(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0109703
(43) 공개일자 2018년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01G 11/50 (2013.01) *H01G 11/32* (2013.01)
H01G 11/52 (2013.01) *H01G 11/68* (2013.01)
(52) CPC특허분류
H01G 11/50 (2013.01)
H01G 11/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0032196
(22) 출원일자 2018년03월20일
심사청구일자 2018년03월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-062344 2017년03월28일 일본(JP)

(71) 출원인
다이요 유덴 가부시키가이샤
일본국 도쿄토 쥬오쿠 쿄바시 2초메 7반 19고
(72) 발명자
가와이 유끼
일본 도꾜도 주오꾸 교바시 2쪼메 7-19
가노 고지
일본 도꾜도 주오꾸 교바시 2쪼메 7-19
(74) 대리인
장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 7 항

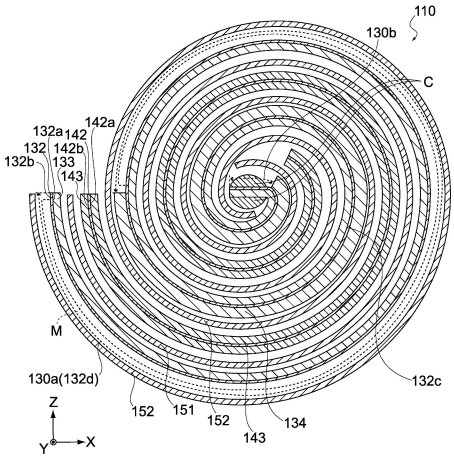
(54) 발명의 명칭 **전기 화학 디바이스**

(57) 요 약

부극에 리튬 이온을 프리도프하는 시간을 단축 가능한 전기 화학 디바이스를 제공하는 것.

본 발명의 일 형태에 따른 전기 화학 디바이스는 정극, 부극, 세퍼레이터 및 전해액을 갖는다. 정극은, 도전성 재료를 포함하는 정극 집전체, 및 정극 집전체 상에 형성된 정극 활물질층을 갖는다. 부극은, 제1 주면과 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체, 제1 주면에 형성된 제1 부극 활물질층, 및 제2 주면에 간헐적으로 형성되고 제1 부극 활물질층보다도 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층을 갖는다. 세퍼레이터는 정극과 부극을 절연한다. 전기액은 정극, 부극 및 세퍼레이터를 침지한다. 전기 화학 디바이스는, 제2 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 제2 주면에 금속 리튬이 전기적으로 접속되고 전해액에 침지됨으로써, 제1 및 제2 부극 활물질층에 리튬 이온의 프리도프가 이루어져 있다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
H01G 11/52 (2013.01)
H01G 11/68 (2013.01)
Y02E 60/13 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

도전성 재료를 포함하는 정극 집전체와 상기 정극 집전체 상에 형성된 정극 활물질층을 갖는 정극과,

도전성 재료를 포함하고 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체와, 상기 제1 주면에 형성된 제1 부극 활물질층과, 상기 제2 주면에 간헐적으로 형성되고 상기 제1 부극 활물질층보다도 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층을 갖는 부극과,

상기 정극과 상기 부극을 절연하는 세퍼레이터와,

상기 정극, 상기 부극 및 상기 세퍼레이터를 침지하는 전해액

을 구비하고,

상기 제2 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 상기 제2 주면에 금속 리튬이 전기적으로 접속되고 상기 전해액에 침지됨으로써, 상기 제1 및 제2 부극 활물질층에 리튬 이온의 프리도프가 이루어져 있는

전기 화학 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 부극 활물질층은 상기 제1 부극 활물질층보다도 부극 활물질의 밀도가 10% 이상 낮은

전기 화학 디바이스.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 부극 활물질층은 상기 제1 부극 활물질층보다도 두꺼운

전기 화학 디바이스.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 부극 활물질층은 상기 제1 부극 활물질층보다도 5% 이상 두꺼운

전기 화학 디바이스.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 부극 집전체는 구리를 포함하는

전기 화학 디바이스.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 부극 집전체는 복수의 관통 구멍을 갖는

전기 화학 디바이스.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 정극 및 상기 부극은 상기 세퍼레이터를 개재하여 적층되고 권회되어 있는

전기 화학 디바이스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 리튬 이온의 프리도프가 이용되는 전기 화학 디바이스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 들어, 태양광, 풍력 발전 등에 의한 청정 에너지의 축전 시스템이나, 자동차, 하이브리드 전기 자동차 등의 주전원 또는 보조 전원으로서, 캐패시터 등의 전기 화학 디바이스가 이용되고 있다. 여기서, 전기 이중층 캐패시터는 고출력이지만 용량이 낮고 전지는 고용량이지만 출력이 낮다. 그래서, 부극에, 리튬 이온을 흡장 가능한 재료를 사용한 리튬 이온 캐패시터는, 전기 이중층 캐패시터보다 용량이 높고 전지보다 장수명이기 때문에, 전지로부터의 대체 용도가 확대되고 있다.

[0003] 한편, 리튬 이온 캐패시터에서는, 예를 들어 특허문헌 1에 기재된 발명과 같이, 미리 리튬 이온을 부극에 도프하는 프리도프라고 칭해지는 공정을 필요로 하기 때문에 생산성이 낮은 경우가 있다.

[0004] 그래서, 예를 들어 특허문헌 2에서는, 부극에 리튬 이온을 도프하는 시간을 단축하기 위하여, 예를 들어 정극 간극부 또는 부극 간극부에 리튬 이온 공급원을 배치함으로써 프리도프 시간의 단축화를 도모하는 기술이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2012/063545호

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2010-157540호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 리튬 이온의 프리도프를 필요로 하는 전기 화학 디바이스에 있어서는, 부극의 집전체에 금속 리튬을 부착하고 프리도프할 때, 당해 집전체의 표리면에 형성된 전극층의 활물질의 밀도가 동일한 정도이면 프리도프 시간을 단축할 수 없는 경우가 있다.

[0007] 이상과 같은 사정을 감안하여 본 발명의 목적은, 부극에 리튬 이온을 프리도프하는 시간을 단축 가능한 전기 화학 디바이스를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 형태에 따른 전기 화학 디바이스는 정극과 부극과 세퍼레이터와 전해액을 갖는다.

[0009] 상기 정극은, 도전성 재료를 포함하는 정극 집전체와, 상기 정극 집전체 상에 형성된 정극 활물질층을 갖는다.

[0010] 상기 부극은, 제1 주면과 상기 제1 주면과는 반대측의 제2 주면을 갖는 부극 집전체와, 상기 제1 주면에 형성된 제1 부극 활물질층과, 상기 제2 주면에 간헐적으로 형성되고 상기 제1 부극 활물질층보다도 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층을 갖는다.

[0011] 상기 세퍼레이터는 상기 정극과 상기 부극을 절연한다.

[0012] 상기 전기액은 상기 정극, 상기 부극 및 상기 세퍼레이터를 침지한다.

[0013] 상기 전기 화학 디바이스는, 상기 제2 부극 활물질층이 형성되어 있지 않은 상기 제2 주면에 금속 리튬이 전기적으로 접속되고 상기 전해액에 침지됨으로써, 상기 제1 및 제2 부극 활물질층에 리튬 이온의 프리도프가 이루어져 있다.

[0014] 이 구성에 의하면, 상기 전기 화학 디바이스의 부극에는, 제1 부극 활물질층보다도 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층이 형성되어 있다. 이것에 의하여, 제2 부극 활물질층에 있어서, 서로 인접하는 부극 활물질간의 간격이 양호하게 확보되게 되어 리튬 이온을 인서션하기 쉬워진다. 따라서 상기 전기 화학 디바이스의 제조 과정에 있어서, 리튬 이온의 도프 효율이 향상되기 때문에 부극에 리튬 이온을 프리도프하는 시간을 단축할 수 있다.

[0015] 상기 제2 부극 활물질층은 상기 제1 부극 활물질층보다도 부극 활물질의 밀도가 10% 이상 낮아도 된다.

[0016] 상기 제2 부극 활물질층은 상기 제1 부극 활물질층보다도 두꺼워도 된다.

[0017] 상기 제2 부극 활물질층은 상기 제1 부극 활물질층보다도 5% 이상 두꺼워도 된다.

[0018] 상기 부극 집전체는 구리를 포함하는 것이어도 된다.

[0019] 구리는 얇더라도 강도가 있고 유연성도 높기 때문에 부극 집전체의 재료에 적합하다. 구리와 금속 리튬을 압착함으로써, 압착한 계면에 전해액이 침투하여 계면측으로부터 금속 리튬이 용융되는 것이 억제된다. 이것에 의하여, 부극 집전체와 금속 리튬의 도통이 유지되어 금속 리튬이 적정하게 용융되게 된다.

[0020] 상기 부극 집전체는 복수의 관통 구멍을 가져도 된다.

[0021] 부극 집전체에 관통 구멍을 형성함으로써, 부극에 대한 리튬 이온의 프리도프의 효율을 보다 향상시키는 것이 가능해진다.

[0022] 상기 정극 및 상기 부극은 상기 세퍼레이터를 개재하여 적층되고 권회되어 있어도 된다.

[0023] 본 발명에서는, 상기 전기 화학 디바이스가, 정극과 부극이 세퍼레이터를 개재하여 적층되고 권회되어 있는 권회형의 전기 화학 디바이스였다고 하더라도 프리도프 시간의 단축이 가능하다. 특히 권회형의 전기 화학 디바이스는, 적층형의 전기 화학 디바이스와 비교하여 케이스 내의 잉여 공간이 적기 때문에 콤팩트화를 도모할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 이상과 같이 본 발명에 의하면, 부극에 리튬 이온을 프리도프하는 시간을 단축 가능한 전기 화학 디바이스를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 구성을 도시하는 사시도이다.

도 2는 동 실시 형태의 축전 소자의 사시도이다.

도 3은 동 실시 형태의 축전 소자의 확대 단면도이다.

도 4는 동 실시 형태의 권회 전의 부극을 도시하는 모식도이다.

도 5는 동 실시 형태의 권회 전의 정극을 도시하는 모식도이다.

도 6은 동 실시 형태의 축전 소자의 단면도이다.

도 7은 동 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.

도 8은 동 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.

도 9는 동 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.

도 10은 동 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.

도 11은 동 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.

도 12는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 전기 화학 디바이스의 프리도프 시에 있어서, 금속 리튬의 잔존 상황을 경시적으로 확인한 결과를 나타내는 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 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. 또한 이하의 도면에 있어서, X, Y 및 Z 방향은 서로 직교하는 3방향이다.

[0027] [전기 화학 디바이스의 구성]

[0028] 도 1은, 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)의 구성을 도시하는 사시도이다. 동 도면에 도시하는 바와 같이 전기 화학 디바이스(100)는, 축전 소자(110)가 용기(120)(덮개 및 단자는 도시 생략)에 수용되어 있다. 용기(120) 내에는 축전 소자(110)와 함께 전해액이 수용되어 있다. 또한 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)의 구성은, 도 1을 비롯하여 이후의 도면에 도시하는 구성에 한정되는 것은 아니다.

[0029] 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 가지며, 이들이 적층된 적층체가 권회심 C의 주위에 권회되어 구성되어 있다. 또한 권회심 C는 반드시 설치되지는 않아도 된다.

[0030] 축전 소자(110)를 구성하는 부극(130), 정극(140), 세퍼레이터(150)의 적층 순은, 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 접속되며, 도 2에 도시한 바와 같이 각각 축전 소자(110)의 외부로 인출되어 있다.

[0031] 부극(130)은 도 3에 도시한 바와 같이 부극 집전체(132), 제1 부극 활물질층(133) 및 제2 부극 활물질층(134)을 갖는다. 부극 집전체(132)는 도전성 재료를 포함하며, 구리박 등의 금속박인 것으로 할 수 있다. 부극 집전체(132)는 표면이 화학적 또는 기계적으로 조면화된 금속박이나 관통 구멍이 형성된 금속박이어도 되며, 본 실시 형태에서는 전형적으로는 관통 구멍이 형성된 금속박이 채용된다.

[0032] 제1 및 제2 부극 활물질층(133, 134)은 부극 집전체(132) 상에 형성되어 있다. 제1 및 제2 부극 활물질층(133, 134)의 재료는, 부극 활물질이 바인더 수지와 혼합된 것으로 할 수 있으며, 도전 보조재를 더 포함해도 된다. 부극 활물질은 전해액 중의 리튬 이온을 흡착 가능한 재료이며, 예를 들어 난흑연화 탄소(하드 카본), 그래파이트나 소프트 카본 등의 탄소계 재료나 Si, SiO 등의 합금계 재료, 또는 그들의 복합 재료를 사용할 수 있다.

[0033] 바인더 수지는 부극 활물질을 접합하는 합성 수지이며, 예를 들어 스티렌부타디엔 고무, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 방향족 폴리아미드, 카르복시메틸셀룰로오스, 불소계 고무, 폴리비닐리덴플루오라이드, 이소프렌 고무, 부타디엔 고무 및 에틸렌프로필렌계 고무 등을 사용해도 된다.

[0034] 도전 보조제는 도전성 재료를 포함하는 입자이며, 부극 활물질 사이에서의 도전성을 향상시킨다. 도전 보조제는, 예를 들어 흑연이나 카본 블랙 등의 탄소 재료를 들 수 있다. 이들은 단독이어도 되고 복수 종이 혼합되어도 된다. 또한 도전 보조제는, 도전성을 갖는 재료이면 금속 재료 또는 도전성 고분자 등이어도 된다.

[0035] 도 4는 권회 전의 부극(130)을 도시하는 모식도이며, 도 4의 (a)는 측면도, 도 4의 (b)는 평면도이다. 본 실시 형태에 따른 부극(130)은, 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이 부극 집전체(132)의 제1 주면(132a)에 제1 부극 활물질층(133)이 형성되고, 제2 주면(132b)에 제2 부극 활물질층(134)이 형성되어 있다.

[0036] 여기서, 본 실시 형태에 따른 부극(130)에서는, 도 4에 도시한 바와 같이 제2 부극 활물질층(134)의 두께가 제1 부극 활물질층(133)의 두께보다 두껍다. 구체적으로는, 제2 부극 활물질층(134)의 두께는 제1 부극 활물질층(133)의 두께보다도 5% 이상 두껍다.

[0037] 이것에 의하여, 제2 부극 활물질층(134)의 부극 활물질의 밀도가 제1 부극 활물질층(133)의 부극 활물질의 밀도보다도 낮은 것으로 된다. 구체적으로는, 제2 부극 활물질층(134)의 부극 활물질의 밀도가 제1 부극 활물질층(133)의 부극 활물질의 밀도보다도 10% 이상 낮은 것으로 된다.

[0038] 또한 본 실시 형태에 따른 부극(130)에서는, 부극 활물질의 함유량이 제1 및 제2 부극 활물질층(133, 134)에 있어서 각각 동일하다. 또한 상기 「밀도」란, 부극 활물질층의 단위 체적당 부극 활물질의 중량이며, 이하의 설

명에서도 동의로 한다.

[0039] 또한 부극(130)은 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 제2 주면(132b)에 제2 부극 활물질층(133)이 형성되어 있지 않은 제1 및 제2 미도포 시공 영역(130a, 130b)과, 박리 영역(130c)이 형성되어 있다. 이것에 의하여, 제2 부극 활물질층(134)은 제2 주면(132b)에 간헐적으로 형성된 구성으로 된다.

[0040] 제1 미도포 시공 영역(130a) 내의 부극 집전체(132)에는, 도 4의 (b)에 도시한 바와 같이, 리튬 이온의 공급원으로 되는 금속 리튬 M이 부착됨으로써 전기적으로 접속된다. 금속 리튬 M의 형상은 특별히 한정되지 않지만, 축전 소자(110)의 두께를 저감시키기 위하여 박형이 적합하다. 금속 리튬 M은, 후술하는 리튬 이온의 프리도프에 있어서 제1 및 제2 부극 활물질층(133, 134)에 도프 가능한 정도의 양으로 할 수 있다.

[0041] 제1 미도포 시공 영역(130a)과 제2 미도포 시공 영역(130b)의 X 방향의 길이는 특별히 한정되지 않지만, 제2 미도포 시공 영역(130b)의 X 방향의 길이는, 적합하게는 권회심 C의 직경에 대하여 1/2π배 정도의 길이다. 또한 제2 미도포 시공 영역(130b)을 형성하지 않는 구성으로 할 수도 있다.

[0042] 박리 영역(130c) 내의 부극 집전체(132)에는, 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이 부극 단자(131)가 접속되며, 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 의하여 밀봉되어 있다. 테이프 T의 종류는 특별히 한정되지 않으며, 적합하게는 내열성이면서 전해액의 용제에 대하여 내용제성을 갖는 것이 채용된다. 부극 단자(131)는, 예를 들어 구리 단자이다. 또한 본 실시 형태에서는, 테이프 T는 필요에 따라 생략되어도 된다.

[0043] 정극(140)은 도 3에 도시한 바와 같이 정극 집전체(142) 및 정극 활물질층(143)을 갖는다. 정극 집전체(142)는 도전성 재료를 포함하며, 알루미늄박 등의 금속박인 것으로 할 수 있다. 정극 집전체(142)는, 표면이 화학적 또는 기계적으로 조면화된 금속박이나 관통 구멍이 형성된 금속박이어도 된다.

[0044] 정극 활물질층(143)은 정극 집전체(142) 상에 형성되어 있다. 정극 활물질층(143)의 재료는, 정극 활물질이 바인더 수지와 혼합된 것으로 할 수 있으며, 도전 보조재를 더 포함해도 된다. 정극 활물질은 전해액 중의 리튬 이온 및 음이온을 흡착 가능한 재료이며, 예를 들어 활성탄이나 폴리아센 탄화물 등을 이용할 수 있다.

[0045] 바인더 수지는 정극 활물질을 접합하는 합성 수지이며, 예를 들어 스티렌부타디엔 고무, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 방향족 폴리아미드, 카르복시메틸셀룰로오스, 불소계 고무, 폴리비닐리덴플루오라이드, 이소프렌 고무, 부타디엔 고무 및 에틸렌프로필렌계 고무 등을 사용해도 된다.

[0046] 도전 보조제는 도전성 재료를 포함하는 입자이며, 정극 활물질 사이에서의 도전성을 향상시킨다. 도전 보조제는, 예를 들어 흑연이나 카본 블랙 등의 탄소 재료를 들 수 있다. 이들은 단독이어도 되고 복수 종이 혼합되어도 된다. 또한 도전 보조제는, 도전성을 갖는 재료이면 금속 재료 또는 도전성 고분자 등이어도 된다.

[0047] 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.

[0048] 여기서, 박리 영역(140a) 내의 정극 집전체(142)에는, 도 5에 도시한 바와 같이 정극 단자(141)가 접속되며, 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.

[0049] 세퍼레이터(150)는 부극(130)과 정극(140)을 절연하며, 도 3에 도시한 바와 같이 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)를 갖는다.

[0050] 제1 세퍼레이터(151)와 제2 세퍼레이터(152)는 부극(130)과 정극(140)을 격리하며, 후술하는 전해액 중에 포함되는 이온을 투과시킨다. 구체적으로는, 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)는 직포, 부직포, 합성 수지 미다공막 등인 것으로 할 수 있으며, 예를 들어 올레핀계 수지를 주재료로 한 것으로 할 수 있다. 또한 제1 세퍼레이터(151) 및 제2 세퍼레이터(152)는 연속된 1매의 세퍼레이터여도 된다.

[0051] 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 적층되고 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.

[0052] 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 미도포 시공 영역(130a)이 형성되고, 가장 권회 내측의 부극 집전체(132)의 단부에 제2 미도포 시공 영역(130b)이 형성된다.

[0053] 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 동 도면에 도시한 바와 같이, 제2 세퍼레이터(152)를 개재하여 정극(140)(정극 활물질층(143))과 대향하는 제1 영역(132c)와, 가장 권회 외측으로 되고 제2 세퍼레이터(152)를 개재하여 정극(140)(정극 활물질층(143))과 대향하지 않는 제2 영역(132d)을 갖는다. 본 실시 형태의 축전 소자(110)는, 이 제2 영역(132d)에 금속 리튬 M이 부착됨으로써 전기적으로 접속된다.

[0054] 용기(120)는 축전 소자(110)를 수용한다. 용기(120)의 상면 및 하면은 도시하지 않은 덮개에 의하여 폐색되는 것으로 할 수 있다. 용기(120)의 재질은 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어 알루미늄, 티타늄, 니켈, 철을 주성분으로 하는 금속 또는 스테인리스 등을 포함하는 것으로 할 수 있다.

[0055] 전기 화학 디바이스(100)는 이상과 같이 구성되어 있다. 축전 소자(110)와 함께 용기(120)에 수용되는 전해액은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 $LiPF_6$ 등을 용질로 하는 용액을 사용할 수 있다.

[0056] [전기 화학 디바이스의 제조 방법]

[0057] 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 의하여 제조하는 것도 가능하다. 도 7 내지 도 11은, 전기 화학 디바이스(100)의 제조 프로세스를 도시하는 모식도이다.

[0058] 도 7의 (a)는, 부극 집전체(132)의 소(素)가 되는, 관통 구멍이 형성된 금속박(232)이다. 금속박(232)은, 예를 들어 구리박이다. 금속박(232)의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 수십 ㎛ 내지 수백 ㎛로 할 수 있다.

[0059] 이어서, 금속박(232)의 이면(232b)에, 부극 활물질, 도전 보조제 및 바인더 등을 포함하는 부극 페이스트를 도포하고, 건조 또는 경화시킨다. 이것에 의하여, 도 7의 (b)에 도시한 바와 같이 금속박(232)의 이면(232b)에 제1 부극 활물질층(233)이 형성된다.

[0060] 계속해서, 도 7의 (c)에 도시한 바와 같이 금속박(232)의 표면(232a)에 X 방향을 따라 등간격으로 마스킹테이프 MT를 부착한다. 그리고 마스킹테이프 MT가 부착된 금속박(232)의 표면(232a)에, 도전 보조제나 바인더 등을 포함하고 부극 활물질의 함유량이 제1 부극 활물질층(233)과 동일한 부극 페이스트를 제1 부극 활물질층(233)보다도 두껍게 도포하고, 건조 또는 경화시킨다. 건조 또는 경화의 조건은, 제1 부극 활물질층(233)의 형성 시보다 빨리 건조 또는 경화되는 조건이 바람직하다. 이것에 의하여, 도 8의 (a)에 도시한 바와 같이 표면(232a)에, 제1 부극 활물질층(233)보다도 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층(234)이 형성된다.

[0061] 이어서, 금속박(232)의 표면(232a)에 형성된 제2 부극 활물질층(234)을 마스킹테이프 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. 이것에 의하여, 동 도면에 도시한 바와 같이 금속박(232)의 표면(232a)에 제2 부극 활물질층(234)이 간헐적으로 형성된다. 또한 제2 부극 활물질층(234)의 형성 방법은 특별히 한정되지 않으며, 마스킹 이외의 방법에 의하여 형성되어도 된다.

[0062] 이어서, 도 8의 (c)에 도시한 바와 같이, 금속박(232)의 표면(232a)에 소정의 간격을 두고 형성된 제2 부극 활물질층(234) 사이에 있어서 (도 8의 (c)에 나타내는 점선 R1을 따라) 금속박(232)과 제1 부극 활물질층(233)을 함께 재단한다. 이것에 의하여, 도 9의 (a)에 도시한 바와 같이 금속박(232)의 표면(232a)에, 제2 부극 활물질층(234)이 형성되지 않는 제1 및 제2 미도포 시공 영역(130a, 130b)이 형성된다.

[0063] 이어서, 금속박(232)의 표면(232a)에 형성된 제2 부극 활물질층(234)을 부분적으로 박리하여, 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이 금속박(232)이 노출되어 있는 박리 영역(230b)을 형성한다. 그리고 동 도면에 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.

[0064] 다음으로, 도 10의 (a)에 도시한 바와 같이, 정극 집전체(142)의 소(素)가 되는, 관통 구멍이 형성된 금속박(242)을 준비한다. 금속박(242)은, 예를 들어 알루미늄박이다. 금속박(242)의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 수십 ㎛ 내지 수백 ㎛로 할 수 있다.

[0065] 다음으로, 금속박(242)의 표면(242a) 및 이면(242b)에, 정극 활물질, 도전 보조제 및 바인더 등을 포함하는 정극 페이스트를 도포하고, 건조 또는 경화시킨다. 이것에 의하여, 도 10의 (b)에 도시한 바와 같이 금속박(242) 상에 정극 활물질층(243)이 형성된 전극층(240)을 얻는다.

[0066] 이어서, 전극층(240)을 재단하고 금속박(242)의 표면(242a) 및 이면(242b) 중 어느 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 동 도면에 도시한 바와 같이 박리 영역(240a) 내의 금속박(242)에 정극 단자(241)을 접속하여 정극(140)을 얻는다.

[0067] 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 되며, 부극(130)의 제2 미도포 시공 영역(130b)이 권회심 C측으로 되도록 적층체(310)를 배치한다. 또한 도 11의 (b)는 도 11의 (a)의 적층체(310)의 평면도이다.

[0068] 다음으로, 도 11의 (c)에 도시한 바와 같이, 정극(140)이 제2 미도포 시공 영역(130b)과 제2 세퍼레이터(252)를 개재하여 대향하지 않도록, 정극(140)을 X 방향으로 소정량 어긋나게 한다. 그리고 동 도면에 도시한 바와 같이, 제2 미도포 시공 영역(130b) 내의 금속박(232)과 제1 부극 활물질층(233)을 권회심 C에 협지시키고, 적층체(310)를 제1 미도포 시공 영역(130a)이 가장 권회 외측으로 되도록 권회심 C에 Y축 주위로 권취한다.

[0069] 이것에 의하여, 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.

[0070] 계속해서, 상기 공정에 의하여 얻어진 권회체의 가장 권회 외측에 배치된 제1 미도포 시공 영역(130a)에 금속 리튬 M을 전기적으로 접속하여(도 6 참조), 축전 소자(110)를 얻는다. 이어서, 금속 리튬 M이 전기적으로 접속된 축전 소자(110)를 전해액이 들어 있는 용기(120)에 수용하고 밀봉한다. 이것에 의하여, 금속 리튬 M으로부터 부극(140)에 리튬 이온이 프리도프된다.

[0071] 여기서, 축전 소자(110)에 있어서의 부극(140)에는, 제1 부극 활물질층(233)보다도 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층(234)이 형성되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 따른 부극(140)에는, 부극 활물질의 충전성이 낮은 제2 부극 활물질층(234)을 갖는다.

[0072] 이것에 의하여, 제2 부극 활물질층(234)에 있어서, 서로 인접하는 부극 활물질 간의 간격이 양호하게 확보되게 되어 리튬 이온을 인서션하기 쉬워진다. 따라서 전기 화학 디바이스(100)의 제조 과정에 있어서 리튬 이온의 도프 효율이 향상되기 때문에, 부극에 리튬 이온을 프리도프하는 시간을 단축할 수 있다.

[0073] 또한 본 실시 형태에 따른 부극(140)에는, 이면(232b)의 일면에 부극 활물질이 통상적으로 충전되어 있는 제1 부극 활물질층(233)이 형성되어 있다. 이것에 의하여, 표면(232a)에 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층(234)이 형성되어 있더라도 제1 부극 활물질층(233)에 의하여 전기 화학 디바이스(100)의 용량이 확보된다.

[0074] 즉, 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스(100)는, 표면(232a)에 부극 활물질의 밀도가 낮은 제2 부극 활물질층(234)이 형성되고, 이면(232b)의 일면에 부극 활물질이 통상적으로 충전되어 있는 제1 부극 활물질층(233)이 형성되어 있음으로써, 프리도프 시간의 단축과 용량의 확보가 양립된 구성으로 된다.

[0075] 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.

[0076] 또한 금속박(232)은 부극 집전체(132)에, 금속박(242)은 정극 집전체(142)에 대응하고, 제1 부극 활물질층(233)은 제1 부극 활물질층(133)에, 제2 부극 활물질층(234)은 제2 부극 활물질층(134)에 대응한다. 또한 정극 활물질층(243)은 정극 활물질층(143)에 대응한다.

[0077] 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.

[0078] 실시예

[0079] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다.

[0080] [리튬 이온 캐패시터의 제작]

[0081] 실시예 및 비교예에 따른 리튬 이온 캐패시터의 샘플을 상기의 제조 방법에 따라 제작하였다. 실시예 및 비교예에 따른 샘플의 용량은 각각 10F이다.

[0082] (실시예)

[0083] 실시예에 따른 샘플은, 부극 집전체로서 두께가 10㎛인 천공 구리박을 채용하여, 제2 부극 활물질층을 제1 부극 활물질층보다도 10% 정도 두껍게 형성하였다. 또한 실시예에서는, 부극 활물질층의 소(素)가 되는 슬러리로서, 하드 카본을 주로 포함하는 슬러리를 사용하였다.

[0084] (비교예)

[0085] 비교예에 따른 샘플은, 제1 부극 활물질층과 제2 부극 활물질층에서 부극 활물질의 밀도가 동일한 것을 제외하면, 실시예에 따른 샘플과 구성 및 제조 조건이 공통된다.

[0086] [프리도프 시간의 평가]

[0087] 실시예 및 비교예에 따른 부극에 상기 제조 방법에 따라 금속 리튬을 프리도프하였다. 이때, 금속 리튬의 잔존 상황을 눈으로 보아 경시적으로 확인하였다. 도 12는 이 결과를 정리한 표이다.

[0088] 도 12를 참조하면, 실시예에 따른 샘플에 있어서는, 금속 리튬이 3일째에 완전히 소실되었다. 한편, 비교예에 따른 샘플에 있어서는, 금속 리튬이 완전히 소실되는 데 7일 걸렸다.

[0089] 이 점에서, 상기 제조 방법에 따라 제작된 본 실시 형태에 따른 전기 화학 디바이스는, 그 제조 과정에 있어서 부극에 리튬 이온을 프리도프하는 시간을 단축 가능한 것이 실험적으로 확인되었다.

[0090] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명했지만 본 발명은 상술한 실시 형태에만 한정되는 것은 아니며, 다양한 변경을 가할 수 있는 것은 물론이다.

[0091] 예를 들어 상기 실시 형태에서는, 전기 화학 디바이스(100)의 일례로서 권회형의 리튬 이온 캐패시터에 대하여 설명했지만, 본 발명은 각각 판상의 정극과 부극이 세퍼레이터를 개재하여 교대로 복수 적층되어 이루어지는 전극 유닛을 갖는, 소위 적층형의 리튬 이온 캐패시터에도 적용 가능하다.

부호의 설명

[0092] 100: 전기 화학 디바이스

110: 축전 소자

120: 용기

130: 부극

130a: 제1 미도포 시공 영역

130b: 제2 미도포 시공 영역

131: 부극 단자

132: 부극 집전체

132a: 제1 주면

132b: 제2 주면

132c: 제1 영역

132d: 제2 영역

133: 제1 부극 활물질층

134: 제2 부극 활물질층

140: 정극

141: 정극 단자

142: 정극 집전체

142a: 제3 주면

142b: 제4 주면

143: 정극 활물질층

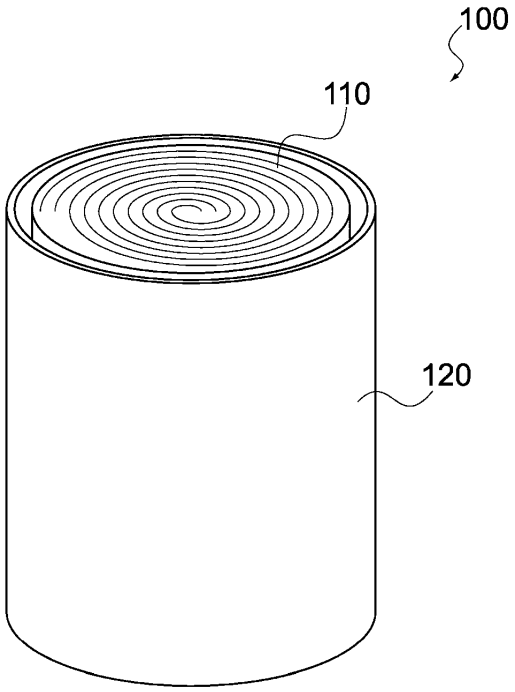
151: 제1 세퍼레이터

152: 제2 세퍼레이터

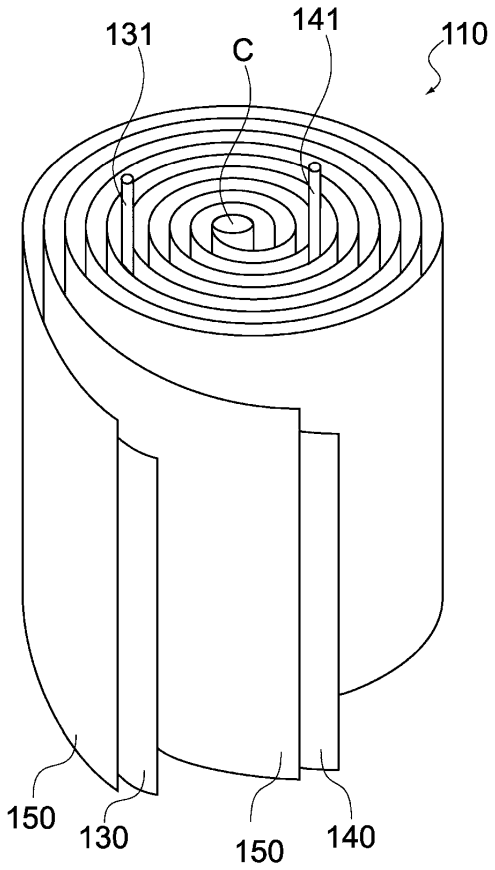
M: 금속 리튬

도면

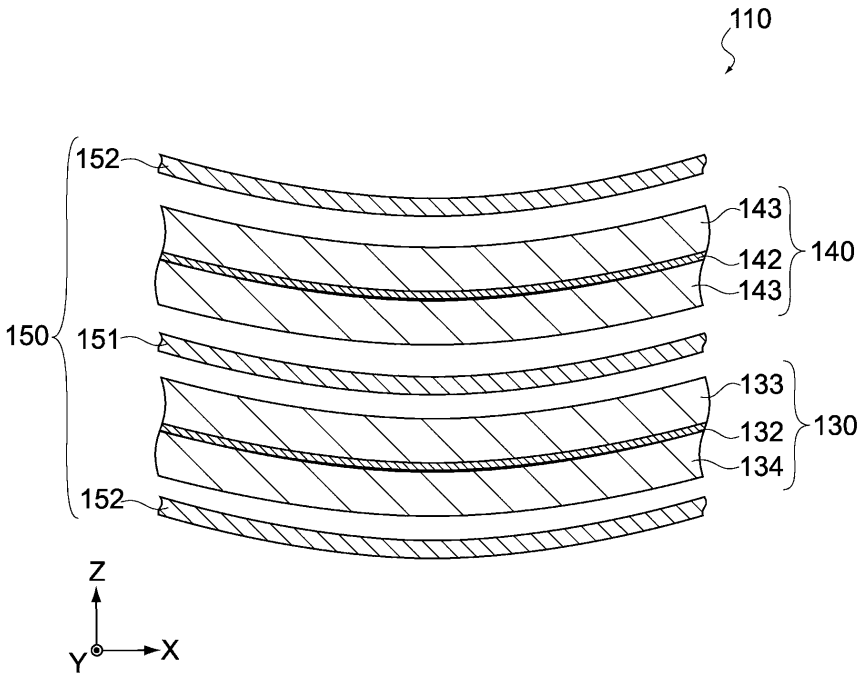
도면1



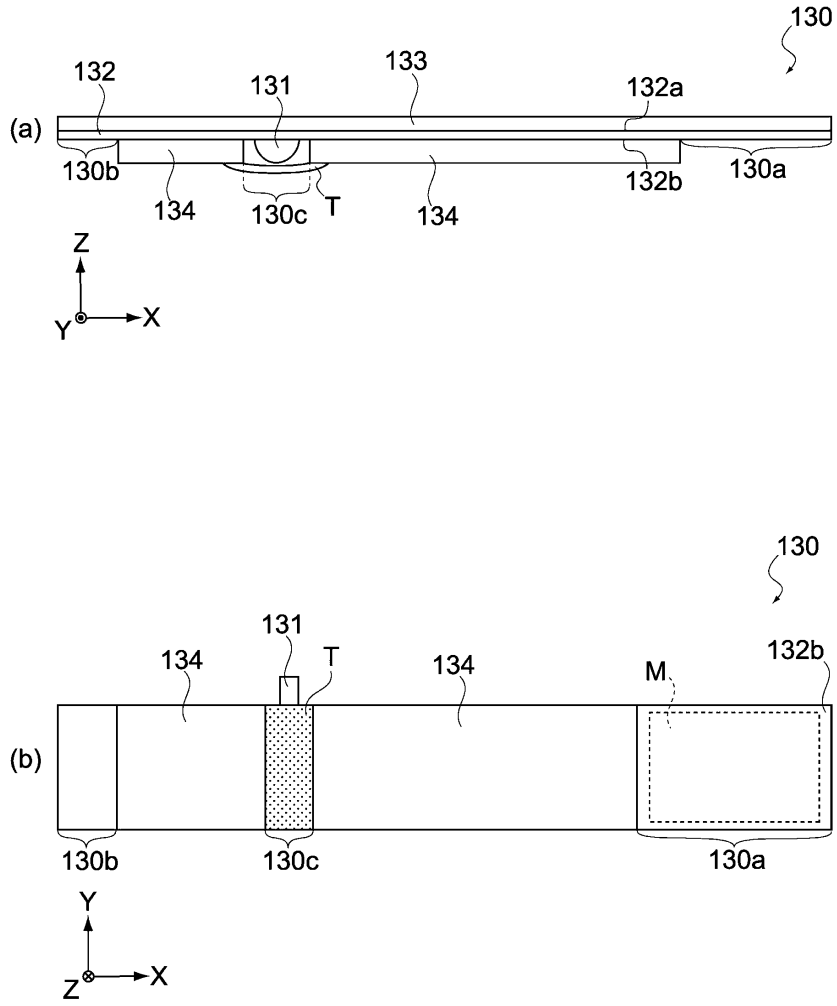
도면2



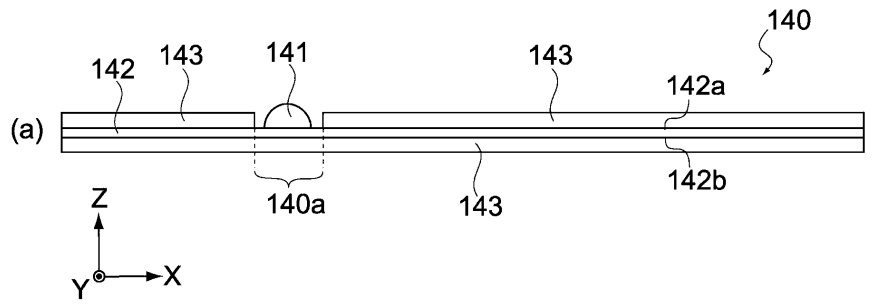
도면3

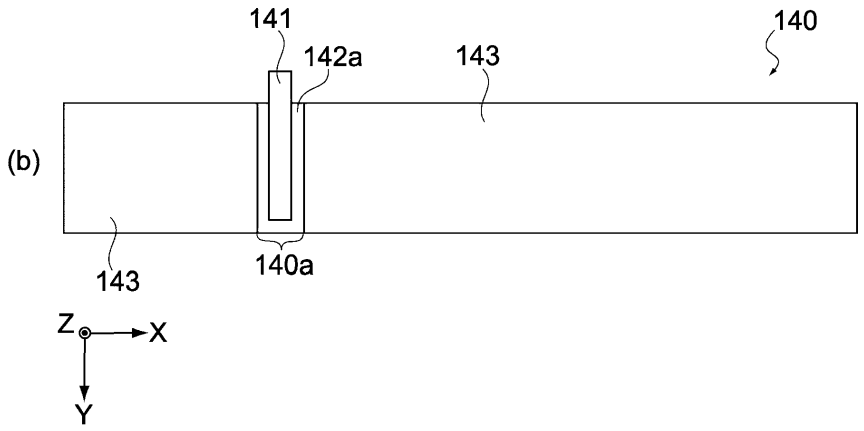


도면4

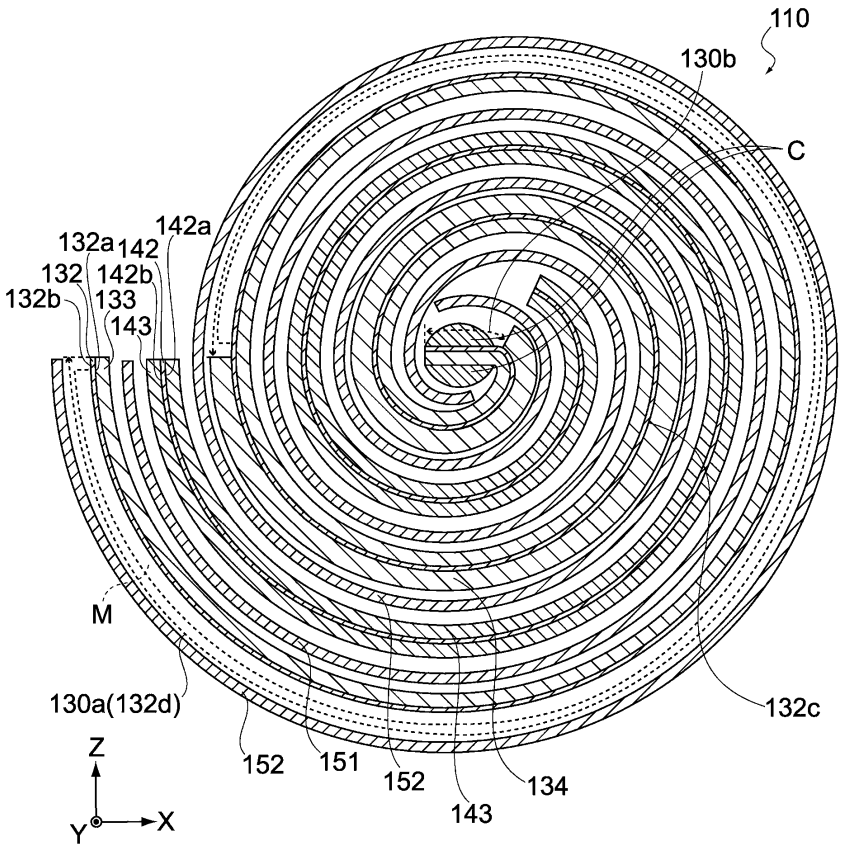

130
132
131
133
132a
(a)
130b
134
130c
T
134
132b
130a
Z
Y
X
130
131
134
T
134
M
132b
(b)
130b
130c
130a
Y
Z
X

도면5

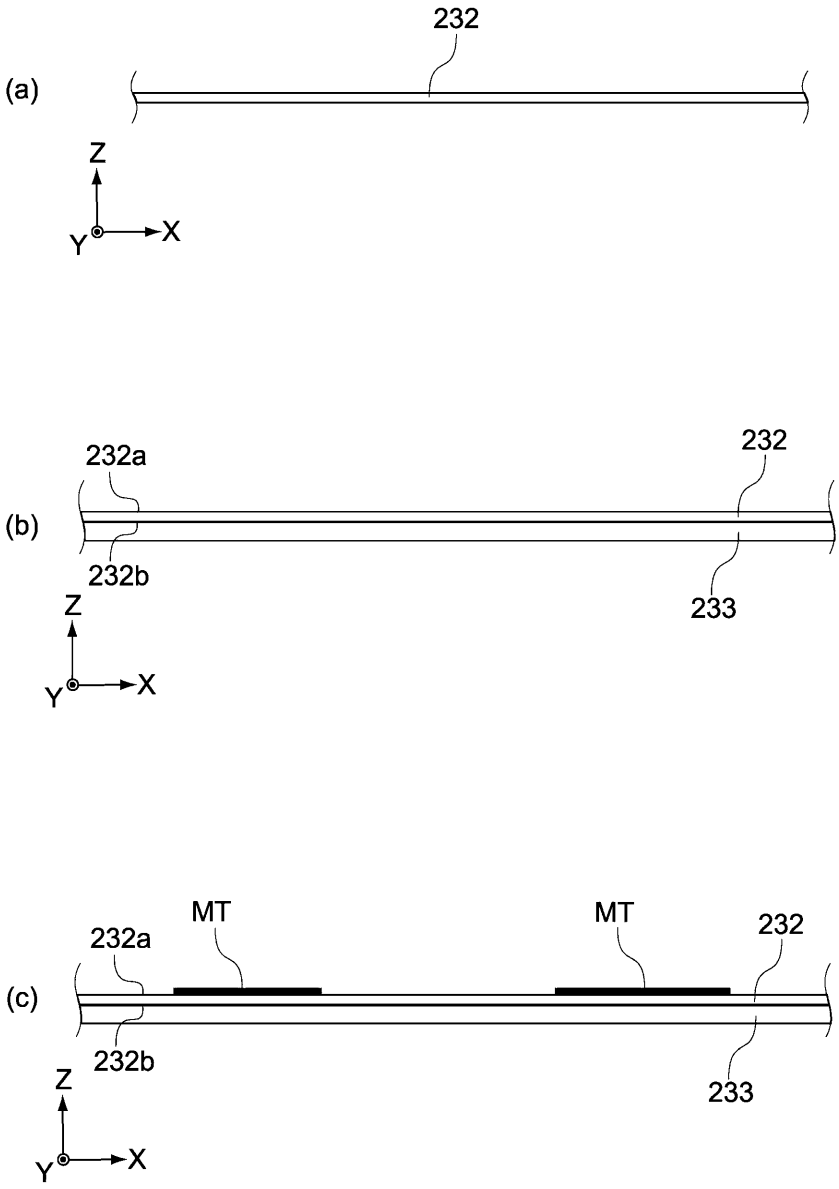

(a)
142
143
141
143
140
142a
142b
140a
143
Z
X
Y


(b)
141
142a
143
140
143
140a
Z
X
Y

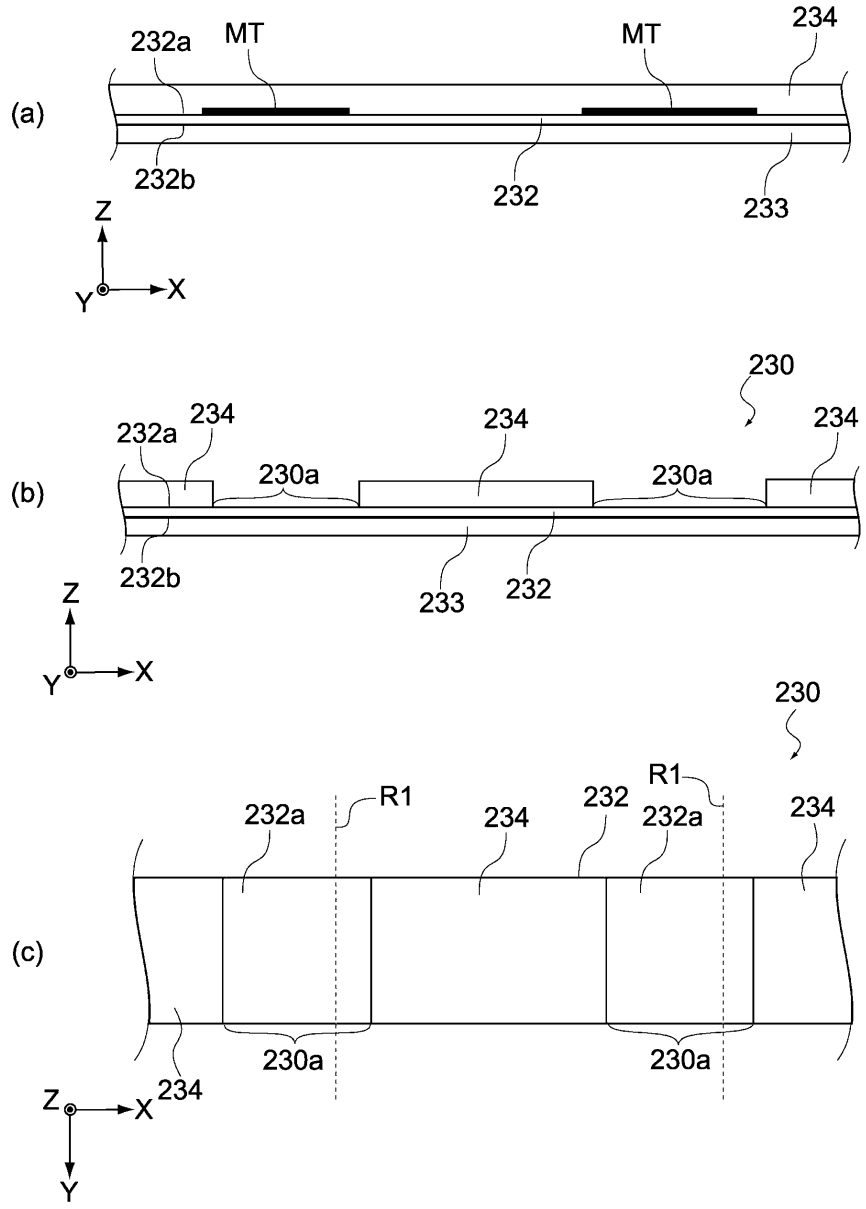
도면6


110
130b
C
142a
132a
142
132
142b
132b
133
143
M
130a(132d)
152
151
152
134
143
132c
Z
Y
X

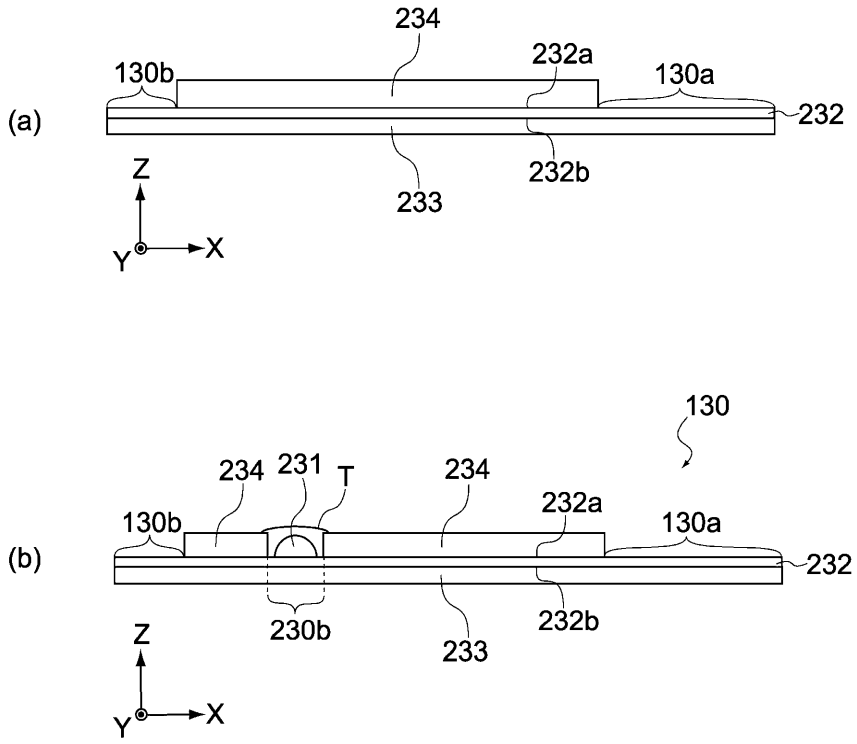
도면7



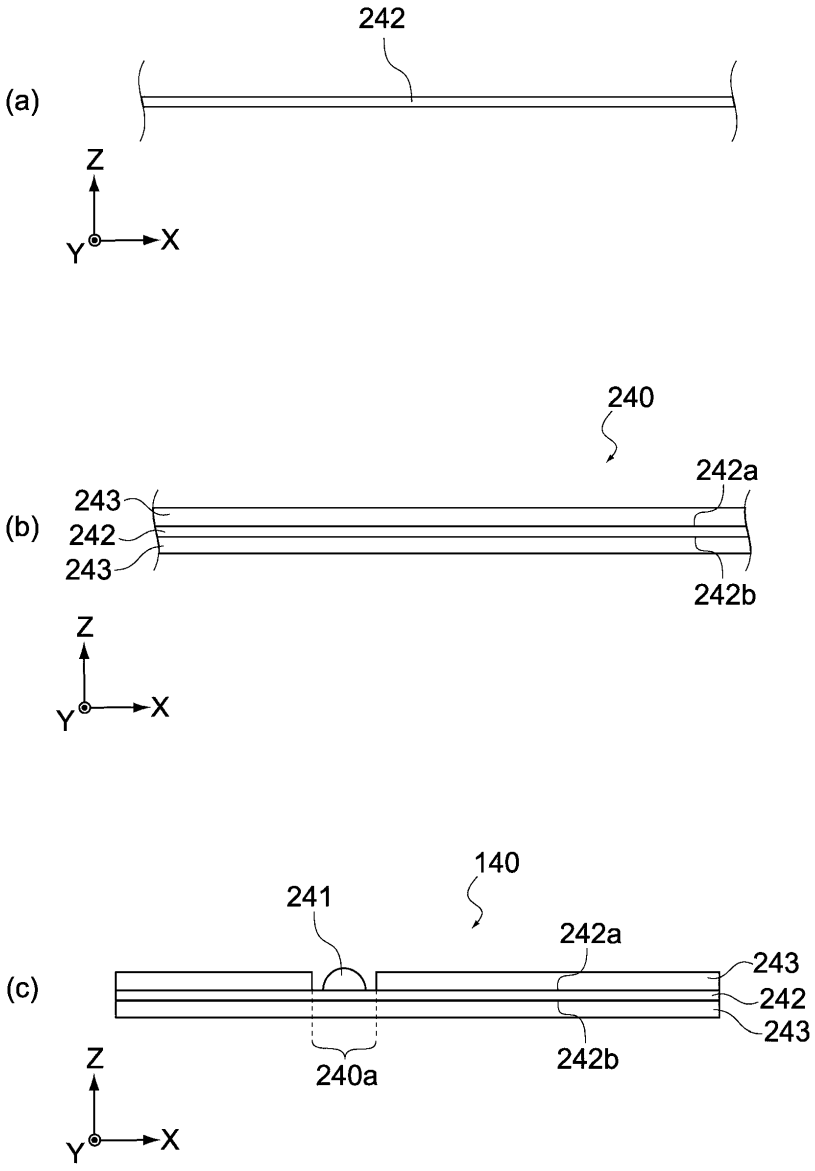
도면8


(a)
232a
MT
MT
234
232b
232
233
Z
Y
X
(b)
230
234
232a
234
234
230a
230a
232b
233
232
Z
Y
X
(c)
230
R1
R1
232a
234
232
232a
234
230a
230a
234
Z
X
Y

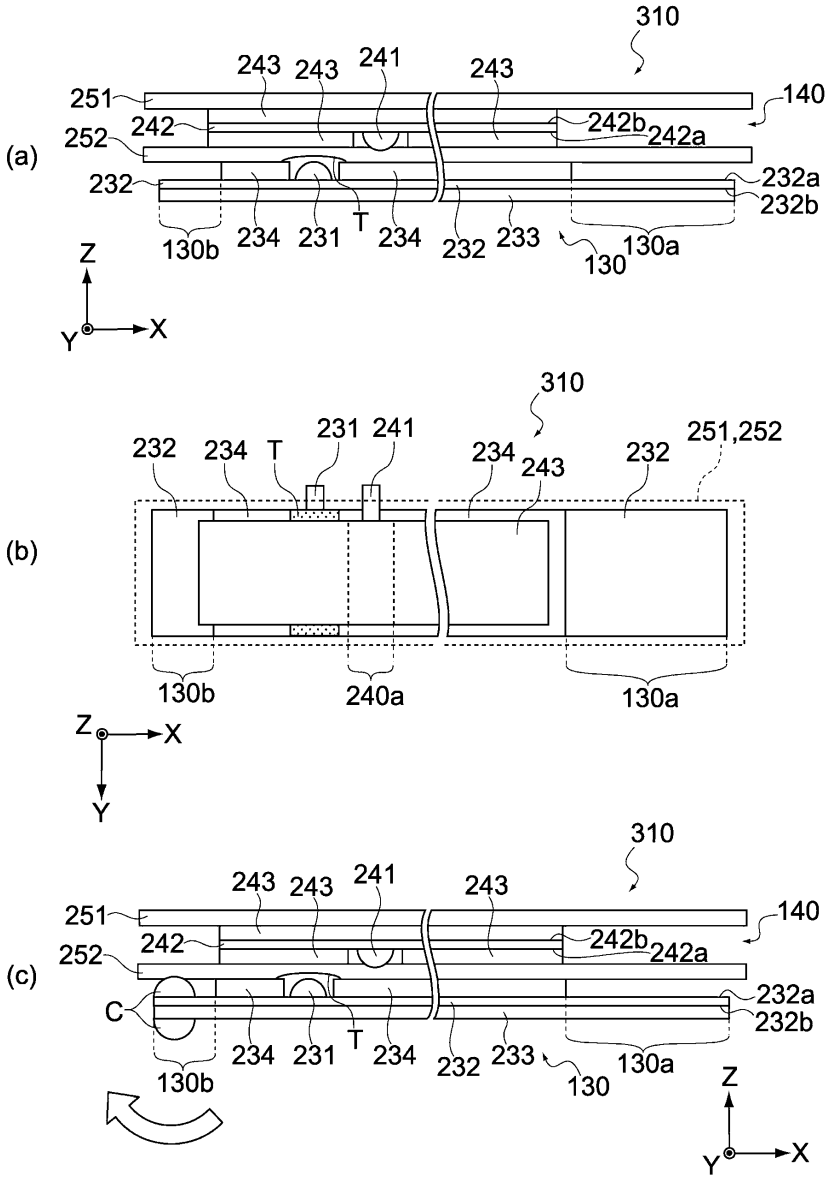
도면9


(a)
234
232a
130b
130a
232
232b
233
Z
Y
X
(b)
130
234
231
T
234
232a
130b
130a
232
230b
232b
233
Z
Y
X

도면10


(a)
242
Z
Y
X
(b)
240
242a
243
242
243
242b
Z
Y
X
(c)
140
241
242a
243
242
243
240a
242b
Z
Y
X

도면11


(a)
310
243
243
241
243
251
140
242
242b
242a
252
232
232a
232b
T
130b
234
231
234
232
233
130
130a
Z
Y
X
(b)
310
232
234
T
231
241
234
243
232
251,252
130b
240a
130a
Z
X
Y
(c)
310
243
243
241
243
251
140
242
242b
242a
252
C
232a
232b
T
234
231
234
232
233
130
130a
130b
Z
Y
X

도면12

	1 일째	2 일째	3 일째	4 일째	5 일째	6 일째	7 일째
실시예	잔존 있음	면적 절반	소실	—	—	—	—
비교예	잔존 있음	잔존 있음	잔존 있음	면적 절반	면적 1/4	단편적	소실