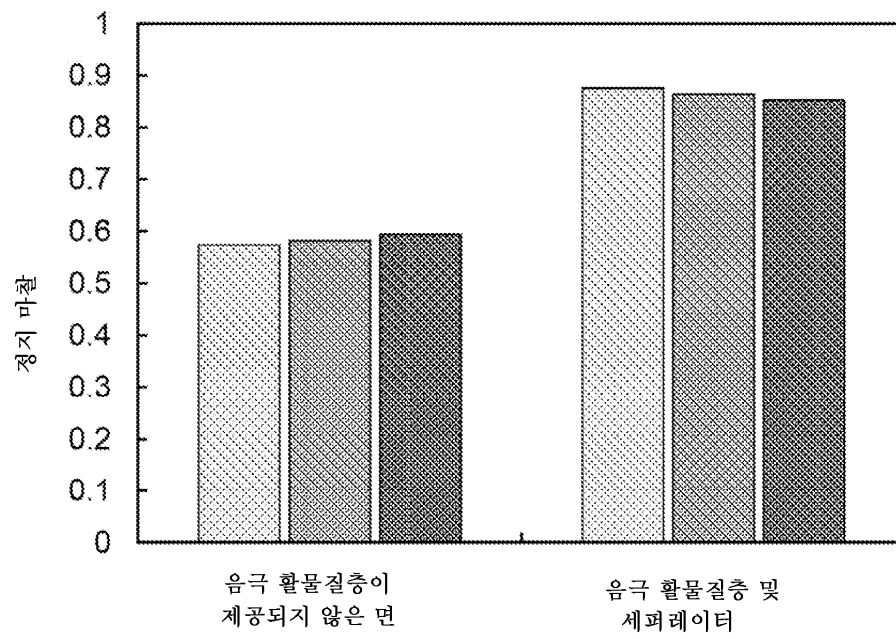
도면14



도면15

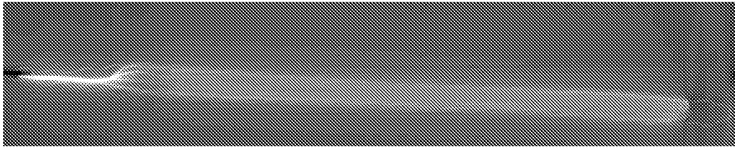


도면16

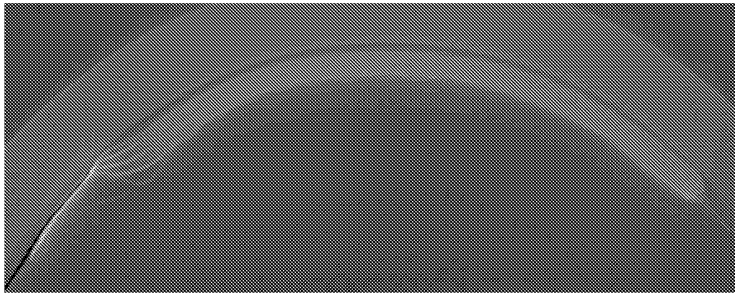


도면17

(A)



(B)



(C)

