



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0095729
(43) 공개일자 2017년08월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 10/0587 (2010.01) H01M 10/056 (2010.01)
H01M 2/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01M 10/0587 (2013.01)
H01M 10/0409 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0010366
- (22) 출원일자 2017년01월23일
심사청구일자 2017년01월23일
- (30) 우선권주장
JP-P-2016-025621 2016년02월15일 일본(JP)

- (71) 출원인
다이요 유덴 가부시카이가이샤
일본국 도쿄도 다이토구 우에노 6초메 16반 20고
- (72) 발명자
가노 고지
일본 도쿄도 다이토구 우에노 6초메 16-20 다이요 유덴 가부시카이가이샤 내
이시이 신지
일본 도쿄도 다이토구 우에노 6초메 16-20 다이요 유덴 가부시카이가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장수길, 이중희

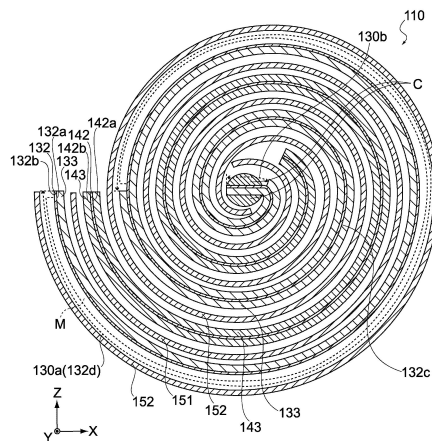
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전기 화학 디바이스 및 전기 화학 디바이스의 제조 방법

(57) 요약

생산성 또한 신뢰성이 우수한 전기 화학 디바이스 및 이 전기 화학 디바이스의 제조 방법을 제공하는 것이다. 본 발명에 따른 전기 화학 디바이스는, 정극, 부극 및 세퍼레이터가 적층되고, 부극의 제1 주면 및 정극의 제3 주면이 권회 내측으로 되고, 부극의 제2 주면 및 정극의 제4 주면이 권회 외측으로 되도록 권회되며, 세퍼레이터가 정극과 부극을 이격하고 있는 전기 화학 디바이스로서, 제1 주면은 세퍼레이터를 개재하여 정극과 대향하고, 제2 주면은 세퍼레이터를 개재하여 정극과 대향하는 제1 영역과, 가장 권회 외측으로서 정극과 대향하지 않는 제2 영역을 갖고, 제2 영역은 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 제1 미도공 영역을 포함하고, 제1 미도공 영역에는 금속 리튬이 접합되고, 전해액에 침지됨으로써, 부극 활물질층에 리튬 이온의 프리도프가 이루어져 있는 전기 화학 디바이스이다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

H01M 10/056 (2013.01)

H01M 2/16 (2013.01)

H01M 2220/20 (2013.01)

Y02E 60/122 (2013.01)

(72) 발명자

요코시마 가즈노리

일본 도쿄도 다이포쿠 우에노 6쵸메 16-20 다이요
유덴 가부시키키가이샤 내

다카하시 히로끼

일본 도쿄도 다이포쿠 우에노 6쵸메 16-20 다이요
유덴 가부시키키가이샤 내

나가세 다카토시

일본 도쿄도 다이포쿠 우에노 6쵸메 16-20 다이요
유덴 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

금속박이며, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체와, 상기 제1 주면과 상기 제2 주면에 형성된 부극 활물질층을 갖는 부극과,

금속박이며, 제3 주면과 상기 제3 주면과는 반대측의 제4 주면을 갖는 정극 집전체와, 상기 제3 주면과 상기 제4 주면에 형성된 정극 활물질층을 갖는 정극과,

상기 정극과 상기 부극을 절연하는 세퍼레이터와,

상기 정극과 상기 부극과 상기 세퍼레이터를 침지하는 전해액을 갖고,

상기 정극, 상기 부극 및 상기 세퍼레이터는 적층되고, 상기 제1 주면 및 상기 제3 주면이 권회 내측으로 되고, 상기 제2 주면 및 상기 제4 주면이 권회 외측으로 되도록 권회되며, 상기 세퍼레이터가 상기 정극과 상기 부극을 이격하고 있는 전기 화학 디바이스로서,

상기 제1 주면은, 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하고,

상기 제2 주면은, 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하는 제1 영역과, 가장 권회 외측으로서 상기 정극과 대향하지 않는 제2 영역을 갖고,

상기 제2 영역은 상기 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 제1 미도공(未塗工) 영역을 포함하고, 상기 제1 미도공 영역에는 금속 리튬이 접합되고, 상기 전해액에 침지됨으로써, 상기 부극 활물질층에 리튬 이온의 프리도프가 이루어져 있는 전기 화학 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 미도공 영역은, 상기 제2 영역의 전체에 형성되어 있는 전기 화학 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 부극은, 상기 제1 영역에 형성된 제1 부극 활물질층과, 상기 제2 영역에 형성되며, 상기 제1 부극 활물질층과 이격하여, 상기 부극 집전체의 단부에 형성된 제2 부극 활물질층을 포함하고,

상기 제1 미도공 영역은, 상기 제1 부극 활물질층과 상기 제2 부극 활물질층 사이에 형성되어 있는 전기 화학 디바이스.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 주면은, 가장 권회 내측의 상기 부극 집전체의 단부에 상기 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 제2 미도공 영역을 포함하는 전기 화학 디바이스.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부극 집전체는 구리를 포함하는 전기 화학 디바이스.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부극 집전체는 복수의 관통 구멍을 갖는 전기 화학 디바이스.

청구항 7

금속박이며, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체의 상기 제1 주면과 상기 제2 주면에 부극 활물질층을 형성하고, 상기 제2 주면에 상기 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 미도공 영역을 형성하여 부극을 제작하는 공정과,

상기 미도공 영역에 금속 리튬을 집합하는 공정과,

금속박이며, 제3 주면과 상기 제3 주면과는 반대측의 제4 주면을 갖는 정극 집전체와, 상기 제3 주면과 상기 제4 주면에 형성된 정극 활물질층을 갖는 정극을 준비하고, 상기 정극, 세퍼레이터 및 상기 부극을 적층하여 적층체를 형성하는 공정과,

상기 적층체를 상기 제1 주면 및 상기 제3 주면이 권회 내측으로 되고, 상기 제2 주면 및 상기 제4 주면이 권회 외측으로 되도록 권회하고, 상기 세퍼레이터가 상기 정극과 상기 부극을 이격하고 있는 축전 소자를 형성하는 공정으로서, 상기 제1 주면은 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하고, 상기 제2 주면은 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하는 제1 영역과, 가장 권회 외측으로서 상기 정극과 대향하지 않는 제2 영역을 갖고, 상기 제2 영역에 상기 미도공 영역이 형성되어 있는 축전 소자를 형성하는 공정과,

상기 축전 소자를 전해액에 침지시켜, 상기 금속 리튬으로부터 상기 부극 활물질층에 리튬 이온을 도프시키는 공정을 구비하는 전기 화학 디바이스의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 부극을 제작하는 공정에서는, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 금속박인 부극 집전체를 준비하고,

상기 제1 주면의 전체에 제1 부극 활물질층을 형성하고, 상기 제2 주면에 소정의 간격을 두고 복수의 제2 부극 활물질층을 형성하고,

제2 부극 활물질층의 사이에서 상기 부극 집전체와 상기 제1 부극 활물질층을 함께 재단하는 전기 화학 디바이스의 제조 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 부극을 제작하는 공정에서는, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 금속박인 부극 집전체를 준비하고,

상기 제1 주면의 전체에 제1 부극 활물질층을 형성하고, 상기 제2 주면에 소정의 간격을 두고 복수의 제2 부극 활물질층을 형성하고,

제2 부극 활물질층, 상기 부극 집전체 및 상기 제1 부극 활물질층을 함께 재단하는 전기 화학 디바이스의 제조 방법.

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 부극 집전체는 구리를 포함하는 전기 화학 디바이스.

청구항 11

제4항에 있어서,

상기 부극 집전체는 복수의 관통 구멍을 갖는 전기 화학 디바이스.

청구항 12

제5항에 있어서,

상기 부극 집전체는 복수의 관통 구멍을 갖는 전기 화학 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 정극, 부극 및 세퍼레이터가 권회되어 구성된 축전 소자를 갖는 전기 화학 디바이스 및 이 전기 화학 디바이스의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 태양광, 풍력 발전 등에 의한 클린 에너지의 축전 시스템이나, 자동차, 하이브리드 전기 자동차 등의 주 전원 또는 보조 전원으로서, 캐패시터 등의 전기 화학 디바이스가 주목받고 있다. 여기서, 전기 이중층 캐패시터는, 고출력이지만 용량이 낮고, 전지는 고용량이지만 출력이 낮다. 따라서, 부극에 리튬을 흡장 가능한 재료를 사용한 리튬 이온 캐패시터는 전기 이중층 캐패시터보다 용량이 높고, 전지보다 장수명이기 때문에, 전지로 부터의 치환 용도가 확대되고 있다.

[0003] 한편, 리튬 이온 캐패시터에서는 리튬 이온을 부극에 도핑하는 프리도프라 불리는 공정을 필요로 한다. 예를 들어, 특허문헌 1에는, 리튬 이온을 흡장 내지 도프시키기 위한 금속 리튬판을 전극군 내에 권회 배치한 리튬 이온 캐패시터가 개시되어 있다.

[0004] 또한, 특허문헌 2에는, 부극 집전체에 활물질층을 적층한 리튬 이온 축전 소자가 개시되어 있고, 부극 집전체 상에 활물질층을 적층하지 않은 영역이 형성되고, 그 영역에 리튬이 배치되어, 프리도프가 이루어지고 있다.

[0005] 또한, 특허문헌 3에는, 리튬 이온 공급원인 리튬 금속과 인접하는 정극과 부극 사이에 적어도 2매 이상의 세퍼레이터를 끼움 장착시킴으로써, 단락 등의 문제 없이 소정량의 리튬 이온을 부극에 도핑할 수 있는 리튬 이온 캐패시터가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2011-139006호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2010-232565호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2009-59732호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같이 리튬 이온의 프리도프가 필요한 전기 화학 디바이스에 있어서, 리튬원의 배치 방법에는, 리튬용 집전체에 리튬을 접촉하고, 리튬용 집전체를 부극 집전체에 접속하는 방법이 있다. 그러나, 리튬용 집전체를 별도로 준비할 필요가 있고, 리튬용 집전체를 부극 집전체에 접속하는 공정도 필요로 되기 때문에 생산성이 낮다고 하는 문제가 있다.

[0008] 또한, 특허문헌 1~3에 기재된 발명에서는, 리튬 이온을 부극에 프리도프할 때에 발생하는 미소한 리튬 분말이 부극과 대향하는 정극에 도달하여, 전압 강하가 발생하기 때문에, 신뢰성이 확보되지 않을 우려도 있다.

[0009] 이상과 같은 사정을 감안하여, 본 발명의 목적은, 생산성 또한 신뢰성이 우수한 전기 화학 디바이스 및 이 전기 화학 디바이스의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 형태에 따른 전기 화학 디바이스는, 부극과, 정극과, 세퍼레이터와,

전해액을 갖는다.

- [0011] 상기 부극은, 금속박이며, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체와, 상기 제1 주면과 상기 제2 주면에 형성된 부극 활물질층을 갖는다.
- [0012] 상기 정극은, 금속박이며, 제3 주면과 상기 제3 주면과는 반대측의 제4 주면을 갖는 정극 집전체와, 상기 제3 주면과 상기 제4 주면에 형성된 정극 활물질층을 갖는다.
- [0013] 상기 세퍼레이터는, 상기 정극과 상기 부극을 절연한다.
- [0014] 상기 전해액은, 상기 정극과 상기 부극과 상기 세퍼레이터를 침지한다.
- [0015] 상기 전기 화학 디바이스는, 상기 정극, 상기 부극 및 상기 세퍼레이터가 적층되고, 상기 제1 주면 및 상기 제3 주면이 권회 내측으로 되고, 상기 제2 주면 및 상기 제4 주면이 권회 외측으로 되도록 권회되며, 상기 세퍼레이터가 상기 정극과 상기 부극을 이격하고 있는 전기 화학 디바이스로서,
- [0016] 상기 제1 주면은, 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하고,
- [0017] 상기 제2 주면은, 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하는 제1 영역과, 가장 권회 외측으로서 상기 정극과 대향하지 않는 제2 영역을 갖고,
- [0018] 상기 제2 영역은 상기 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 제1 미도공 영역을 포함하고, 상기 제1 미도공 영역에는 금속 리튬이 접합되고, 상기 전해액에 침지됨으로써, 상기 부극 활물질층에 리튬 이온의 프리도프가 이루어져 있는 전기 화학 디바이스이다.
- [0019] 이 구성에 의하면, 금속 리튬이, 세퍼레이터를 개재하여 정극과 대향하지 않는 가장 권회 외측의 제2 주면에 접합된다. 이에 의해, 부극에 리튬 이온이 프리도프될 때에, 미소한 리튬 분말이 발생하였다고 해도, 당해 리튬 분말의 정극과의 접촉이 억제된다. 따라서, 부극에의 프리도프의 과정에서 발생하는 리튬 분말의 영향에 의한 문제가 발생하기 어려워져, 지금까지의 리튬 이온 캐패시터보다도 안정된 신뢰성을 확보하는 것이 가능해진다.
- [0020] 또한, 상기 전기 화학 디바이스는, 부극 집전체의 제2 주면에 있어서의 제2 영역을 금속 리튬의 설치면으로서 이용할 수 있다. 이에 의해, 부극에 리튬 이온을 프리도프하기 위해, 리튬용 집전체 등의 부품을 별도로 준비하고, 당해 부품을 부극에 접속하는 공정이 불필요하게 되므로, 생산성을 향상시킬 수도 있다. 따라서, 본 발명에 의해, 생산성 또한 신뢰성이 우수한 전기 화학 디바이스를 제공하는 것이 가능해진다.
- [0021] 상기 제1 미도공 영역은, 상기 제2 영역의 전체에 형성되어 있어도 된다.
- [0022] 이 구성에 의하면, 부극 집전체의 제2 주면에 있어서의 제2 영역의 전체에 금속 리튬을 접촉할 수 있다. 이에 의해, 부극에 충분한 양의 리튬 이온을 프리도프할 수 있어, 캐패시터의 고용량화를 도모할 수 있다.
- [0023] 상기 부극은, 상기 제1 영역에 형성된 제1 부극 활물질층과, 상기 제2 영역에 형성되며, 상기 제1 부극 활물질층과 이격하여, 상기 부극 집전체의 단부에 형성된 제2 부극 활물질층을 포함하고,
- [0024] 상기 제1 미도공 영역은, 상기 제1 부극 활물질층과 상기 제2 부극 활물질층 사이에 형성되어 있어도 된다.
- [0025] 부극 집전체의 단부에 제2 부극 활물질층이 형성됨으로써, 부극 집전체의 절단면에 의한 세퍼레이터의 파손을 방지할 수 있다.
- [0026] 상기 제2 주면은, 가장 권회 내측의 상기 부극 집전체의 단부에 상기 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 제2 미도공 영역을 포함해도 된다.
- [0027] 이에 의해, 캐패시터의 충방전에 관여하지 않는 가장 권회 외측의 부극 활물질층의 일부가 제거되어, 축전 소자의 콤팩트화를 도모하는 것이 가능해진다.
- [0028] 상기 부극 집전체는, 구리를 포함하는 것이어도 된다.
- [0029] 구리는, 얇아도 강도가 있고, 유연성도 높기 때문에, 부극 집전체의 재료로서 적합하다. 구리와 금속 리튬을 압착함으로써, 압착된 계면에 전해액이 인입되는 것에 의한 계면측으로부터의 금속 리튬의 용융이 억제됨과 함께, 부극 집전체와 금속 리튬의 도통이 유지된다. 이에 의해, 리튬 이온을 적정하게 부극에 프리도프할 수 있다.
- [0030] 상기 부극 집전체는, 복수의 관통 구멍을 가져도 된다.

- [0031] 부극 집전체에 관통 구멍을 형성함으로써, 부극에의 리튬 이온의 프리도프의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0032] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 방법은,
- [0033] 금속박이며 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체의 상기 제1 주면과 상기 제2 주면에 부극 활물질층을 형성하고, 상기 제2 주면에 상기 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 미도공 영역을 형성하여 부극을 제작하는 공정과,
- [0034] 상기 미도공 영역에 금속 리튬을 접합하는 공정과,
- [0035] 금속박이며, 제3 주면과 상기 제3 주면과는 반대측의 제4 주면을 갖는 정극 활물질층과, 상기 제3 주면과 상기 제4 주면에 형성된 정극 활물질층을 갖는 정극을 준비하고, 상기 정극, 세퍼레이터 및 상기 부극을 적층하여 적층체를 형성하는 공정과,
- [0036] 상기 적층체를 상기 제1 주면 및 상기 제3 주면이 권회 내측으로 되고, 상기 제2 주면 및 상기 제4 주면이 권회 외측으로 되도록 권회하고, 상기 세퍼레이터가 상기 정극과 상기 부극을 이격하고 있는 축전 소자를 형성하는 공정으로서, 상기 제1 주면은 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하고, 상기 제2 주면은 상기 세퍼레이터를 개재하여 상기 정극과 대향하는 제1 영역과, 가장 권회 외측으로서 상기 정극과 대향하지 않는 제2 영역을 갖고, 상기 제2 영역에 상기 미도공 영역이 형성되어 있는 축전 소자를 형성하는 공정과,
- [0037] 상기 축전 소자를 전해액에 침지시켜, 상기 금속 리튬으로부터 상기 부극 활물질층에 리튬 이온을 도프시키는 공정을 구비한다.
- [0038] 상기 부극을 제작하는 공정에서는, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 금속박인 부극 집전체를 준비하고,
- [0039] 상기 제1 주면의 전체에 제1 부극 활물질층을 형성하고, 상기 제2 주면에 소정의 간격을 두고 복수의 제2 부극 활물질층을 형성하고,
- [0040] 제2 부극 활물질층의 사이에서 상기 부극 집전체와 상기 제1 부극 활물질층을 함께 재단해도 된다.
- [0041] 상기 부극을 제작하는 공정에서는, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 금속박인 부극 집전체를 준비하고,
- [0042] 상기 제1 주면의 전체에 제1 부극 활물질층을 형성하고, 상기 제2 주면에 소정의 간격을 두고 복수의 제2 부극 활물질층을 형성하고,
- [0043] 제2 부극 활물질층, 상기 부극 집전체 및 상기 제1 부극 활물질층을 함께 재단해도 된다.

발명의 효과

- [0044] 이상과 같이, 본 발명에 따르면 생산성 또한 신뢰성이 우수한 전기 화학 디바이스 및 이 전기 화학 디바이스의 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 구성을 도시하는 사시도.
- 도 2는 상기 실시 형태의 축전 소자의 사시도.
- 도 3은 상기 실시 형태의 축전 소자의 확대 단면도.
- 도 4는 상기 실시 형태의 권회 전의 부극을 도시하는 모식도.
- 도 5는 상기 실시 형태의 권회 전의 정극을 도시하는 모식도.
- 도 6은 상기 실시 형태의 축전 소자의 단면도.
- 도 7은 상기 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도.
- 도 8은 상기 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도.
- 도 9는 상기 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도.

- 도 10은 상기 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도.
- 도 11은 상기 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도.
- 도 12는 상기 실시 형태의 변형예에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도.
- 도 13은 상기 실시 형태의 변형예에 따른 축전 소자의 단면도.
- 도 14는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 전기 화학 디바이스의 특성 시험의 결과를 나타내는 표.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0046] 본 발명의 전기 화학 디바이스에 대하여 설명한다. 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스는, 리튬 이온 캐패시터 등의, 전하의 수송에 리튬 이온을 이용하는 전기 화학 디바이스이다.
- [0047] [전기 화학 디바이스의 구성]
- [0048] 도 1은 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)의 구성을 도시하는 사시도이다. 도 1에 도시한 바와 같이 전기 화학 디바이스(100)는 축전 소자(110)가 용기(120)(덮개 및 단자는 도시 생략)에 수용되어 구성되어 있다. 용기(120) 내에는, 축전 소자(110)와 함께 전해액이 수용되어 있다.
- [0049] 도 2는 축전 소자(110)의 사시도이고, 도 3은 축전 소자(110)의 확대 단면도이다. 도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 축전 소자(110)는 부극(130), 정극(140) 및 세퍼레이터(150)를 갖고, 이들이 적층된 적층체가 권회심 C의 주위로 권회되어 구성되어 있다. 또한, 이하의 도면에 있어서 X, Y 및 Z 방향은 서로 직교하는 3방향이다. 또한, 권회심 C는 반드시 설치되어 있지는 않아도 된다.
- [0050] 축전 소자(110)를 구성하는 부극(130), 정극(140), 세퍼레이터(150)의 적층순은, 도 2에 도시한 바와 같이, 권회심 C측을 향하여(권회 외측으로부터) 세퍼레이터(150), 부극(130), 세퍼레이터(150), 정극(140)의 순으로 된다. 또한, 축전 소자(110)는 도 2에 도시한 바와 같이 부극 단자(131)와 정극 단자(141)를 갖는다. 부극 단자(131)는 부극, 정극 단자(141)는 정극에 접속되고, 도 2에 도시한 바와 같이, 각각 축전 소자(110)의 외부로 인출되어 있다.
- [0051] 부극(130)은, 도 3에 도시한 바와 같이, 부극 집전체(132) 및 부극 활물질층(133)을 갖는다. 부극 집전체(132)는 도전성 재료를 포함하고, 구리박 등의 금속박인 것으로 할 수 있다. 부극 집전체(132)는 표면이 화학적 또는 기계적으로 조면화된 금속박이나, 관통 구멍이 형성된 금속박이어도 되고, 본 실시 형태에서는 전형적으로는 관통 구멍이 형성된 금속박이 채용된다.
- [0052] 부극 활물질층(133)은 부극 집전체(132) 상에 형성되어 있다. 부극 활물질층(133)의 재료는, 부극 활물질이 바인더 수지와 혼합된 것으로 할 수 있고, 도전 보조재를 더 포함해도 된다. 부극 활물질은, 전해액 내의 리튬 이온이 흡착 가능한 재료이며, 예를 들어 난흑연화 탄소(하드 카본), 그래파이트나 소프트 카본 등의 탄소계 재료를 사용할 수 있다.
- [0053] 바인더 수지는, 부극 활물질을 접합하는 합성 수지이며, 예를 들어 스티렌부타디엔 고무, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 방향족 폴리아미드, 카르복시메틸셀룰로오스, 불소계 고무, 폴리비닐리덴플루오라이드, 이소프렌 고무, 부타디엔 고무 및 에틸렌프로필렌계 고무 등을 사용해도 된다.
- [0054] 도전 보조제는, 도전성 재료를 포함하는 입자이며, 부극 활물질의 사이에서의 도전성을 향상시킨다. 도전 보조제는, 예를 들어 흑연이나 카본 블랙 등의 탄소 재료를 들 수 있다. 이들은 단독이어도 되고, 복수종이 혼합되어도 된다. 또한, 도전 보조제는, 도전성을 갖는 재료이면, 금속 재료 또는 도전성 고분자 등이어도 된다.
- [0055] 도 4는 권회 전의 부극(130)을 도시하는 모식도이며, 도 4의 (a)는 측면도, 도 4의 (b)는 Z 방향으로부터 본 도면이다. 본 실시 형태에 따른 부극(130)은 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 부극 집전체(132)의 제1 주면(132a) 및 제2 주면(132b)의 양면에 부극 활물질층(133)이 형성되어 있다.
- [0056] 여기서, 부극(130)은, 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 제2 주면(132b)에 부극 활물질층(133)이 형성되어 있지 않은 제1 및 제2 미도공 영역(130a, 130b)과, 박리 영역(130c)이 형성되어 있다.
- [0057] 제1 미도공 영역(130a) 내의 부극 집전체(132)에는, 도 4의 (b)에 도시한 바와 같이, 리튬 이온의 공급원으로 되는 금속 리튬 M이 접합된다. 금속 리튬 M의 형상은 특별히 한정되지 않지만, 축전 소자(110)의 두께를 저감하기 위해, 박 형상이 적합하다. 금속 리튬 M은, 후술하는 리튬 이온의 프리도프에 있어서 부극 활물질층(13

3)에 도프 가능한 정도의 양으로 할 수 있다.

- [0058] 제1 미도공 영역(130a)과 제2 미도공 영역(130b)의 X 방향의 길이는 특별히 한정되지 않지만, 제2 미도공 영역(130b)의 X 방향의 길이는, 적합하게는 권회심 C의 직경에 대하여 $1/2\pi$ 배 정도의 길이이다.
- [0059] 박리 영역(130c) 내의 부극 집전체(132)에는, 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 부극 단자(131)가 접속되고, 부극(130)의 외부로 인출되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 따른 박리 영역(130c)은 박리 영역(130c) 내의 부극 집전체(132)가 노출되지 않도록, 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 테이프 T에 의해 밀봉되어 있다. 테이프 T의 종류는 특별히 한정되지 않고, 적합하게는 내열성 또한 전해액의 용제에 대하여 내용제성을 갖는 것이 채용된다. 부극 단자(131)는, 예를 들어 구리 단자이다.
- [0060] 정극(140)은, 도 3에 도시한 바와 같이, 정극 집전체(142) 및 정극 활물질층(143)을 갖는다. 정극 집전체(142)는 도전성 재료를 포함하고, 알루미늄박 등의 금속박인 것으로 할 수 있다. 정극 집전체(142)는 표면이 화학적 또는 기계적으로 조면화된 금속박이나, 관통 구멍이 형성된 금속박이어도 된다.
- [0061] 정극 활물질층(143)은 정극 집전체(142) 상에 형성되어 있다. 정극 활물질층(143)의 재료는, 정극 활물질이 바인더 수지와 혼합된 것으로 할 수 있고, 도전 보조제를 더 포함해도 된다. 정극 활물질은, 전해액 내의 리튬 이온 및 음이온이 흡착 가능한 재료이며, 예를 들어 활성탄이나 폴리아센 탄화물 등을 이용할 수 있다.
- [0062] 바인더 수지는, 정극 활물질을 접합하는 합성 수지이며, 예를 들어 스티렌부타디엔 고무, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 방향족 폴리아미드, 카르복시메틸셀룰로오스, 불소계 고무, 폴리비닐리덴플루오라이드, 이소프렌 고무, 부타디엔 고무 및 에틸렌프로필렌계 고무 등을 사용해도 된다.
- [0063] 도전 보조제는, 도전성 재료를 포함하는 입자이며, 정극 활물질의 사이에서의 도전성을 향상시킨다. 도전 보조제는, 예를 들어 흑연이나 카본 블랙 등의 탄소 재료를 들 수 있다. 이들은 단독이어도 되고, 복수종이 혼합되어도 된다. 또한, 도전 보조제는, 도전성을 갖는 재료이면, 금속 재료 또는 도전성 고분자 등이어도 된다.
- [0064] 도 5는 권회 전의 정극(140)을 도시하는 모식도이며, 도 5의 (a)는 측면도, 도 5의 (b)는 평면도이다. 본 실시 형태에 따른 정극(140)은, 도 5의 (a)에 도시한 바와 같이, 정극 집전체(142)의 제3 주면(142a)과 제4 주면(142b)의 양면에 정극 활물질층(143)이 형성되고, 제3 주면(142a)에 정극 활물질층(143)이 형성되어 있지 않은 박리 영역(140a)이 형성되어 있다.
- [0065] 여기서, 박리 영역(140a) 내의 정극 집전체(142)에는, 도 5에 도시한 바와 같이, 정극 단자(141)가 접속되고, 정극(140)의 외부로 인출되어 있다. 또한, 정극(140)에 있어서, 정극 단자(141)가 배치되는 박리 영역(140a)은 제4 주면(142b)에 형성되어도 된다. 또한, 박리 영역(140a)은 테이프 등으로 밀봉되어 있어도 된다. 정극 단자(141)는, 예를 들어 알루미늄 단자이다.
- [0066] 세퍼레이터(150)는 부극(130)과 정극(140)을 절연하고, 도 3에 도시한 바와 같이, 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)를 갖는다.
- [0067] 제1 세퍼레이터(151)와 제2 세퍼레이터(152)는 부극(130)과 정극(140)을 이격하고, 후술하는 전해액 중에 포함되는 이온을 투과한다. 구체적으로는, 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)는 직포, 부직포, 합성 수지 미다공막 등인 것으로 할 수 있다. 또한, 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)는 연속한 1매의 세퍼레이터이어도 된다.
- [0068] 도 6은 축전 소자(110)의 단면도이다(부극 단자(131) 및 정극 단자(141)는 도시 생략). 본 실시 형태에 따른 축전 소자(110)는, 도 6에 도시한 바와 같이, 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)를 개재하여 부극(130)과 정극(140)이 적층되어, 권회되어 있다. 구체적으로는, 부극 집전체(132)의 제1 주면(132a)과 정극 집전체(142)의 제3 주면(142a)이 권회 내측으로 되고, 부극 집전체(132)의 제2 주면(132b)과 정극 집전체(142)의 제4 주면(142b)이 권회 외측으로 되도록 구성되어 있다.
- [0069] 여기서, 축전 소자(110)는 가장 권회 외측(최외주)의 전극이 부극(130)으로 되는 구성이며, 도 6에 도시한 바와 같이, 가장 권회 외측의 부극 집전체(132)의 제2 주면(132b)에 제1 미도공 영역(130a)이 형성되고, 가장 권회 내측의 부극 집전체(132)의 단부에 제2 미도공 영역(130b)이 형성된다.
- [0070] 또한, 부극 집전체(132)의 제1 주면(132a)은, 도 6에 도시한 바와 같이, 제1 세퍼레이터(151)를 개재하여 정극(140)(정극 활물질층(143))과 대향하고 있다. 제2 주면(132b)은, 도 6에 도시한 바와 같이, 제2 세퍼레이터(152)를 개재하여 정극(140)(정극 활물질층(143))과 대향하는 제1 영역(132c)과, 가장 권회 외측으로 되며 제2

세퍼레이터(152)를 개재하여 정극(140)(정극 활물질층(143))과 대향하지 않는 제2 영역(132d)을 갖는다.

- [0071] 제2 주면(132b)은 도 6에 도시한 바와 같이 제2 미도공 영역(130b)을 포함하고, 제2 영역(132d)은 제1 미도공 영역(130a)을 포함한다. 본 실시 형태에 따른 제1 미도공 영역(130a)은 도 6에 도시한 바와 같이 제2 영역(132d)의 전체에 형성되며, 금속 리튬 M이 배치된다. 또한, 제1 미도공 영역(130a)은 반드시 제2 영역(132d)의 전체에 형성되어 있지는 않아도 되고, 제2 영역(132d)의 일부에 형성되어도 된다.
- [0072] 용기(120)는 축전 소자(110)를 수용한다. 용기(120)의 상면 및 하면은 도시하지 않은 덮개에 의해 폐색되는 것으로 할 수 있다. 용기(120)의 재질은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 알루미늄, 티타늄, 니켈, 철을 주성분으로 하는 금속 또는 스테인리스 등을 포함하는 것으로 할 수 있다.
- [0073] 전기 화학 디바이스(100)는 이상과 같이 구성되어 있다. 축전 소자(110)와 함께 용기(120)에 수용되는 전해액은, 리튬 이온과 음이온을 포함하는 액체, 예를 들어 LiBF_4 나 LiPF_6 를 전해질로 하여 용제(탄산에스테르 등)에 용해시킨 액체로 할 수 있다.
- [0074] [전기 화학 디바이스의 효과]
- [0075] 다음에, 전기 화학 디바이스(100)의 효과에 대하여 설명한다. 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)는 금속 리튬 M이 접합된 축전 소자(110)가 전해액과 접촉하면, 금속 리튬 M이 산화 용해되어, 금속 리튬 M으로부터 리튬 이온(Li^+)과 전자(e^-)가 발생한다. 이에 의해, 리튬 이온이 전해액 중에 확산되어, 부극 활물질층(133)에 포함되는 부극 활물질에 도핑되고, 전자가 부극(130)에 흐른다. 이 상태에서 에이징됨으로써, 부극(130)(부극 활물질층(133))에 리튬 이온의 프리도프가 실시된다.
- [0076] 여기서, 지금까지의 일반적인 리튬 이온 캐패시터에서는, 부극에 리튬 이온을 프리도프하는 방법으로서, 금속 리튬이 접촉된 리튬용 집전체가 부극에 접속된 축전 소자를 전해액에 침지시키는 방법이 널리 행해지고 있다. 그러나, 이와 같은 방법에서는, 리튬용 집전체를 별도로 준비할 필요가 있고, 리튬용 집전체를 부극 집전체에 접속하는 공정도 필요로 되기 때문에 생산성이 낮다고 하는 문제가 있다.
- [0077] 또한, 상기와 같은 리튬 이온 캐패시터에서는, 부극에 리튬 이온을 프리도프 할 때에, 프리도프의 과정에서 발생하는 미소한 리튬 분말에 의해 전압 저하 등의 문제가 발생하여, 캐패시터의 신뢰성이 확보되지 않을 우려도 있다.
- [0078] 이에 반해, 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)는, 도 6에 도시한 바와 같이, 리튬 이온의 공급원으로 되는 금속 리튬 M이, 세퍼레이터(150)를 개재하여 정극(140)과 대향하지 않는 가장 권회 외측의 제2 주면(132b)에 접합된다.
- [0079] 이에 의해, 부극(130)에 리튬 이온이 프리도프될 때에, 미소한 리튬 분말이 발생하였다고 해도, 당해 리튬 분말의 정극(140)과의 접촉이 억제된다. 따라서, 부극(130)에의 프리도프의 과정에서 발생하는 리튬 분말의 영향에 의한 문제가 발생하기 어려워져, 지금까지의 리튬 이온 캐패시터보다도 안정된 신뢰성을 확보하는 것이 가능해진다.
- [0080] 또한, 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)는, 도 6에 도시한 바와 같이, 제2 주면(132b)에 있어서의 가장 권회 외측의 제2 영역(132d)의 전체에 금속 리튬 M을 접착할 수 있으므로, 부극(130)에 충분한 양의 리튬 이온을 프리도프할 수 있어, 캐패시터의 고용량화를 도모할 수도 있다. 특히, 가장 권회 외측의 제2 영역(132d)은 세퍼레이터를 개재하여 정극(140)과 대향하지 않는 영역이므로, 이 영역을 제1 미도공 영역(130a)으로서 이용함으로써, 축전 소자(110)의 용량을 감소시키지 않고, 금속 리튬 M을 배치할 수 있다.
- [0081] 또한, 부극(130)에 리튬 이온을 프리도프하기 위해, 지금까지의 리튬 이온 캐패시터와 같이, 리튬용 집전체를 별도로 준비할 필요도 없고, 리튬용 집전체를 부극 집전체(132)에 접속하는 공정도 불필요하게 되기 때문에 생산성을 확보할 수도 있다.
- [0082] [전기 화학 디바이스의 제조 방법]
- [0083] 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)의 제조 방법에 대하여 설명한다. 또한, 이하에 나타내는 제조 방법은 일례이며, 전기 화학 디바이스(100)는 이하에 나타내는 제조 방법과는 상이한 제조 방법에 의해 제조하는 것도 가능하다. 도 7~도 11은 전기 화학 디바이스(100)의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.
- [0084] 도 7의 (a)는 부극 집전체(132)의 기초로 되는 관통 구멍이 형성된 금속박(232)이다. 금속박(232)은, 예를 들

어 구리박이다. 금속박(232)의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 수십 μm ~수백 μm 로 할 수 있다.

- [0085] 계속해서, 금속박(232)의 이면(232b)에 부극 활물질, 도전 보조제 및 바인더 등을 포함하는 부극 페이스트를 도포하고, 건조 또는 경화시킨다. 이에 의해, 도 7의 (b)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 이면(232b)에 부극 활물질층(233)이 형성된다.
- [0086] 계속해서, 도 7의 (c)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에, X 방향을 따라서, 등간격으로 마스크 테이프 MT를 접착한다. 그리고, 마스크 테이프 MT가 접착된 금속박(232)의 표면(232a)에, 상기 부극 페이스트를 다시 도포하고, 건조 또는 경화시켜, 도 8의 (a)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에 부극 활물질층(233)을 형성한다.
- [0087] 계속해서, 금속박(232)의 표면(232a)에 형성된 부극 활물질층(233)을 마스크 테이프 MT를 박리함으로써 부분적으로 제거하여, 도 8의 (b)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)이 노출되어 있는 박리 영역(230a)이 형성된 전극층(230)을 얻는다. 이에 의해, 도 8의 (b)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에 소정의 간격을 두고 복수의 부극 활물질층(233)이 형성된다. 부극 활물질층(233)은 마스크 이외의 방법을 이용하여 형성해도 된다.
- [0088] 계속해서, 도 8의 (c)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에 소정의 간격을 두고 형성된 부극 활물질층(233)의 사이에서(도 8의 (c)에 도시한 점선 R1을 따라서), 금속박(232)과 이면(232b) 상의 부극 활물질층(233)을 함께 재단한다. 이에 의해, 도 9의 (a)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에 제1 미도공 영역(130a)과 제2 미도공 영역(130b)이 형성된다.
- [0089] 계속해서, 금속박(232)의 표면(232a)에 형성된 부극 활물질층(233)을 부분적으로 박리하여, 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)이 노출되어 있는 박리 영역(230b)을 형성한다. 그리고, 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이, 박리 영역(230b) 내의 금속박(232)에 부극 단자(231)를 접속하고, 테이프 T로 박리 영역(230b)을 밀봉하여 부극(130)을 얻는다.
- [0090] 계속해서, 도 10의 (a)에 도시한 바와 같이, 정극 집전체(142)의 기초로 되는 관통 구멍이 형성된 금속박(242)을 준비한다. 금속박(242)은, 예를 들어 알루미늄박이다. 금속박(242)의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 수십 μm ~수백 μm 로 할 수 있다.
- [0091] 다음에, 금속박(242)의 표면(242a) 및 이면(242b)에 정극 활물질, 도전 보조제 및 바인더 등을 포함하는 정극 페이스트를 도포하고, 건조 또는 경화시킨다. 이에 의해, 도 10의 (b)에 도시한 바와 같이, 금속박(242) 상에 정극 활물질층(243)이 형성된 전극층(240)을 얻는다.
- [0092] 계속해서, 전극층(240)을 재단하고, 금속박(242)의 표면(242a) 및 이면(242b) 중 어느 쪽인가 한쪽에 형성된 정극 활물질층(243)을 부분적으로 박리하여, 도 10의 (c)에 도시한 바와 같이, 금속박(242)이 노출되어 있는 박리 영역(240a)을 형성한다. 그리고, 도 10의 (c)에 도시한 바와 같이, 박리 영역(240a) 내의 금속박(242)에 정극 단자(241)를 접속하여 정극(140)을 얻는다.
- [0093] 계속해서, 부극(130), 정극(140), 제1 세퍼레이터(251) 및 제2 세퍼레이터(252)를 적층시켜, 도 11의 (a) 및 도 11의 (b)에 도시한 바와 같이, 적층체(310)를 얻는다. 이때, 도 11의 (a)에 도시한 바와 같이, 부극(130)이 권회 내측, 정극(140)이 권회 외측으로 되고, 부극(130)의 제2 미도공 영역(130b)이 권회심 C측으로 되도록, 적층체(310)를 배치한다. 또한, 도 11의 (b)는 도 11의 (a)의 적층체(310)의 평면도이다.
- [0094] 다음에, 도 11의 (c)에 도시한 바와 같이, 정극(140)이 제2 미도공 영역(130b)과 제2 세퍼레이터(252)를 개재하여 대향하지 않도록, 정극(140)을 X 방향에 소정량 어긋나게 한다. 그리고, 도 11의 (c)에 도시한 바와 같이, 제2 미도공 영역(130b) 내의 금속박(232)과 부극 활물질층(233)을 권회심 C에 끼움 지지시켜, 적층체(310)를 제1 미도공 영역(130a)이 가장 권회 외측으로 되도록 권회심 C에 시계 방향으로 권취하여, 권회한다.
- [0095] 이에 의해, 금속박(232)의 이면(232b)과 금속박(242)의 표면(242a)이 권회 내측, 금속박(232)의 표면(232a)과 금속박(242)의 이면(242b)이 권회 외측인 권회체(도 2 및 도 6 참조)를 얻는다.
- [0096] 계속해서, 상기 공정에 의해 얻어진 권회체의 가장 권회 외측에 배치된 제1 미도공 영역(130a)에, 금속 리튬 M을 접합하여(도 6 참조), 축전 소자(110)를 얻는다. 계속해서, 금속 리튬 M이 접합된 축전 소자(110)를 전해액이 들어 있는 용기(120)에 수용하여, 밀봉한다. 이에 의해, 금속 리튬 M으로부터 부극 활물질층(233)에 리튬 이온이 도핑된다.

- [0097] 이상과 같이 하여, 전기 화학 디바이스(100)를 제조하는 것이 가능하다. 또한, 부극 단자(231)는 부극 단자(131)에, 정극 단자(241)는 정극 단자(141)에 대응한다. 또한, 박리 영역(230b)은 박리 영역(130c)에, 박리 영역(240a)은 박리 영역(140a)에 대응한다.
- [0098] 또한, 금속박(232)은 부극 집전체(132)에, 금속박(242)은 정극 집전체(142)에 대응하고, 부극 활물질층(233)은 부극 활물질층(133)에, 정극 활물질층(243)은 정극 활물질층(143)에 대응한다.
- [0099] 게다가, 표면(232a, 242a)은 제2 주면(132b), 제3 주면(142a)에 각각 대응하고, 이면(232b, 242b)은 제1 주면(132a), 제4 주면(142b)에 각각 대응한다. 또한, 제1 세퍼레이터(251)는 제1 세퍼레이터(151)에, 제2 세퍼레이터(252)는 제2 세퍼레이터(152)에 대응한다.
- [0100] [변형예]
- [0101] 전기 화학 디바이스(100)의 구성 및 제조 방법은 상술한 것에 한정되지 않는다. 도 12는 변형예에 따른 전기 화학 디바이스(100)의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이고, 도 13은 변형예에 따른 축전 소자(110)의 단면도이다.
- [0102] 상기 실시 형태에서는, 전극층(230)을 재단할 때에, 금속박(232)의 표면(232a)에 소정의 간격을 두고 형성된 부극 활물질층(233)의 사이에서, 금속박(232)과 이면(232b)의 전체에 형성된 부극 활물질층(233)을 함께 재단하지 만(도 8의 (c) 참조), 이것에 한정되지 않고, 도 12에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에 형성된 부극 활물질층(233)과, 이면(232b)의 전체에 형성된 부극 활물질층(233)과, 금속박(232)을 함께 재단해도 된다(도 12에 도시한 점선 R2를 따라서 재단해도 된다).
- [0103] 전극층(230)을 이와 같이 재단함으로써, 부극(130)은, 도 13에 도시한 바와 같이, 제2 주면(132b)의 제1 영역(132c)에 형성된 제1 부극 활물질층(133a)과, 제2 영역(132d)에 형성되며, 제1 부극 활물질층(133a)과 이격하여, 부극 집전체(132)의 단부에 형성된 제2 부극 활물질층(133b)을 포함한다. 그리고, 부극(130)은 도 13에 도시한 바와 같이, 제1 부극 활물질층(133a)과 제2 부극 활물질층(133b) 사이에서, 제2 주면(132b) 상에 제1 미도공 영역(130a)을 갖는 구성으로 된다.
- [0104] 이에 의해, 도 13에 도시한 바와 같이, 제2 부극 활물질층(133b)이 부극 집전체(132)의 단부에 형성되어 있다. 부극 집전체(132)의 절단면은, 예리해지는 경우도 있지만, 이 구성에 의하면, 제2 부극 활물질층(133b)이 부극 집전체(132)의 절단면 상에 있기 때문에, 절단면에 의한 제2 세퍼레이터(152)의 파손을 방지하는 것이 가능해진다.
- [0105] [실시에]
- [0106] 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 전기 화학 디바이스를 제작하고, 특성 시험을 행하였다.
- [0107] [전기 화학 디바이스의 제작]
- [0108] (실시에)
- [0109] 전기 화학 디바이스는 이하와 같이 제작하였다. 먼저, 난흑연화 탄소, 도전 보조제, 바인더 및 증점제를 혼합하고, 물속에서 혼련함으로써 부극 페이스트를 제작하였다. 그리고, 예칭에 의해 형성된 직경이 100 μ m인 관통 구멍을 주면의 면적에 대하여 30%의 비율로 갖고, 두께가 15 μ m인 구리박을 부극 집전체로 하여, 그 한쪽의 면에 부극 페이스트를 도포하고, 180 $^{\circ}$ C, 1kPa 이하의 감압 환경 하에서 12시간 건조시킴으로써, 두께가 50 μ m인 부극 활물질층을 구리박의 이면에 형성하였다(도 7의 (b) 참조).
- [0110] 계속해서, 구리박의 표면에, 구리박의 길이 방향을 따라서 210mm 간격으로, 폭이 30mm인 마스크 테이프를 접착하였다. 다음에, 마스크 테이프가 접착된 구리박의 표면에 부극 페이스트를 도포하고, 80 $^{\circ}$ C 분위기에서 건조하였다. 건조 후에 마스크 테이프를 박리함으로써, 구리박의 표면에 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 박리 영역을 갖는 전극층을 형성하였다(도 8의 (b) 참조). 박리 영역을 갖는 전극을 180 $^{\circ}$ C, 1kPa 이하의 감압 환경 하에서 12시간 건조시켰다.
- [0111] 계속해서, 당해 전극층을 재단하고, 구리박의 표면에 형성되어 있는 부극 활물질층을 부분적으로 박리하여 박리부를 형성하였다. 그리고, 당해 박리부에 구리 단자를 바늘 코킹하고, 박리부를 구리 단자마다 테이프로 밀봉함으로써, 폭이 27mm, 길이가 210mm인 부극을 제작하였다(도 9의 (b) 참조).
- [0112] 다음에, 활성탄, 도전 보조제, 바인더 및 증점제를 혼합하고, 물속에서 혼련함으로써 정극 페이스트를 제작하였

다. 그리고, 에칭에 의해 관통 구멍이 형성됨으로써 기체 투과성이 부여된 두께가 30 μ m인 알루미늄박을 정극 집전체로 하여, 그 표리 양면에 정극 페이스트를 도포하고, 180 $^{\circ}$ C, 1kPa 이하의 감압 환경 하에서 12시간 건조시킴으로써, 두께가 약 100 μ m인 정극 활물질층을 표리 양면에 갖는 전극층을 제작하였다(도 10의 (b) 참조).

[0113] 계속해서, 당해 전극층을 재단하고, 알루미늄박의 표리 양면에 형성되어 있는 정극 활물질층 중 어느 쪽인가 한 쪽의 정극 활물질층을 부분적으로 박리하여, 박리부를 형성하였다. 그리고, 당해 박리부에 알루미늄 단자를 바늘 코킹함으로써, 폭이 24mm, 길이가 170mm인 정극을 제작하였다(도 10의 (c) 참조).

[0114] 계속해서, 밀도가 45%, 두께가 35 μ m인 셀룰로오스제 세퍼레이터를 길이 30mm로 등폭으로 재단하여, 세퍼레이터를 제작하였다. 또한, 상기 세퍼레이터를 제작할 때 건조 조건은, 160 $^{\circ}$ C, 1kPa 이하의 감압 환경 하에서 12시간으로 하였다.

[0115] 다음에 상기에서 얻어진 정극, 부극 및 세퍼레이터를 적층하여 적층체를 얻은 후, 이 적층체를 구리박의 이면이 권회 내측으로 되고, 표면이 권회 외측으로 되도록 권회하였다(도 11의 (c) 참조). 이에 의해, 구리박의 표면에 형성되어 있는 한쪽의 미도공 영역이 권회 내측으로 배치되고, 다른 쪽의 미도공 영역이 가장 권회 외측에 배치된 권회체를 얻었다(도 6 참조).

[0116] 계속해서, 상기에서 얻어진 권회체의 가장 권회 외측에 배치된 미도공 영역에, 두께가 0.1mm, 폭이 25mm, 길이가 25mm인 금속 리튬을 접합하였다. 계속해서, 세퍼레이터끼리를 테이프로 고정하고, 알루미늄 단자 및 구리 단자에 밀봉을 위한 고무를 끼워 넣어 축전 소자를 얻었다.

[0117] 다음에, 전해액이 수용되어 있는 개구 직경이 12.5mm인 알루미늄제의 케이스에 상기 축전 소자를 삽입하고, 밀봉함으로써 본 실시예의 전기 화학 디바이스를 제작하였다. 전해액은 LiPF₆를 용질로 하는 프로필렌카르보네이트 용액(1mol/L)을 채용하였다.

[0118] (비교예)

[0119] 계속해서, 비교예 1~3에 따른 전기 화학 디바이스를 제작하였다. 비교예 1에 따른 전기 화학 디바이스는 리튬 금속이 부극 활물질층과 세퍼레이터 사이에 삽입되어 있는 것을 제외하고, 실시예에 따른 전기 화학 디바이스와 마찬가지로 제작하였다.

[0120] 비교예 2에 따른 전기 화학 디바이스는, 부극의 가장 권회 외측을 정극의 단부보다도 돌출시키고, 정극의 단부로부터 돌출된 개소의 부극 활물질층에 리튬 금속이 접촉되는 것 이외는, 실시예에 따른 전기 화학 디바이스와 마찬가지로 제작하였다. 여기서, 리튬 금속의 양은, 비교예 2에 따른 전기 화학 디바이스의 용량이 실시예 1의 전기 화학 디바이스의 용량과 동등해지는 양으로 하였다.

[0121] 비교예 3에 따른 전기 화학 디바이스는, 충방전에 관여하지 않는 부극 활물질층이 제거되는 것 이외는, 비교예 2에 따른 전기 화학 디바이스와 마찬가지로 제작하였다.

[0122] [특성 평가]

[0123] 다음에, 실시예 및 비교예에 따른 전기 화학 디바이스를 20개씩 준비하고, 60 $^{\circ}$ C 환경에서 1주간 보관한 각 디바이스의 특성을 조사하였다. 구체적으로는 각 디바이스의 용량과, 전압 저하의 유무와, 금속 리튬의 잔존을 조사하였다. 도 14는 그 결과를 나타내는 표이다. 또한, 도 14에 기재되어 있는 「취득 용량」은, 각 디바이스 각각으로부터 얻어진 취득 용량의 평균값이다.

[0124] 용량 측정의 측정 조건은, 충전 전압=3.8V, 충전 전류=0.5A, CV(constant voltage) 시간=10분(전압이 3.8V로 될 때까지는 0.5A를 흘리고, 3.8V에 도달하면 3.8V를 10분간 유지함), 방전 전류를 0.05A로 하여 2.2V 컷오프의 조건에서 각 디바이스를 충방전시킴으로써 측정하였다. 또한, 전압 저하의 유무는, 상기와 동일한 조건에서 1000회 충방전 사이클 시험을 행함으로써, 20개 중 전압이 저하된 것이 있는지 조사하였다.

[0125] 도 14에 도시한 바와 같이, 실시예에 따른 전기 화학 디바이스는, 20개 중 모든 디바이스에 있어서 금속 리튬의 잔존은 확인되지 않고, 전압이 프리도프되었다. 또한, 전압이 저하된 디바이스도 없고, 고용량인 것이 확인되었다.

[0126] 이에 반해, 비교예 1에 따른 전기 화학 디바이스는, 도 14에 도시한 바와 같이, 리튬 금속이 잔존하고 있는 디바이스가 많이 확인되고, 용량도 실시예의 전기 화학 디바이스와 비교하여 낮은 것이 확인되었다.

[0127] 또한, 비교예 2에 따른 전기 화학 디바이스는, 도 14에 도시한 바와 같이, 리튬 금속의 잔존과 전압의 저하가

확인되지 않고, 용량도 실시예의 전기 화학 디바이스와 동등하지만, 실시예의 전기 화학 디바이스보다도 리튬 금속의 사용량이 많았다. 이에 의해, 비교예 2에 따른 전기 화학 디바이스는, 실시예의 전기 화학 디바이스와 동등한 용량을 축전하기 위해 많은 리튬 금속이 필요로 되기 때문에, 제조 비용이 높아질 우려가 있다.

[0128] 또한, 비교예 3에 따른 전기 화학 디바이스는, 도 14에 도시한 바와 같이, 충방전 사이클 시험 후에 전압이 저하된 디바이스가 확인되었다. 이것은, 리튬 금속을 부극에 프리도프하는 과정에서 발생한 미소의 리튬 분말이 영향을 미치고 있는 것으로 추정된다. 이상으로부터, 상기 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스는, 금속 리튬의 프리도프가 양호하게 진행되어, 전압 저하 등의 특성 열화가 발생하기 어려운 구조라고 말할 수 있다.

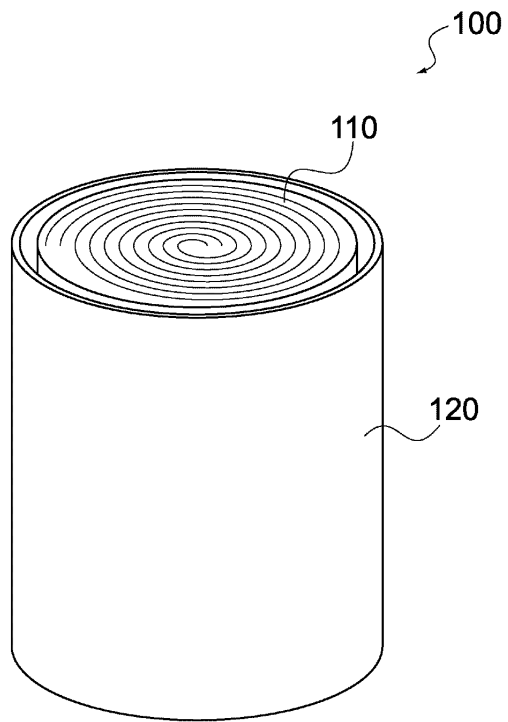
[0129] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 상술한 실시 형태에만 한정되는 것은 아니고 다양한 변경을 가하는 것은 물론이다.

부호의 설명

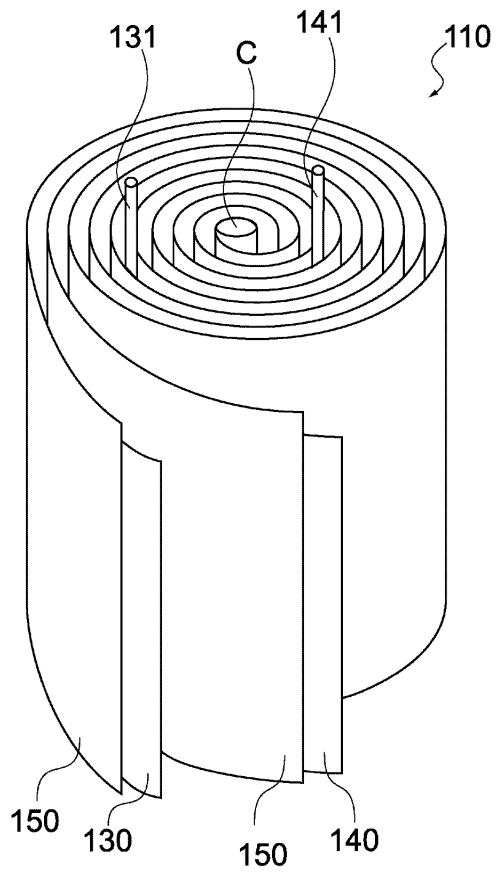
- [0130] 100 : 전기 화학 디바이스
- 110 : 축전 소자
- 120 : 용기
- 130 : 부극
- 130a : 제1 미도공 영역
- 130b : 제2 미도공 영역
- 131 : 부극 단자
- 132 : 부극 집전체
- 132a : 제1 주면
- 132b : 제2 주면
- 132c : 제1 영역
- 132d : 제2 영역
- 133 : 부극 활물질층
- 140 : 정극
- 141 : 정극 단자
- 142 : 정극 집전체
- 142a : 제3 주면
- 142b : 제4 주면
- 143 : 정극 활물질층
- 151 : 제1 세퍼레이터
- 152 : 제2 세퍼레이터
- M : 금속 리튬

도면

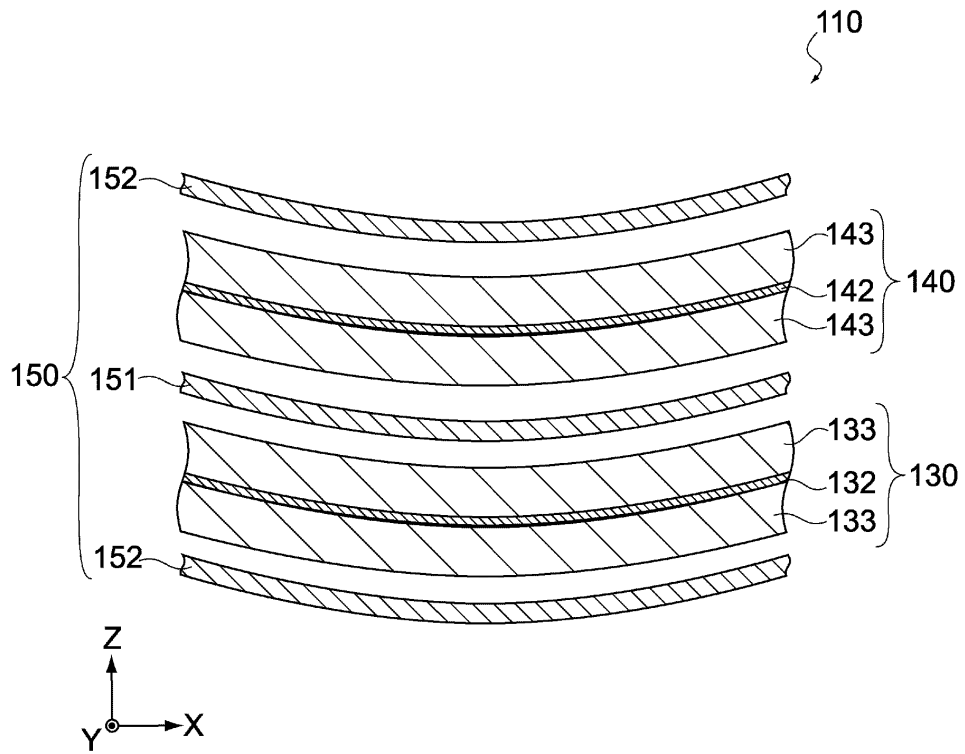
도면1



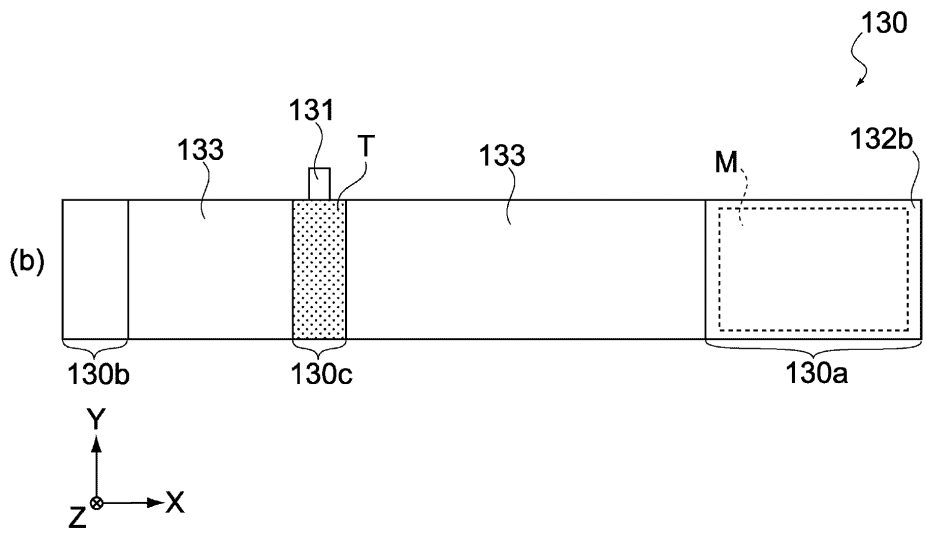
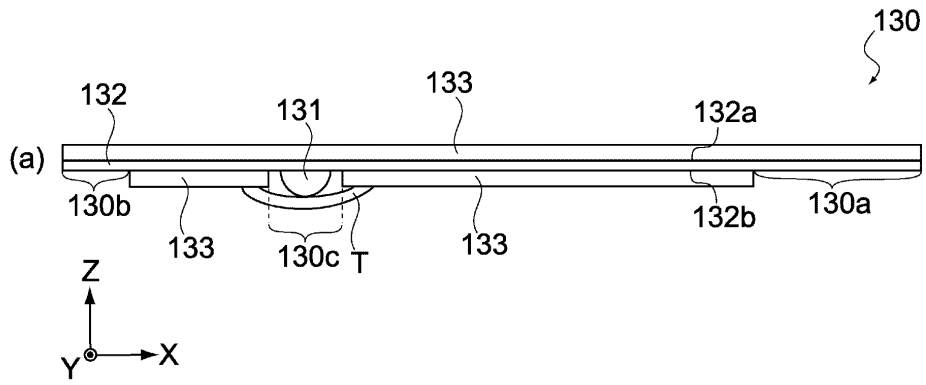
도면2



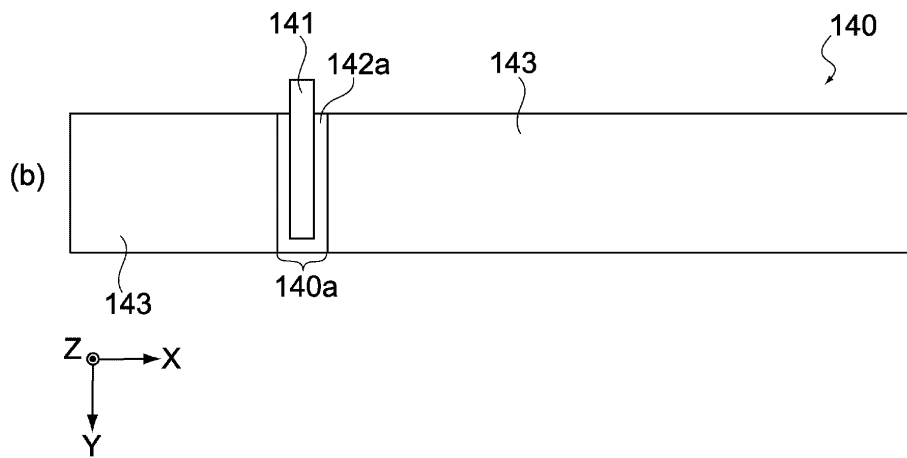
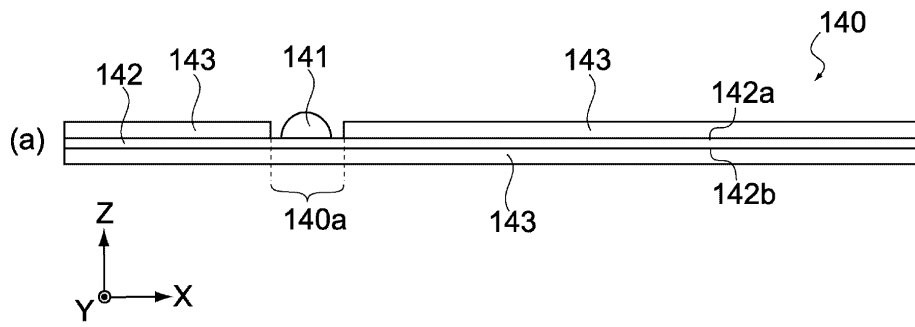
도면3



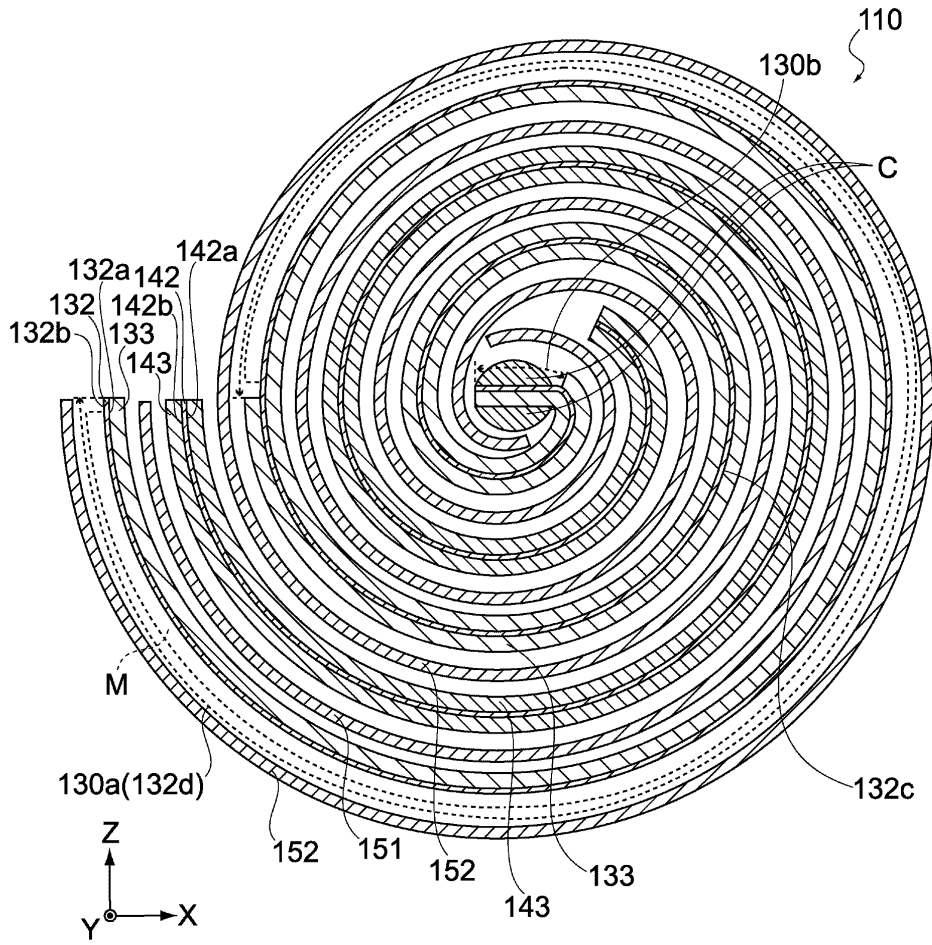
도면4



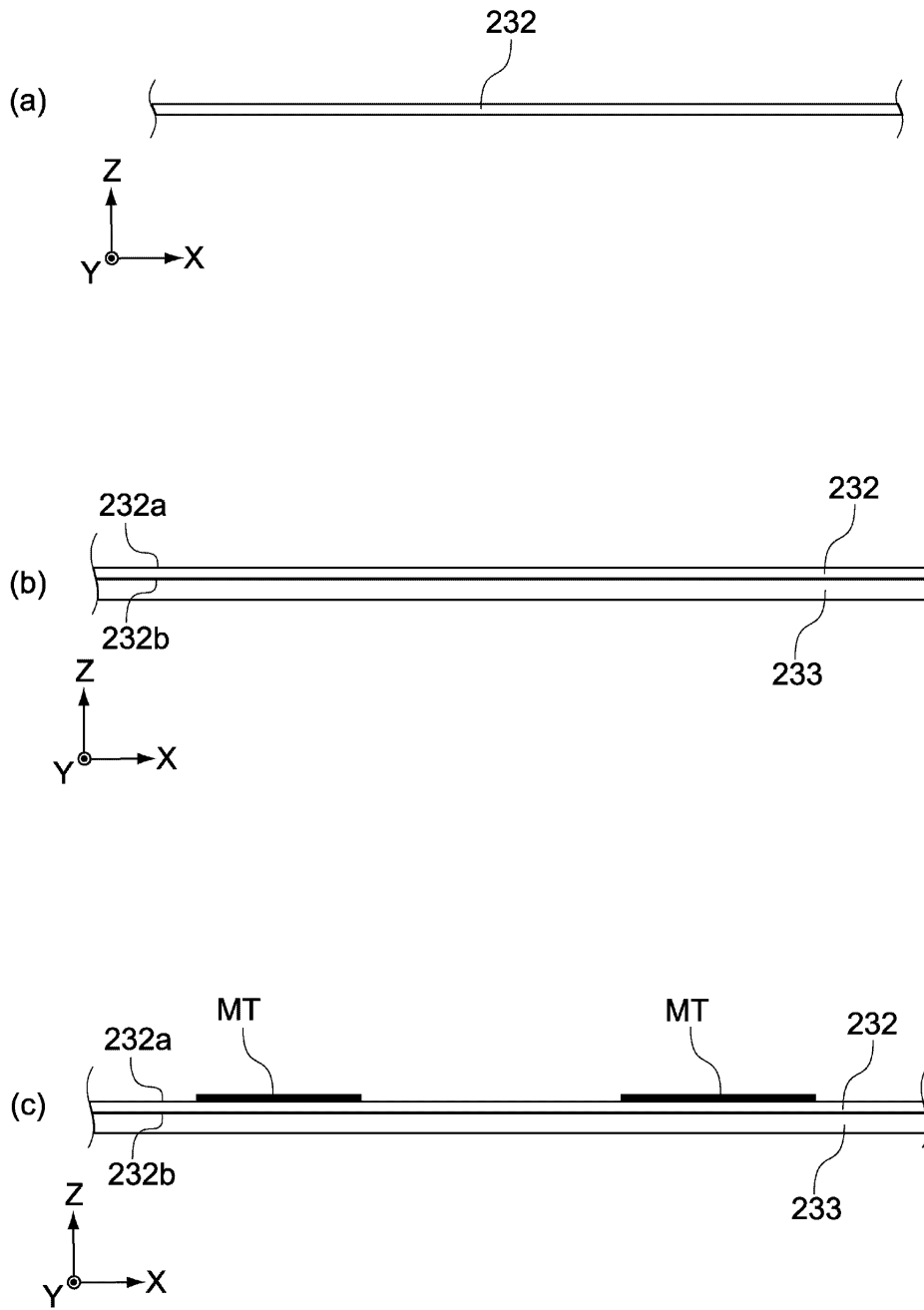
도면5



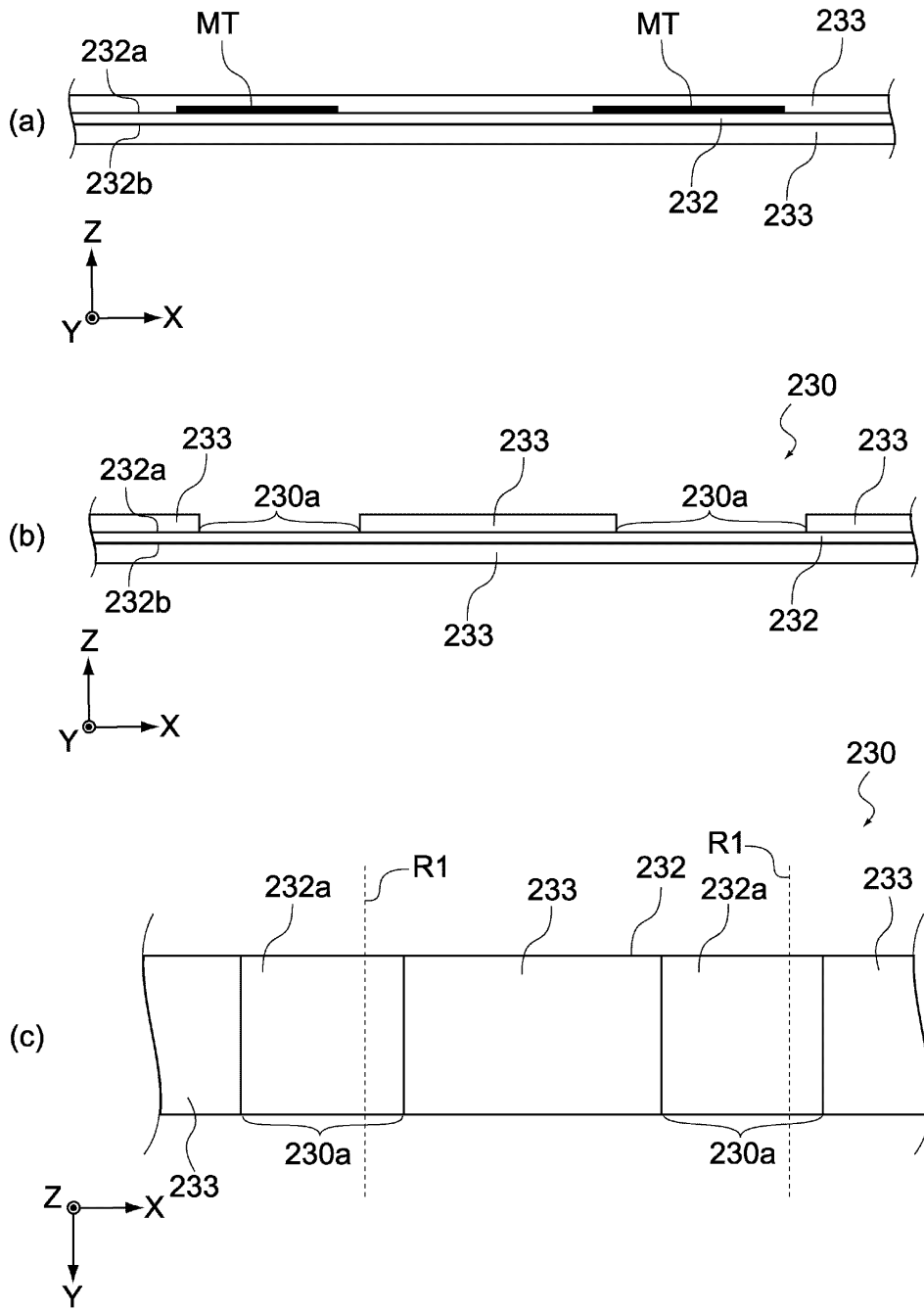
도면6



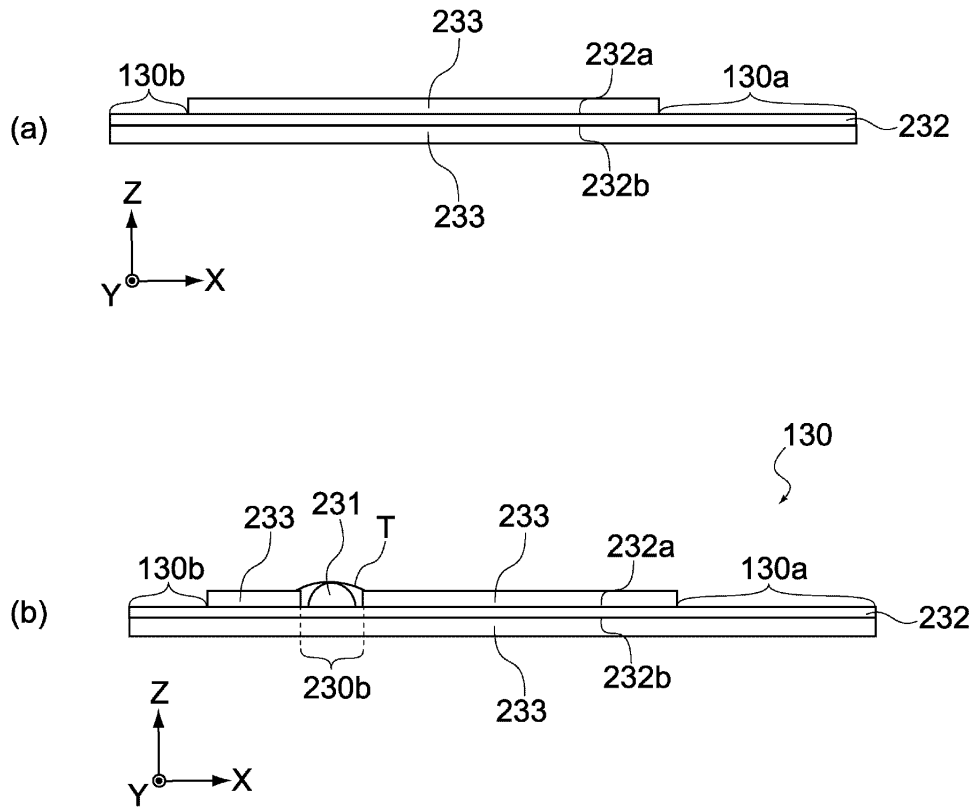
도면7



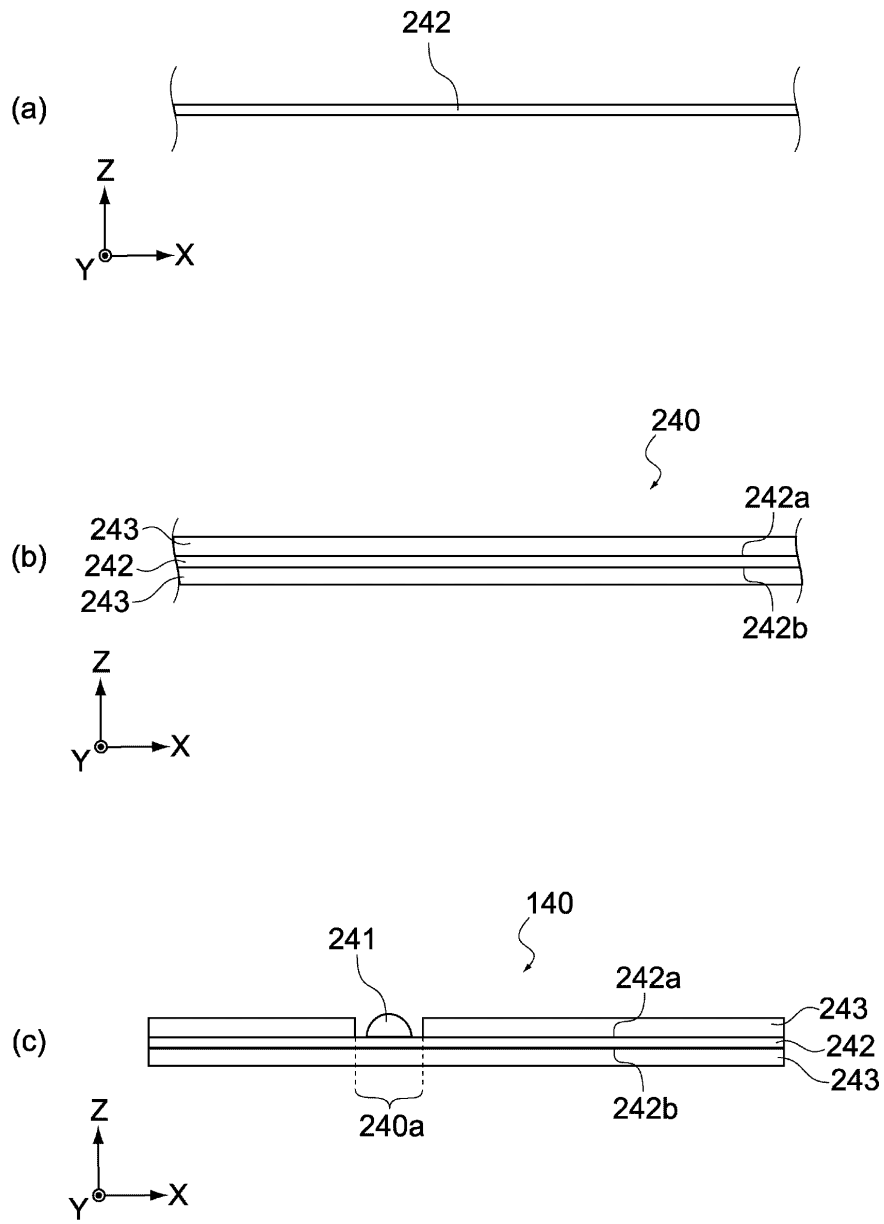
도면8



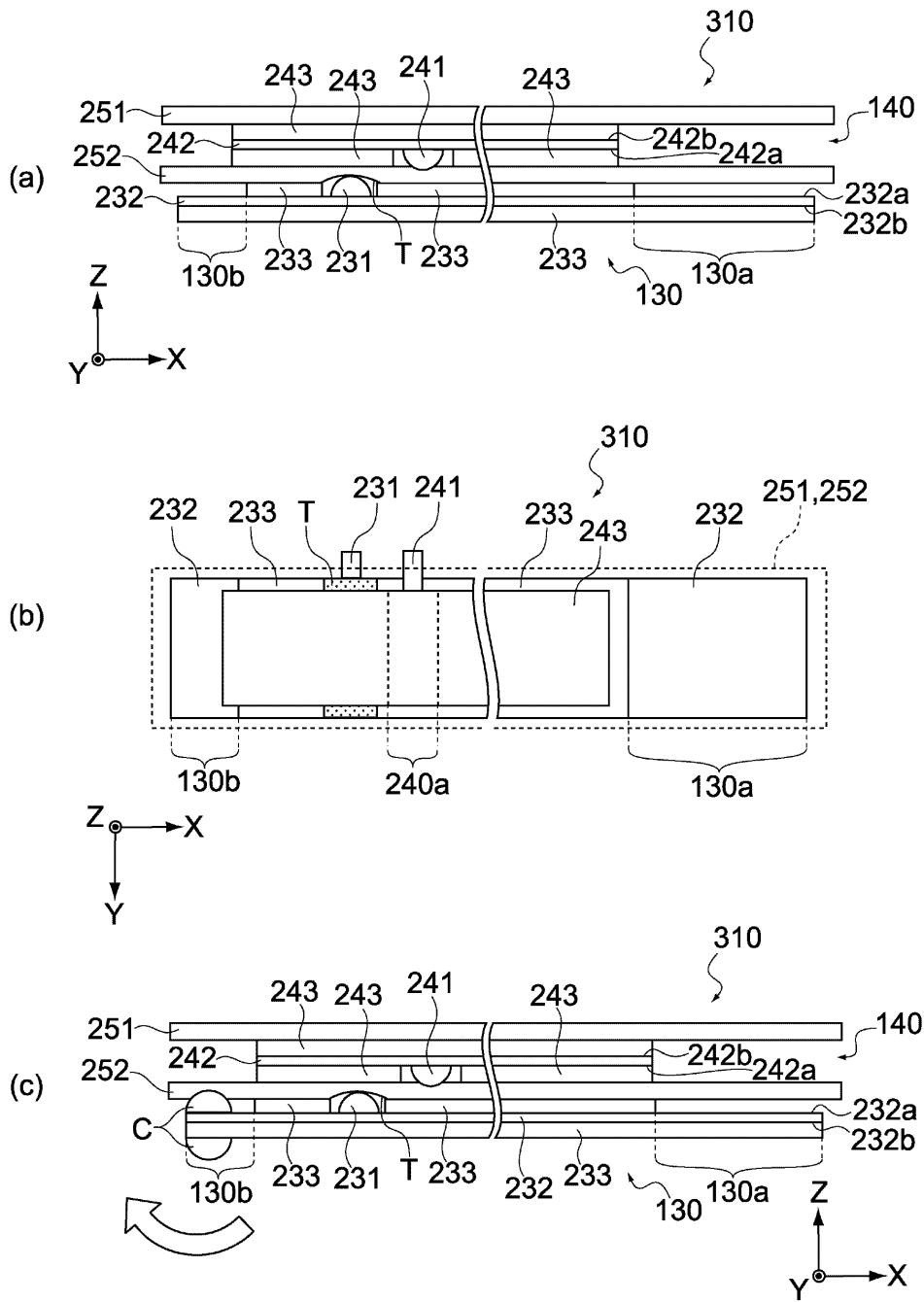
도면9



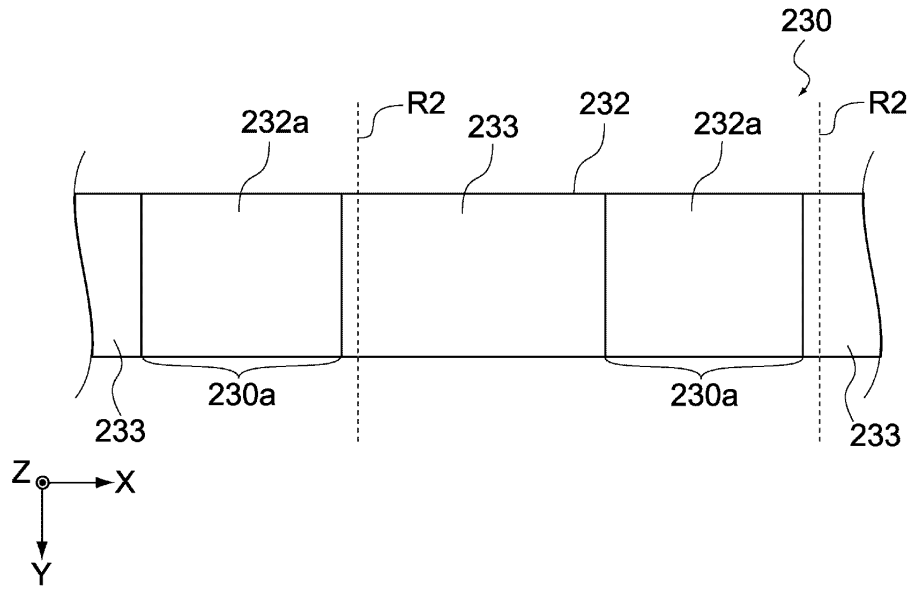
도면10



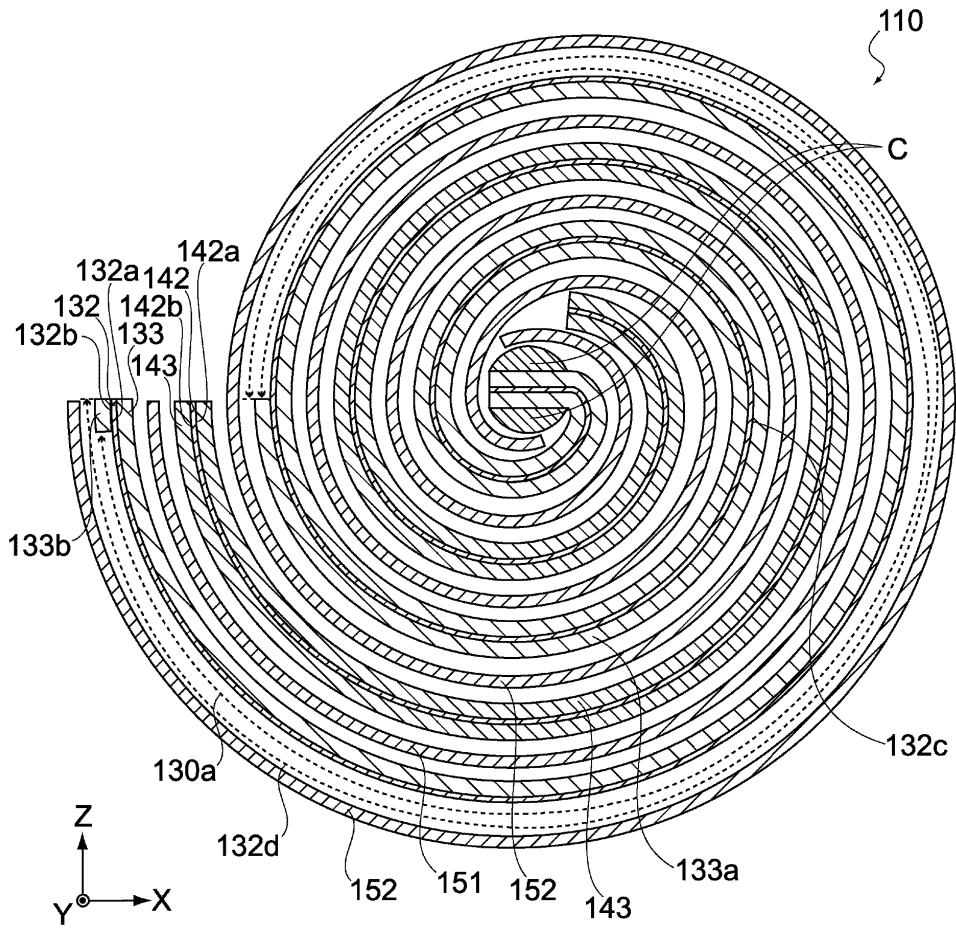
도면11



도면12



도면13



도면14

	금속 리튬 잔존 [개수]	충방전 사이클 후 [개수]	금속 리튬 사용량	취득 용량
실시예 1	0/20	0/20	100%	32.6F
비교예 1	18/20	0/20	100%	28.5F
비교예 2	0/20	0/20	120%	32.3F
비교예 3	0/20	1/20	100%	32.4F