



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0051237
(43) 공개일자 2025년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 50/533 (2021.01) H01M 10/04 (2015.01)
H01M 50/534 (2021.01)

(52) CPC특허분류
H01M 50/533 (2023.08)
H01M 10/0404 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0134092
(22) 출원일자 2023년10월10일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 엘지에너지솔루션
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동, 파크원)

(72) 발명자
이다영
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원
권오정
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
김홍균

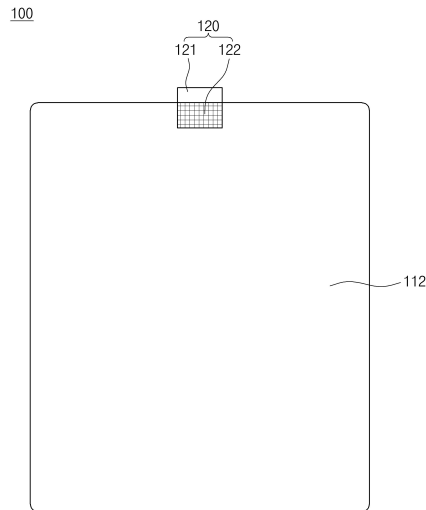
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전극탭의 단선이 개선된 리튬 이차전지용 전극 구조체 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 리튬 이차전지용 전극 구조체 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 전극 구조체는 제조 시 압연을 통해 전극의 전극 활성층 표면 가장자리에 전극탭의 메쉬 구조를 갖는 영역이 접착된 구조를 가짐으로써 전극 활성층의 압연 시 전극 집전체의 유지부와 무지부의 경계에서 발생되는 균열로 인한 전극탭의 단선 발생을 예방할 수 있는 이점이 있다. 또한, 상기 전극 구조체는 전극탭 접착 시 소정의 조건에서 압연을 수행함으로써 전극 활성층과 전극탭의 높은 접착력을 구현할 수 있으므로 내구성이 우수한 특징을 갖는다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01M 50/534 (2023.08)

(72) 발명자
안인구
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기
술연구원

김광진
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기
술연구원

한금재

대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기
술연구원

고남규

대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기
술연구원

명세서

청구범위

청구항 1

전극 집전체의 적어도 일면에 마련되고 전극활물질을 포함하는 전극 활성층을 구비하는 전극, 및
상기 전극 활성층의 표면 가장자리에 마련된 전극탭을 포함하고;
상기 전극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로
구분되며;
상기 제2 영역은 메쉬 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 리튬 이차전지용 전극 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제2 영역은 제1 영역의 평균 두께 기준 70% 내지 100%의 두께 비율을 갖는 리튬 이차전지용 전극 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1 영역의 평균 두께는 50 μ m 내지 2 mm인 리튬 이차전지용 전극 구조체.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 메쉬 구조는 평균 크기가 100 μ m 이하의 공극을 포함하는 리튬 이차전지용 전극 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 제2 영역은 제1 영역 및 제2 영역의 총 길이를 기준으로 20% 내지 80%의 길이 비율을 갖는 리튬 이차전지
용 전극 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 제1 영역 및 제2 영역의 총 길이는 0.5 cm 내지 10 cm인 리튬 이차전지용 전극 구조체.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 전극 활성층은 전극탭과 접합된 표면이 제2 영역의 공극으로 삽입된 형태를 갖는 리튬 이차전지용 전극 구
조체.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 전극탭은 알루미늄 박판 또는 구리 박판으로 구성되는 리튬 이차전지용 전극.

청구항 9

전극 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 슬러리를 도포하는 단계,
도포된 전극 슬러리를 건조하여 전극 활성층을 포함하는 전극을 제조하는 단계, 및
형성된 전극 활성층의 표면 가장자리에 전극탭을 배치한 상태로 압연하는 단계를 포함하고;
상기 전극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로 구분되며;
상기 제2 영역은 메쉬 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 전극 슬러리는 전극 집전체의 표면 전체에 도포되는 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,
상기 압연은 40℃ 내지 100℃의 온도에서 1 m/min 내지 120 m/min의 속도로 수행되는 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법.

청구항 12

제9항에 있어서,
상기 제2 영역의 메쉬 구조는 금속 박판 또는 금속 바를 부분 식각하거나 펀칭하여 형성된 공극을 포함하는 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전극탭의 단선이 개선된 리튬 이차전지용 전극 구조체 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근, EV, HV 이외에 전력 저장 등에도 이차전지가 사용되면서 대용량 환경에 따른 이차전지의 사용이 필요하게 되고, 이에 따라 이차전지의 크기 및 용량도 계속 증가하고 있는 추세이다. 이러한 이차전지의 고용량 환경에 적응하기 위하여 전극탭과 리드의 개수를 늘리고, 크기를 증가시키는 기법 등이 적용되어 왔다. 그러나, 단순히 전극탭과 리드의 개수 및/또는 크기를 증가시키는 방법만으로는 전극탭과 리드 간의 안정적인 신뢰성 있는 결합을 보장하기 어려운 면이 있다. 특히, 전극탭은 전극판과 마찬가지로 매우 얇은 금속 박막으로 이루어져 있어

므로, 전극탭 자체에 단선이 발생할 가능성도 높다.

- [0004] 일반적으로, 이차전지용 전극은 전극 집전체에 전극활물질을 포함하는 전극 슬러리를 도포한 후, 이를 건조 및 압연하여 형성된다. 이렇게 형성된 전극들은 외부와의 전기 연결을 위하여, 활성층이 형성되지 않은 전극 집전체의 무지부를 타발할 때 탭 기능을 수행할 일부 영역을 제외하고 타발함으로써 전극탭을 마련할 수 있다.
- [0005] 그러나, 전극 집전체의 무지부는 전극의 고 에너지 밀도를 위한 압연 시 활성층이 형성된 전극 집전체의 유지부와 연신을 편차가 유도되므로, 유지부와의 경계에서 응력(stress)과 변형(strain)이 발생된다. 이러한 응력과 변형은 무지부의 균열을 발생시킬 수 있다. 균열이 발생한 무지부가 전극탭으로 사용될 경우 전극의 저전압 불량 등을 야기할 뿐만 아니라, 도 1에 나타난 바와 같이 전극탭의 크랙을 초래할 수 있다. 전극탭에 크랙이 발생하면, 크랙의 길이에 비례하여 전류가 이동할 수 있는 단면적을 감소시킨다. 다시 말해, 상기 크랙은 전극탭의 저항을 증가시키며, 저항 증가는 전극탭과 전극 리드 사이의 연결 부위에서 발열량을 증가시킨다. 이러한 발열량의 증가는 전해액의 분해 반응 속도를 높이며, 분리막의 수축 현상을 보다 증가시킨다. 또한, 발열에 의해 금속의 연성이 더욱 높아져 이후 작은 충격에도 크랙이 확장되게 되며, 이러한 크랙 확장을 통해 결과적으로 전극탭의 단선이 유도된다. 전극탭의 단선은 이차 전지의 수명을 단축시키고, 안전성을 저해하는 요인으로도 작용한다.
- [0006] 이에, 종래 전극탭의 단선을 개선하고자 하는 연구들이 있었다. 예컨대, 전극탭과 리드간 연결 구조를 변형하거나 용접 불량을 줄이는 방향으로 진행되었다. 그러나, 상기 기술들은 전극이 제조되는 과정에서 발생하는 전극 집전체의 무지부 균열을 개선할 수 없으므로 전극탭의 단선을 개선하는데 한계가 있다.
- [0007] 따라서, 고용량 리튬 이차전지의 안전성 측면에서, 전극탭 자체의 단선을 보다 근본적으로 개선할 수 있는 기술의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0050654호
- (특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2021-0021871호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은 전극 활성층의 압연 시 전극 집전체의 유지부와 무지부의 경계에서 발생하는 균열로 인한 전극탭의 단선 발생이 개선된 리튬 이차전지용 전극 및 이의 제조방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상술된 문제를 해결하기 위하여,
- [0013] 본 발명은 일실시예에서,
- [0014] 전극 집전체의 적어도 일면에 마련되고 전극활물질을 포함하는 전극 활성층을 구비하는 전극, 및
- [0015] 상기 전극 활성층의 표면 가장자리에 마련된 전극탭을 포함하고;
- [0016] 상기 전극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로 구분되며;
- [0017] 상기 제2 영역은 메쉬 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 리튬 이차전지용 전극 구조체를 제공한다.
- [0018] 이때, 상기 제2 영역은 제1 영역의 평균 두께 기준 70% 내지 100%의 두께 비율을 가질 수 있으며, 이 경우 상기

제1 영역의 평균 두께는 50 μ m 내지 2 mm일 수 있다.

- [0019] 또한, 상기 제2 영역의 메쉬 구조는 평균 크기가 100 μ m 이하의 공극을 포함할 수 있다.
- [0020] 아울러, 상기 제2 영역은 제1 영역 및 제2 영역의 총 길이를 기준으로 20% 내지 80%의 길이 비율을 가질 수 있으며, 이 경우 상기 제1 영역 및 제2 영역의 총 길이는 0.5 cm 내지 10 cm일 수 있다.
- [0021] 이와 더불어, 상기 전극 활성층은 전극탭과 접합된 표면이 제2 영역의 공극으로 삽입된 형태를 가질 수 있다.
- [0022] 한편, 상기 전극탭은 알루미늄 박판 또는 구리 박판으로 구성될 수 있다.

- [0024] 나아가, 본 발명은 일실시예에서,
- [0025] 전극 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 슬러리를 도포하는 단계,
- [0026] 도포된 전극 슬러리를 건조하여 전극 활성층을 포함하는 전극을 제조하는 단계, 및
- [0027] 형성된 전극 활성층의 표면 가장자리에 전극탭을 배치한 상태로 압연하는 단계를 포함하고;
- [0028] 상기 전극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로 구분되며;
- [0029] 상기 제2 영역은 메쉬 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법을 제공한다.
- [0030] 이때, 상기 전극 슬러리는 전극 집전체의 표면 전체에 도포될 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 압연은 40 $^{\circ}$ C 내지 100 $^{\circ}$ C의 온도에서 1 m/min 내지 120 m/min의 속도로 수행될 수 있다.
- [0032] 아울러, 상기 제2 영역의 메쉬 구조는 금속 박판 또는 금속 바를 부분 식각하거나 펀칭하여 형성된 공극을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명에 따른 전극 구조체는 제조 시 압연을 통해 전극의 전극 활성층 표면 가장자리에 전극탭의 메쉬 구조를 갖는 영역이 접착된 구조를 가짐으로써 전극 압연 시 전극 집전체의 유지부와 무지부의 경계에서 발생하는 균열로 인한 전극탭의 단선 발생을 예방할 수 있는 이점이 있다.
- [0035] 또한, 상기 전극 구조체는 전극탭 접착 시 소정의 조건에서 압연을 수행함으로써 전극 활성층과 전극탭의 높은 접착력을 구현할 수 있으므로 내구성이 우수한 특징을 갖는다.
- [0036] 나아가, 상기 전극 구조체는 별도의 금속 박판으로부터 유래된 전극탭을 전극 표면에 구비하여 전극 집전체의 두께를 보다 낮출 수 있으므로 이를 포함하는 이차전지의 에너지 밀도를 보다 향상시키는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 전극 활성층의 압연으로 인해 전극 집전체의 유지부와 무지부의 경계에서 균열이 발생된 종래 리튬 이차전지용 전극 구조체를 도시한 이미지이다.
- 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 전극 구조체를 나타낸 평면도이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 전극 구조체의 구조를 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다.
- [0040] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0041] 본 발명에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0042] 또한, 본 발명에서, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 있다고 기재된 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "하에" 있다고 기재된 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 또한, 본 출원에서 "상에" 배치된다고 하는 것은 상부 뿐만 아니라 하부에 배치되는 경우도 포함하는 것일 수 있다.
- [0043] 아울러, 본 발명에서, "주성분으로 포함하다"란 전체 중량(또는 전체 부피)에 대하여 정의된 성분을 50 중량% 이상(또는 50 부피% 이상), 60 중량% 이상(또는 60 부피% 이상), 70 중량% 이상(또는 70 부피% 이상), 80 중량% 이상(또는 80 부피% 이상), 90 중량% 이상(또는 90 부피% 이상) 또는 95 중량% 이상(또는 95 부피% 이상) 포함하는 것을 의미할 수 있다. 예를 들어, "전극활물질로서 흑연을 주성분으로 포함하다"란 전극활물질 전체 중량에 대하여 흑연을 50 중량% 이상, 60 중량% 이상, 70 중량% 이상, 80 중량% 이상, 90 중량% 이상 또는 95 중량% 이상 포함하는 것을 의미할 수 있으며, 경우에 따라서는 전극활물질 전체가 흑연으로 이루어져 흑연이 100 중량%로 포함하는 것을 의미할 수도 있다.
- [0044] 또한, 본 발명에서, "전극 활성층의 표면"란 전극 집전체 상에 마련된 전극 활성층에서 외부에 노출된 면 중에서, 전극 활성층이 전극 집전체와 접하는 면의 타면을 의미할 수 있다.
- [0046] 이하, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0048] **리튬 이차전지용 전극 구조체**
- [0049] 본 발명은 일실시예에서,
- [0050] 전극 집전체의 적어도 일면에 마련되고 전극활물질을 포함하는 전극 활성층을 구비하는 전극, 및
- [0051] 상기 전극 활성층의 표면 가장자리에 마련된 전극탭을 포함하고;
- [0052] 상기 전극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로 구분되며;
- [0053] 상기 제2 영역은 메쉬 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 리튬 이차전지용 전극 구조체를 제공한다.
- [0055] 본 발명에 따른 리튬 이차전지용 전극 조립체는 리튬 이차전지용 전극과 전극탭을 포함하는 구조를 갖는다. 이때, 상기 전극탭은 종래 상기 전극의 전극 집전체 무지부를 타발하여 형성된 것이 아닌 별도로 마련된 금속 박판이 상기 전극의 전극 활성층의 표면 가장자리에 도입된 구조를 가질 수 있다. 이러한 구조는 전극 압연 시 전극 집전체의 유지부와 무지부의 경계에서 발생하는 전극 집전체 균열로 인한 전극탭의 단선 발생을 미리 방지할 수 있는 이점이 있다.
- [0057] 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 리튬 이차전지용 전극 구조체(100 및 200)의 표면을 나타낸 평면도이다.
- [0058] 또한, 도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 리튬 이차전지용 전극 구조체(100 및 300)의 구조를 도시한 단면도이다.
- [0059] 이하에서, 도 2 내지 도 5를 참고하여 상기 전극 구조체를 보다 상세히 설명한다.
- [0061] 본 발명에 따른 리튬 이차전지용 전극 구조체는 리튬 이차전지용 전극 상에 전극탭이 마련된 구조를 갖는다.
- [0062] 보다 구체적으로, 상기 전극 구조체는 리튬 이차전지용 전극의 전극 활성층의 표면 일측 가장자리에 1 이상의 전극탭이 마련된 구조를 가질 수 있다. 이때, 상기 전극탭의 위치나 개수는 해당 전극 구조체가 적용되는 전지

의 형태, 종류, 크기 등에 따라 조절될 수 있다.

- [0063] 하나의 예로서, 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 전극 구조체(100)는 리튬 이차전지용 전극의 전극 활성층(112) 표면 일측 가장자리 중앙에 하나의 전극탭(120)을 포함할 수 있다.
- [0064] 다른 하나의 예로서, 도 3에 나타낸 바와 같이, 상기 전극 구조체(200)는 리튬 이차전지용 전극의 전극 활성층(212) 표면 일측 가장자리에 2개의 전극탭(220a 및 220b)을 포함할 수 있다.
- [0065] 또 다른 하나의 예로서, 상기 전극 구조체는 리튬 이차전지용 전극의 전극 활성층 표면 일측 가장자리 중앙에 하나의 전극탭을 포함하고, 전극 활성층 표면 타측 가장자리 중앙에 다른 하나의 전극탭을 포함하여 총 2개의 전극탭을 포함할 수 있다.
- [0066] 또한, 상기 전극탭은 도 2 및 도 3에 나타낸 바와 같이 전극탭(120 및 220)이 접합된 전극 활성층(112 및 212)의 표면을 기준으로 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역(121 및 221)과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역(122 및 222)으로 구분된다.
- [0067] 이때, 상기 제1 영역과 제2 영역은 서로 다른 구조를 갖는다. 구체적으로, 상기 전극탭은 단층 구조의 금속 박판(metal thin plate)이나 금속 바(metal bar)를 포함할 수 있다. 종래 전극 활성층과 전극 리드의 접합력을 높이기 위하여 전극 활성층과 접합되는 층과 전극 리드와 접합되는 층을 각각 별도로 포함하는 다층 구조의 전극탭이 개발된 바 있다. 그러나, 이러한 구조의 전극탭은 전극 활성층-전극탭 및 전극탭-전극 리드간 각 접합력은 높으나, 전극탭을 구성하는 각 층간 접합력이 약하여 이차전지에 외력이 가해지는 경우 전극탭의 손상이 발생할 수 있다. 특히, 전극 구조체를 음극에 적용하는 경우 이차전지의 충방전 시 발생하는 음극 활성층의 부피 변화로 인해 전극탭의 층간 분리가 유도될 수 있다. 그러나, 본 발명의 전극탭은 단층 구조를 갖는 하나의 금속 박판 또는 금속 바를 전극탭으로 포함하므로 전극 구조체의 내구성 및 수명 특성이 향상시킬 수 있다.
- [0068] 상기 전극탭에 있어서, 제1 영역은 전극 활성층의 외측으로 돌출되어 전극 리드와 용접 등을 통해 접합되는 부분으로서, 전극 리드와 연결 시 전자의 이동을 용이하게 하기 위하여 금속 박판 또는 금속 바의 평면 구조를 유지할 수 있다. 금속 박판 또는 금속 바의 평면 구조는 메쉬 구조와 비교하여 전극 리드와의 접촉 면적이 넓으므로 보다 낮은 전기 저항을 가질 수 있다. 따라서, 전극탭을 통해 전극과 전극 리드의 전자 이동이 용이하므로 전극의 전기적 성능을 보다 높게 구현할 수 있다. 또한, 이 경우 메쉬 구조와 같이 별도의 가공 및/또는 성형 비용이 요구되지 않으므로 제조 비용이 절감되는 이점이 있다.
- [0069] 또한, 상기 전극탭에 있어서, 제2 영역은 전극탭이 전극 활성층과 접합되는 부분으로서, 전극 활성층과의 접촉 면적을 넓히면서 전극 활성층 표면에 기계적·물리적으로 접합하기 위하여, 메쉬 구조를 가질 수 있다.
- [0070] 여기서, '메쉬 구조'란 복수의 줄이 규칙적으로 또는 불규칙적으로 서로 교차하여 이들 사이에 공극(opening)을 형성하는 구조를 말한다. 하나의 예로서, 본 발명에 따른 전극탭의 제2 영역은 가로줄과 세로줄이 서로 수직으로 교차하여 이들 사이에 공극을 갖는 격자 무늬 형태의 메쉬 구조를 가질 수 있다.
- [0071] 상기 공극은 전극탭과 전극 활성층의 접합 시 전극탭이 전극 활성층의 표면에 기계적·물리적 접합을 유도하여 전극 활성층과 전극탭의 접합을 공고히 할 수 있다. 구체적으로, 도 4 및 도 5를 참고하면, 상기 전극 활성층은 전극탭과 접합된 표면이 제2 영역의 공극 내부로 일부 삽입되어 기계적으로 접합된 형태를 가질 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 전극 구조체는 전극탭의 제2 영역이 전극 활성층 표면에 두께 d (예컨대, d = 약 0.1~10 μ m) 만큼 박힌 단면 구조를 가질 수 있다. 이러한 전극 활성층과 전극탭의 기계적 결합은 전극 구조체를 구비하는 이차전지에 외력이 가해지더라도 높은 내구성을 유지할 수 있는 이점이 있다. 또한, 상기 제2 영역은 메쉬 구조 내부로 전극 활성층 표면에 일부 삽입됨에 따라 3차원적으로 전극 활성층과 접촉할 수 있다. 이에 따라, 제2 영역이 전극 활성층과 접촉되는 면적을 현저히 증가시킬 수 있으므로 전극탭과 전극 활성층 사이에 높은 물리적 접착력을 구현할 수 있다.
- [0072] 여기서, 상기 제2 영역은 전극 활성층과의 접합력을 보다 높이기 위하여 제2 영역에 포함된 공극이 소정의 크기를 갖도록 조절될 수 있다. 구체적으로, 상기 공극은 100 μ m 이하의 평균 크기를 가질 수 있으며, 보다 구체적으로는 10 μ m 내지 100 μ m; 10 μ m 내지 90 μ m; 20 μ m 내지 80 μ m; 30 μ m 내지 70 μ m; 50 μ m 내지 100 μ m; 40 μ m 내지 80 μ m; 10 μ m 내지 30 μ m; 20 μ m 내지 50 μ m; 또는 60 μ m 내지 90 μ m의 평균 크기를 가질 수 있다. 본 발명은 전극탭의 제2 영역에 포함된 공극의 평균 크기를 상술된 범위로 조절함으로써 현저히 낮은 공극 크기로 인해 전극탭과 전극 활성층 간 기계적 접착력이 충분히 구현되지 않는 것을 방지할 수 있다. 또한 본 발명은 제2 영역에 포함된 공극의 과도한 크기로 인하여 전극탭의 접촉 면적이 저감되어 전극탭과 전극 활성층간 물리적

접착력이 저감되는 것을 막을 수 있다.

- [0073] 이와 더불어, 상기 전극탭은 전극 활성층과의 접착을 공고히 하기 위하여, i) 전극탭의 크기(즉, 전극탭의 폭 및/또는 길이)와 ii) 제2 영역의 크기(즉, 제2 영역의 길이 및/또는 두께)가 소정의 범위를 만족할 수 있다.
- [0074] 하나의 예로서, 상기 전극탭은 0.5 cm 내지 10 cm의 평균 폭과 평균 길이를 각각 가질 수 있으며, 상기 평균 폭은 상기 평균 길이보다 동등하거나 길 수 있다. 여기서, '전극탭의 폭'이란 전극탭의 제1 영역과 제2 영역이 만나는 경계가 갖는 방향으로의 크기를 의미할 수 있다. 또한, '전극탭의 길이'란 상기 폭 방향에 대하여 수직 방향으로의 크기를 의미할 수 있으며, 이는 제1 영역과 제2 영역의 총 길이와 같다.
- [0075] 구체적으로, 상기 전극탭의 평균 폭은 2 cm 내지 10 cm; 4 cm 내지 9 cm; 5 cm 내지 10 cm; 3 cm 내지 7 cm; 4 cm 내지 6 cm; 6 cm 내지 8 cm; 3 cm 내지 5 cm; 또는 1 cm 내지 4 cm일 수 있다.
- [0076] 또한, 상기 전극탭의 평균 길이는 0.5 cm 내지 7.5 cm; 0.5 cm 내지 5 cm; 0.5 cm 내지 3 cm; 1 cm 내지 4 cm; 2.5 cm 내지 5 cm; 또는 3 cm 내지 5 cm일 수 있다.
- [0077] 본 발명은 전극탭의 평균 폭과 평균 길이를 상술된 범위로 조절함으로써, 상술된 상한가보다 큰 폭 및/또는 길이로 인해 전극 구조체를 포함하는 이차전지의 조립 시 전극의 공간 효율성이 저하되고 재료 비용이 과도하게 증가하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 전극탭의 평균 폭과 평균 길이가 과도하게 크면 이차전지의 충방전 시 전극탭과 전극 리드의 접합부에서 발생하는 저항이 증가하여 충방전 용량 및 효율이 저감될 수 있다. 아울러, 본 발명은 상술된 전극탭의 평균 폭과 평균 길이의 하한가보다 낮은 폭 및/또는 길이로 인해 전극 활성층 및/또는 전극 리드와의 접착력이 저하되는 것을 막을 수 있고, 외력이 가해지는 경우 저항성이 떨어져 전극탭의 단선 등이 발생하는 것을 예방할 수 있다.
- [0078] 다른 하나의 예로서, 상기 제2 영역은 전극탭의 총 길이를 기준으로 20% 내지 80%의 길이 비율을 가질 수 있으며, 구체적으로는 전극탭의 총 길이를 기준으로 20% 내지 60%; 20% 내지 50%; 20% 내지 40%; 40% 내지 80%; 40% 내지 60%; 또는 30% 내지 50%의 길이 비율을 가질 수 있다.
- [0079] 본 발명은 제2 영역의 길이 비율을 상술된 바와 같이 조절함으로써 상술된 상한가보다 큰 길이 비율로 인해 제1 영역의 길이가 현저히 짧아 전극 리드가 전극탭과 공고히 접합되지 못하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 본 발명은 상술된 하한가보다 작은 길이 비율로 인해 전극 활성층과 전극탭의 접착력이 떨어지는 문제를 해결할 수 있다.
- [0080] 또 다른 하나의 예로서, 도 4 및 도 5와 같이, 상기 제2 영역(h_2)은 제1 영역(h_1)의 평균 두께(h_1)와 동등하거나 얇은 평균 두께(h_2)를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 제2 영역의 평균 두께(h_2)는 제1 영역의 평균 두께(h_1) 기준 70% 내지 100%의 두께 비율을 가질 수 있으며, 보다 구체적으로, 제1 영역(h_1)의 평균 두께(h_1) 기준 70% 내지 95%; 70% 내지 90%; 75% 내지 95%; 80% 내지 100%; 85% 내지 95%; 또는 90% 내지 100%의 두께 비율을 가질 수 있다.
- [0081] 이때, 제1 영역의 평균 두께(h_1)는 50 μm 내지 2 mm일 수 있으며, 구체적으로는 50 μm 내지 1.5 mm; 50 μm 내지 1 mm; 50 μm 내지 800 μm ; 50 μm 내지 600 μm ; 50 μm 내지 500 μm ; 50 μm 내지 400 μm ; 50 μm 내지 300 μm ; 50 μm 내지 200 μm ; 50 μm 내지 100 μm ; 100 μm 내지 300 μm ; 300 μm 내지 700 μm ; 500 μm 내지 900 μm ; 1 mm 내지 2 mm; 500 μm 내지 1.5 mm; 800 μm 내지 1.2 mm; 50 μm 내지 2 mm; 또는 150 μm 내지 250 mm일 수 있다.
- [0082] 본 발명은 제2 영역의 평균 두께(h_2)를 상술된 두께 비율로 조절함으로써 상기 상한가 보다 큰 두께 비율로 인해 전극 활성층과 전극탭의 제2 영역 간 큰 단차($h_2 - d$)가 형성되는 것을 막을 수 있다. 전극 활성층과 전극탭의 제2 영역 사이에 발생하는 단차($h_2 - d$)는 전극 조립체의 두께를 증가시키는 요인으로 작용하여 이차전지의 에너지 밀도를 저감시킬 수 있다. 또한, 과도하게 큰 단차($h_2 - d$)는 해당 전극 구조체를 포함하는 이차전지에 외력이 가해지는 경우 내부 단락 등을 발생시킬 수 있으므로 이차전지의 안전성을 저감시킬 수 있다. 아울러, 본 발명은 상기 하한가 보다 작은 두께 비율로 인해 전극의 압연 시 제1 영역과 제2 영역간 기계적 물성 편차가 유도되어 제1 영역과 제2 영역의 경계에서 균열 등이 발생하여 전극탭 단선이 유도되는 것을 사전에 방지할 수 있다.
- [0084] 한편, 상기 리튬 이차전지용 전극은 당업계에서 통상적으로 사용되는 리튬 이차전지용 전극으로서, 상기 전극은

리튬 이차전지에 적용되는 양극 또는 음극일 수 있다.

- [0085] 상기 전극은 전극 집전체의 적어도 일면에 전극활물질을 포함하는 전극 활성층이 마련된 구조를 갖는다. 상기 전극 활성층은 전극의 전기적 활성을 구현하는 층으로서, 전지의 충방전 시 전기 화학적 산화환원 반응을 구현하는 전극활물질을 주성분으로 포함한다.
- [0086] 여기서, 상기 전극활물질은 해당 전극에 전기 화학 반응을 유도할 수 있고, 전극 활성층 형성 시 높은 표면 균기를 나타내는 화합물일 수 있다.
- [0087] 하나의 예로서, 상기 전극 활성층은 전극이 양극인 경우, 양극활물질로서 LiCoO_2 , LiNiO_2 , LiMn_2O_2 , LiCoPO_4 , LiFePO_4 및 $\text{LiNi}_{1-x-y-z}\text{Co}_x\text{M}_1^1\text{M}_2^2\text{O}_2$ (M^1 및 M^2 는 서로 독립적으로 Al, Ni, Co, Fe, Mn, V, Cr, Ti, W, Ta, Mg 및 Mo 중에서 선택된 어느 하나이고, x, y 및 z는 서로 독립적으로 산화물 조성 원소들의 원자 비율로서 $0 \leq x < 0.5$, $0 \leq y < 0.5$, $0 \leq z < 0.5$, $0 \leq x+y+z \leq 1$ 임) 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0088] 다른 하나의 예로서, 상기 전극 활성층은 전극이 음극인 경우, 음극활물질로서 결정질 인조 흑연, 결정질 천연 흑연, 비정질 하드카본, 저결정질 소프트카본, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 수퍼 P, 그래핀, 섬유상 탄소 등의 탄소계 물질, Si, SiO, SiO₂ 등의 규소계 물질, Sn, SnO, SnO₂ 등의 주석계 물질, $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 1$), Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$), $\text{Sn}_x\text{M}_{1-x}\text{M}'_y\text{O}_z$ (M^1 : Mn, Fe, Pb 또는 Ge이고; M^2 : Al, B, P, Si, 주기율표의 1족, 2족, 3족 원소 또는 할로젠이며; $0 < x \leq 1$; $1 \leq y \leq 3$; $1 \leq z \leq 8$ 임) 등의 금속 복합 산화물; PbO, PbO₂, Pb₂O₃, Pb₃O₄, Sb₂O₃, Sb₂O₄, Sb₂O₅, GeO, GeO₂, Bi₂O₃, Bi₂O₄, Bi₂O₅ 등의 금속 산화물 등 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0089] 상기 전극활물질들은 양극과 음극에 적용 시 각 전극에 높은 에너지 용량 및 효율을 제공할 뿐만 아니라, 공기 중의 산소 및/또는 수분과의 반응성이 낮아 압연 시 전극활물질의 활성을 유지할 수 있는 이점이 있다. 이와 대조적으로, 표면 균기가 낮은 리튬 금속과 같은 전극활물질은 낮은 압력 조건에서도 전극 활성층 표면에 전극탭 도입할 수 있으나, 이차전지의 충방전 시 리튬 덴드라이트를 형성할 수 있으므로 단락 안전성이 낮은 문제가 있다. 뿐만 아니라, 이 경우, 전극 활성층과 전극탭의 접촉을 위한 압연 시 활물질의 활성이 저감되어 전극 수명이 짧은 한계가 있다.
- [0090] 또한, 상기 전극활물질은 전극 활성층의 전체 중량에 대하여 80 내지 99.8 중량부일 수 있으며, 구체적으로는 84 내지 99.8 중량부, 90 내지 99.8 중량부, 94 내지 99.8 중량부, 88 내지 96 중량부, 94 내지 99 중량부; 또는 92 내지 97.5 중량부일 수 있다.
- [0091] 아울러, 상기 전극 활성층은 전극활물질과 함께, 필요에 따라 도전재, 바인더, 기타 첨가제 등을 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0092] 이때, 상기 도전재는 카본 블랙, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 탄소나노튜브, 탄소섬유 등을 1종 이상 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0093] 상기 도전재의 함량은 전극 활성층 전체 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부일 수 있으며, 구체적으로는 0.1 내지 8 중량부, 0.1 내지 5 중량부, 0.1 내지 3 중량부, 2 내지 6 중량부 또는 0.5 내지 2 중량부일 수 있다. 본 발명은 도전재의 함량을 상기와 같은 범위로 제어함으로써 낮은 함량의 도전재로 인해 전극의 저항이 증가하여 충전 용량이 저하되는 것을 방지할 수 있으며, 과량의 도전재로 인해 전극활물질의 함량이 저하되어 충전 용량이 저하되거나 전극 활성층의 로딩량 증가로 인해 급속 충전 특성이 떨어지는 문제를 예방할 수 있다.
- [0094] 아울러, 상기 바인더는 전극활물질과 도전재 등의 결합과 전극 집전체에 대한 결합에 조력하는 성분으로서 전극의 전기적 물성을 저하시키지 않는 범위에서 적절히 적용될 수 있으나, 구체적으로는 비닐리덴플루오라이드-헥사플루오로프로필렌 코폴리머(PVDF-co-HFPF), 폴리비닐리덴플루오라이드(polyvinylidene fluoride, PVdF), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate), 폴리비닐알코올, 카르복시메틸셀룰로오스(CMC), 전분, 히드록시프로필셀룰로오스, 재생 셀룰로오스, 폴리비닐피롤리돈, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리아크릴산, 에틸렌-프로필렌-디엔 모노머, 술폰화된 에틸렌-프로필렌-디엔 모노머, 스티렌 부타디엔 고무(SBR) 및 불소 고무 중에서 선택되는 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0095] 상기 바인더의 함량은 전극 활성층 전체 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부일 수 있고, 구체적으로는 0.1 내지 8 중량부, 0.1 내지 5 중량부, 0.1 내지 3 중량부 또는 2 내지 6 중량부일 수 있다. 본 발명은 전극 활성층에 함유된 바인더의 함량을 상기 범위로 제어함으로써 낮은 함량의 바인더로 인해 전극 활성층의 접착력이 저하되거나 과량의 바인더로 인해 전극의 전기적 물성이 저하되는 것을 방지할 수 있다.

[0096] 또한, 상기 전극 집전체는 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 높은 도전성을 가지는 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 구리, 알루미늄, 스테인리스 스틸, 니켈, 티탄, 소성 탄소 등을 사용할 수 있으며, 구리나 스테인리스 스틸의 경우 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면 처리된 것을 사용할 수도 있다. 이와 더불어, 상기 전극 집전체의 평균 두께는 제조되는 전극의 도전성과 총 두께를 고려하여 1~500 μm 에서 적절하게 적용될 수 있다.

[0097] 하나의 예로서, 상기 전극 집전체는 전극이 양극인 경우 평균 두께가 5~10 μm 인 알루미늄 박판일 수 있다.

[0098] 다른 하나의 예로서, 상기 전극 집전체는 전극이 음극인 경우 평균 두께가 5~10 μm 인 구리 박판일 수 있다.

[0100] 본 발명에 따른 전극 구조체는 상술된 구성을 가짐으로써 전극탭의 단선 발생을 예방할 수 있고, 전극 활성층과 전극탭의 높은 접착력을 구현하여 내구성 및 수명 특성이 우수한 특징을 갖는다. 또한, 상기 전극 구조체는 전극에 포함된 전극 집전체의 두께를 보다 낮출 수 있으므로 이를 포함하는 이차전지의 에너지 밀도를 보다 향상시키는 효과를 갖는다.

[0102] **리튬 이차전지용 전극 조립체**

[0103] 또한, 본 발명은 일실시예에서,

[0104] 복수의 양극과 복수의 음극이 교대로 배치되고, 이들 사이에 분리막이 개재된 구조를 가지며,

[0105] 상기 양극 및 음극 중 하나 이상은 상술된 본 발명의 전극 구조체인 것을 특징으로 하는 전극 조립체를 제공한다.

[0107] 본 발명에 따른 전극 조립체는 복수의 양극과 복수의 음극이 교대로 배치되고 이들 사이에 분리막이 개재된 구조를 갖는다. 이때, 상기 양극 및 음극 중 어느 하나 이상은 앞서 설명된 본 발명의 전극 구조체를 포함하여 압연 시 전극 집전체의 유지부와 무지부의 경계에서 발생하는 균열로 인한 전극탭의 단선 발생을 예방할 수 있는 이점이 있다. 또한, 상기 전극 구조체는 전극탭 접촉 시 소정의 조건에서 압연을 수행함으로써 전극 활성층과 전극탭의 높은 접착력을 구현할 수 있으므로 이를 포함하는 전극 조립체의 내구성이 우수한 특징을 갖는다.

[0108] 여기서, 상기 양극과 음극은 상술된 전극 구조체와 구성이 동일하므로 세부 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0109] 또한, 상기 분리막은 양극과 음극 사이에 개재되며, 높은 이온 투과도와 기계적 강도를 가지는 절연성의 얇은 박막이 사용된다. 분리막은 당업계에서 통상적으로 사용되는 것이라면 특별히 제한되지 않으나, 구체적으로는, 내화학적 및 소수성의 폴리프로필렌; 유리섬유; 또는 폴리에틸렌 등으로 만들어진 시트나 부직포 등이 사용될 수 있으며, 경우에 따라서는, 상기 시트나 부직포와 같은 다공성 고분자 기재에 무기물 입자/유기물 입자가 유기 바인더 고분자에 의해 코팅된 복합 분리막이 사용될 수도 있다. 전해질로서 폴리머 등의 고체 전해질이 사용되는 경우에는 고체 전해질이 분리막을 겸할 수도 있다. 아울러, 상기 분리막의 기공 직경은 평균 0.01~10 μm 이고, 두께는 평균 5~300 μm 일 수 있다.

[0110] 아울러, 상기 전극 조립체는 그 종류가 특별히 제한되는 것은 아니나, 구체적으로는 스택형; 지그재그형; 또는 지그재그-스택형 전극 조립체일 수 있다. 스택형 전극 조립체나 지그재그형 전극 조립체 등은 권취 등으로 인한 전극 응력이 발생되지 않으므로 전극 활성층 상에 마련된 전극탭의 접착력을 용이하게 유지할 수 있다.

[0112] **리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법**

[0113] 나아가, 본 발명은 일실시예에서,

- [0114] 전극 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 슬러리를 도포하는 단계,
- [0115] 도포된 전극 슬러리를 건조하여 전극 활성층을 포함하는 전극을 제조하는 단계, 및
- [0116] 형성된 전극 활성층의 표면 가장자리에 전극탭을 배치한 상태로 압연하는 단계를 포함하고;
- [0117] 상기 전극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로 구분되며;
- [0118] 상기 제2 영역은 메쉬 구조를 갖는 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법을 제공한다.

- [0120] 본 발명에 따른 리튬 이차전지용 전극 구조체의 제조방법은 상술된 본 발명의 전극 구조체를 제조하는 방법을 말한다. 상기 제조방법은 전극 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 슬러리를 도포하고 건조하여 전극 활성층이 마련된 전극을 제조하고, 마련된 전극 활성층의 표면 가장자리에 전극탭을 배치한 상태로 압연한 상태로 압연함으로써 수행될 수 있다. 상기 제조방법은 전극 슬러리가 도포되지 않은 전극 집전체의 무지부를 이용하여 전극탭을 마련하지 않고 별도로 준비된 전극탭을 전극 활성층 상에 마련함으로써, 압연 시 전극 집전체의 무지부와 무지부의 경계에서 발생하는 균열로 인한 전극탭의 단선 발생을 예방할 수 있는 이점이 있다. 또한, 상기 전극 구조체는 전극탭 접촉 시 소정의 조건에서 압연을 수행함으로써 전극 활성층과 전극탭의 높은 접착력을 구현할 수 있으므로 내구성이 우수한 특징을 갖는다.

- [0122] 여기서, 상기 전극 슬러리를 도포하는 단계는 이동 중인 전극 집전체의 적어도 일면에 전극활물질을 함유하는 전극 슬러리를 토출하여 코팅하는 단계이다. 본 단계는 당업계에서 통상적으로 적용되는 방식이라면 특별히 제한되지 않고 적용될 수 있으나, 바람직하게는 다이 코팅법을 이용할 수 있다. 상기 다이 코팅법은 전극 슬러리의 토출 조건을 제어하기 위한 shim(shim)을 구비하는 슬롯 다이를 통해 수행될 수 있다. 이 경우, 상기 shim(shim)의 형상, 위치 등을 제어함으로써 전극 집전체 상에 도포되는 전극 슬러리의 로딩량, 도포 두께 등을 용이하게 제어할 수 있다.

- [0123] 또한, 일반적으로 리튬 이차전지용 전극의 제조 시 전극 슬러리는 전극 집전체 상에 부분적으로 도포되므로, 전극 슬러리가 도포된 전극 집전체는 전극 슬러리가 도포되지 않는 무지부를 포함하게 된다. 이렇게 마련된 무지부는 전극 슬러리의 건조 이후 노칭 과정에서 전극탭으로서 기능을 하게 된다. 그러나, 본 발명의 경우 별도로 마련된 전극탭이 전극 활성층 상에 도입되므로, 전극 집전체의 무지부가 요구되지 않는다. 따라서, 본 단계에서 전극 슬러리는 전극 집전체의 표면 전체에 도포되며, 이에 따라 수득되는 전극 집전체는 무지부를 포함하지 않는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0124] 아울러, 전극 활성층이 마련된 전극을 제조하는 단계는 전극 집전체 상에 도포된 전극 슬러리를 건조시킴으로써 전극 활성층을 형성하는 단계를 말한다. 본 단계는 당업계에서 통상적으로 적용되는 방식으로 수행될 수 있다. 구체적으로, 상기 건조는 광 또는 파장을 이용하는 적외선 건조기, 자외선 건조기 등이나, 열을 이용하는 열풍 건조기, 진공 오븐기 등을 사용하여 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0125] 또한, 상기 전극 활성층을 압연하는 단계는 전극 활성층의 밀도를 증가시켜 전극의 에너지 밀도를 높이는 한편, 전극 활성층의 표면 가장자리에 전극탭을 접착하는 단계를 의미한다.

- [0126] 여기서, 상기 전극 활성층은 전극탭과 접합된 표면이 제2 영역의 공극 내부로 일부 삽입되어 기계적으로 접합되어야 한다. 그러나, 상기 전극 활성층은 앞서 설명된 바와 같이 리튬 금속과 같은 표면이 무른 전극활물질이 아닌 표면이 단단한 금속 산화물이나 흑연 등의 화합물을 포함하므로 종래 일반적인 압연 조건 하에서는 전극탭의 제2 영역이 전극 활성층 표면에 박히는 형태를 구현하기 어렵다. 이에, 본 발명은 압연 시 온도, 압연 속도 및 상대습도를 소정의 범위를 만족하도록 제어할 수 있다.

- [0127] 하나의 예로서, 본 단계는 40℃ 내지 100℃의 온도에서 압연이 수행될 수 있으며, 구체적으로는 40℃ 내지 90℃; 40℃ 내지 80℃; 40℃ 내지 70℃; 40℃ 내지 60℃; 50℃ 내지 70℃; 60℃ 내지 90℃; 또는 40℃ 내지 50℃의 온도에서 압연이 수행될 수 있다.

- [0128] 다른 하나의 예로서, 본 단계는 1 m/min 내지 120 m/min의 속도로 압연이 수행될 수 있으며, 구체적으로는 10 m/min 내지 120 m/min; 30 m/min 내지 120 m/min; 50 m/min 내지 120 m/min; 70 m/min 내지 120 m/min; 90 m/min 내지 120 m/min; 1 m/min 내지 75 m/min; 1 m/min 내지 50 m/min; 20 m/min 내지 50 m/min; 40 m/min

내지 70 m/min; 50 m/min 내지 100 m/min; 50 m/min 내지 90 m/min; 또는 30 m/min 내지 0 m/min의 속도로 압연이 수행될 수 있다.

[0129] 또 다른 하나의 예로서, 본 단계는 30% 내지 80%의 상대습도 조건에서 압연이 수행될 수 있으며, 구체적으로는 40% 내지 80%; 50% 내지 80%; 60% 내지 80%; 30% 내지 70%; 30% 내지 60%; 30% 내지 50%; 30% 내지 40%; 40% 내지 60%; 50% 내지 70%; 35% 내지 55%; 또는 40% 내지 65%의 상대습도 조건에서 압연이 수행될 수 있다.

[0130] 본 발명은 압연 시 온도, 속도 및 상대습도를 상술된 범위를 만족하도록 조절함으로써 전극탭의 제2 영역이 표면이 단단한 전극 활성층과 기계적·물리적 접합을 공고히 할 수 있다.

[0131] 한편, 전극 활성층과 함께 압연되는 전극탭은 단층 구조를 갖는 하나의 금속 박판 또는 금속 바를 포함하고, 상기 금속 박판 또는 금속 바는 제2 영역에 메쉬 구조를 갖기 위하여 제2 영역이 별도로 가공 및/또는 성형된 것일 수 있다.

[0132] 구체적으로, 본 발명의 전극탭은 제1 영역을 구성하는 금속 박판 또는 금속 바와 제2 영역을 구성하는 메쉬층을 용접 등을 통해 접합시킨 구조일 수 있다. 그러나, 바람직하게는 단층 구조를 갖는 하나의 금속 박판 또는 금속 바에서 제1 영역과 제2 영역을 구분한 후, 구분된 제2 영역을 별도 가공 및/또는 성형하여 메쉬 구조를 구현한 것일 수 있다. 이 경우, 제1 영역과 제2 영역의 경계에서의 절단강도가 현저히 증가하므로, 제1 영역과 제2 영역을 각각 구성하는 소재를 접합시킨 경우와 비교하여 전극 구조체의 내구성 및 수명이 높은 이점이 있다.

[0133] 또한, 제2 영역을 가공 및/또는 성형하는 방법은 당업계에서 통상적으로 적용되는 방식일 수 있다. 구체적으로, 상기 가공 및/또는 성형 방법은 공극이 형성되어야 되는 부분을 레이저나 무기 산 등을 이용하여 부분적으로 식각하거나 프레스 금형을 이용한 가압 (즉, 펀칭 방식)함으로써 수행될 수 있다. 또한, 경우에 따라서, 상기 가공 및/또는 성형하는 방법은 금속 박판이나 금속 바를 구성하는 금속의 소결 분말을 본 발명에 따른 전극탭의 구조가 적용된 몰드에 채운 후 열처리함으로써 수행될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0135] 본 발명에 따른 전극 구조체의 제조방법은 전극 슬러리를 전극 집전체의 표면 전체에 도포함으로써 전극 집전체의 무지부가 형성되지 않아 이를 제거하기 위한 노칭 공정을 배제할 수 있으므로 제조 공정이 간단한 이점이 있다. 또한, 상기 제조방법은 전극탭 접촉 시 소정의 조건에서 압연을 수행함으로써 전극 활성층과 전극탭의 높은 접착력을 구현할 수 있는 이점이 있다.

[0137] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예에 의해 보다 상세히 설명한다.

[0138] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예 및 실험예에 한정되는 것은 아니다.

[0140] **실시예 1~9 및 비교예 1~2. 리튬 이차전지용 음극 구조체의 제조**

[0141] 인조 흑연 96 중량부, 카르복시메틸셀룰로오스(CMC) 1.5 중량부 및 스티렌부타디엔 고무(SBR) 2.5 중량부를 물과 혼합하여 음극 슬러리를 제조하였다. 또한, 음극 집전체로서, 구리 박판(평균 두께: 약 8 μ m)을 준비하였다.

[0142] 이후, 다이 코터를 이용하여 롤투를 이송되고 있는 구리 박판(평균 두께: 약 8 μ m)의 표면 전체에 음극 슬러리를 캐스팅하였다. 캐스팅된 음극 슬러리를 열풍 건조하여 음극 집전체 상에 음극 활성층이 마련된 형태의 음극(음극 활성층의 평균 두께: 170 \pm 5 μ m)을 제조하였다.

[0143] 이후, 도 2와 같이 음극 활성층의 표면 가장자리에 2개의 음극탭을 배치하고, 표 1에 나타난 온도 및 상대습도 조건 하에서 30~40 m/min의 속도로 음극 활성층과 음극탭 상부를 압연하여 리튬 이차전지용 음극 구조체를 제조하였다.

[0144] 이때, 상기 음극탭은 전극 활성층 외측으로 돌출되는 제1 영역과 전극 활성층 표면과 접합되는 제2 영역으로 구분되며, 각 영역의 형태/구조는 표 1에 나타난 바와 같은 구리 박판을 이용하였다. 상기 음극탭은 제1 영역과 제2 영역이 만나는 경계가 갖는 방향으로의 크기(즉, 폭 방향 크기)는 4cm이고, 상기 폭 방향에 대하여 수직 방향으로의 크기(즉, 길이 방향 크기)는 3cm였다. 상기 제1 영역은 평균 두께(h_1)가 약 200 μ m였다. 또한, 상기 제2 영역은 ① 평균 두께와 ② 음극탭의 길이에 대한 길이 비율이 표 1에 나타난 바와 같이 조절되었다.

표 1

[0145]

	제1 영역의 구조	제2 영역			압연 조건	
		구조	길이 비율	평균 두께(h ₂)	온도	상대습도
실시예 1	평면 구조	메쉬 구조 (공극: 80 μ m)	50%	약 200 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 2	평면 구조	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	50%	약 170 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 3	평면 구조	메쉬 구조(공극: 5 μ m)	50%	약 170 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 4	평면 구조	메쉬 구조(공극: 150 μ m)	50%	약 170 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 5	평면 구조	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	10%	약 170 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 6	평면 구조	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	90%	약 170 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 7	평면 구조	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	50%	약 100 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 8	평면 구조	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	50%	약 170 μ m	20~25 $^{\circ}$ C	50~55%
실시예 9	평면 구조	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	50%	약 170 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	5~10%
비교예 1	평면 구조	평면 구조	50%	약 200 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%
비교예 2	메쉬 구조(공극: 80 μ m)	메쉬 구조 (공극: 80 μ m)	50%	약 200 μ m	60~65 $^{\circ}$ C	50~55%

[0147]

비교예 3. 리튬 이차전지용 음극 구조체의 제조

[0148]

폭 방향 크기 4cm 및 길이 방향 크기 3cm의 구리 박판(평균 두께: 약 200 μ m)을 준비하되, 상기 구리 박판이 음극 활성층과 접하는 제2 영역 하부에 폭 방향 크기 4cm 및 길이 방향 크기 1.5cm의 메쉬층(평균 두께: 200 μ m, 공극: 80 μ m)이 부착된 2층 구조의 음극탭 2개를 준비하였다.

[0149]

준비된 음극탭을 사용하는 것을 제외하고, 실시예 1과 동일하게 수행하여 리튬 이차전지용 음극 구조체를 제조하였다.

[0151]

실험예.

[0152]

본 발명에 따른 전극 구조체의 성능을 평가하기 위하여, 실시예 1~9 및 비교예 1~3에서 제조된 각 음극 구조체를 대상으로 음극 활성층과 전극탭간 접착력을 측정하였다.

[0153]

구체적으로, 각 음극 구조체를 가로 및 세로의 길이가 각각 25mm 및 70mm가 되도록 절단하되, 가로측 중앙에 전극탭이 위치하도록 시편을 제작하였다. 양면 테이프를 이용하여 준비된 시편을 유리판에 부착하였다. 이때, 상기 시편은 음극 집전체인 구리 박판이 유리판에 대면하도록 배치하였다. 유리판에 고정된 음극 구조체를 인장 시험기에 고정시킨 후, 각 음극 구조체의 음극탭을 음극 활성층과 90 $^{\circ}$ 의 각도를 이루도록 25 $^{\circ}$ C에서 100mm/min 속도로 잡아당겨 탈리시켰다. 이때, 실시간으로 측정된 박리력을 음극 활성층과 음극탭의 계면 접착력으로 정의하였으며, 측정된 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0154]

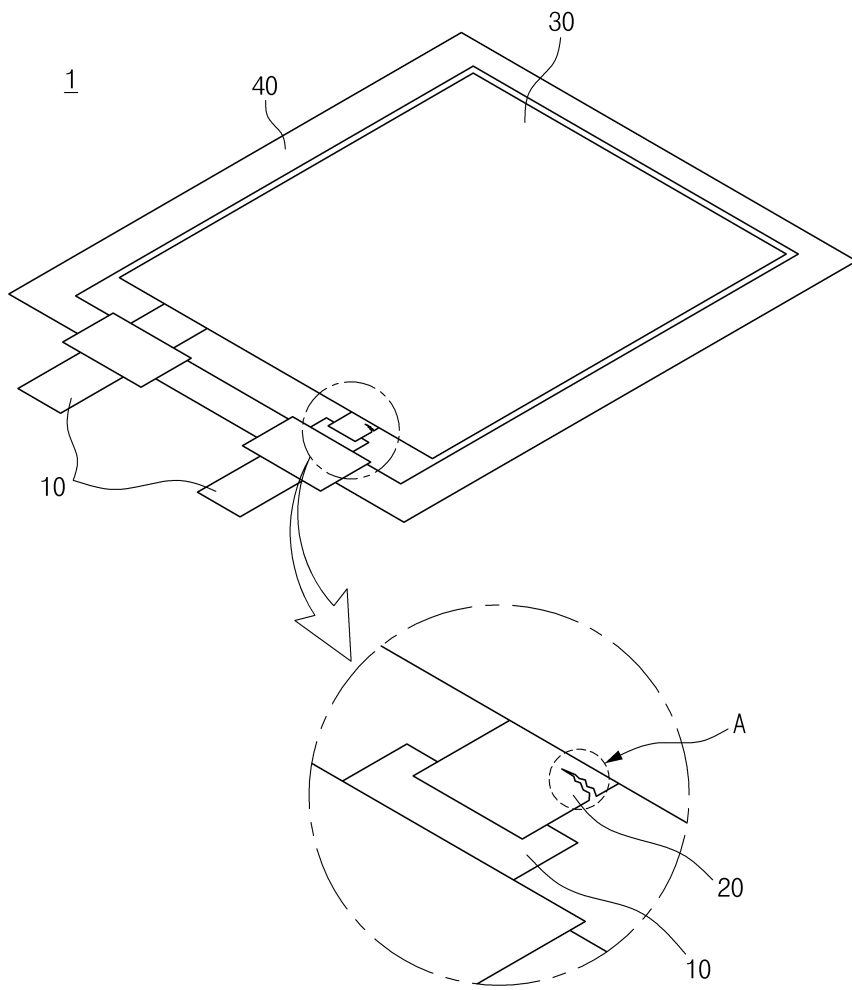
	접착력 [gf/cm]
실시예 1	33~35
실시예 2	36~38
실시예 3	18~20
실시예 4	22~24
실시예 5	20~22
실시예 6	27~29

실시예 7	23~26
실시예 8	18~20
실시예 9	16~18
비교예 1	10~12
비교예 2	28~30
비교예 3	16~18

- [0156] 상기 표 2에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 전극 구조체는 전극과 전극탭간 접촉력이 약 30 gf/cm 이상으로 우수한 것을 알 수 있다.
- [0157] 이러한 결과로부터, 본 발명에 따른 전극 구조체는 압연 등 전극 제조 과정에서 발생하는 집전체 균열로 인한 전극탭의 단선을 사전에 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 전극과 전극탭간 접촉력이 우수하므로 이를 포함하는 이차전지는 내구성 및 안전성이 뛰어난 것을 알 수 있다.
- [0159] 이상에서는 본 발명 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면, 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0160] 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위에 의해 정해져야만 할 것이다.

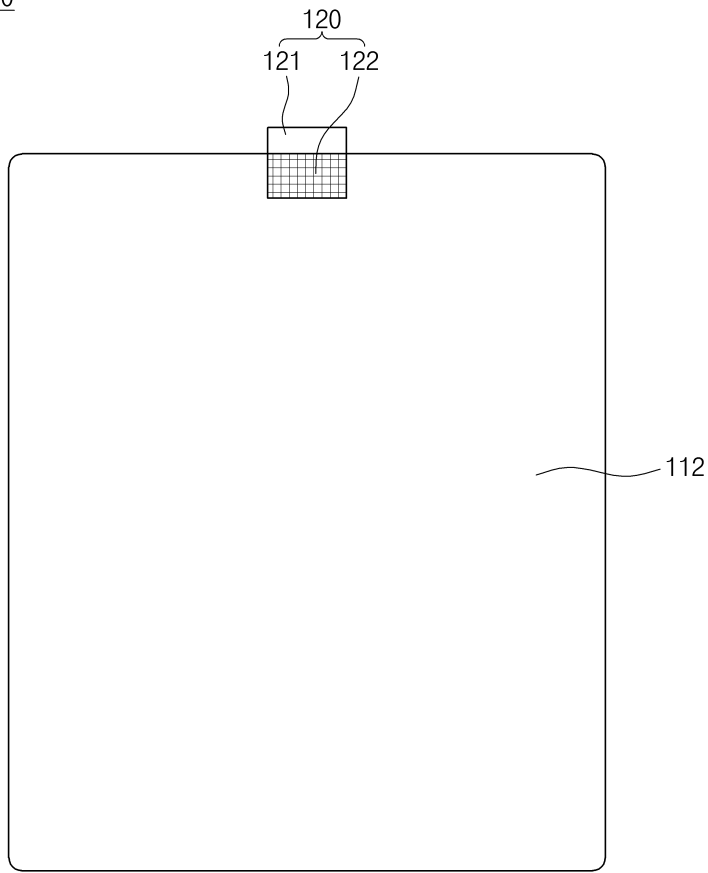
도면

도면1



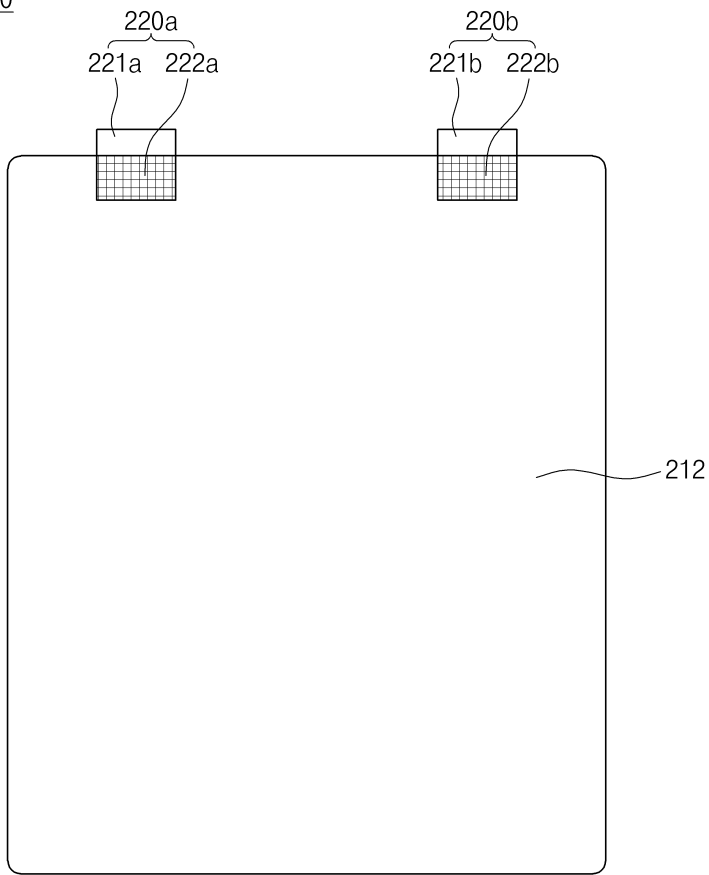
도면2

100

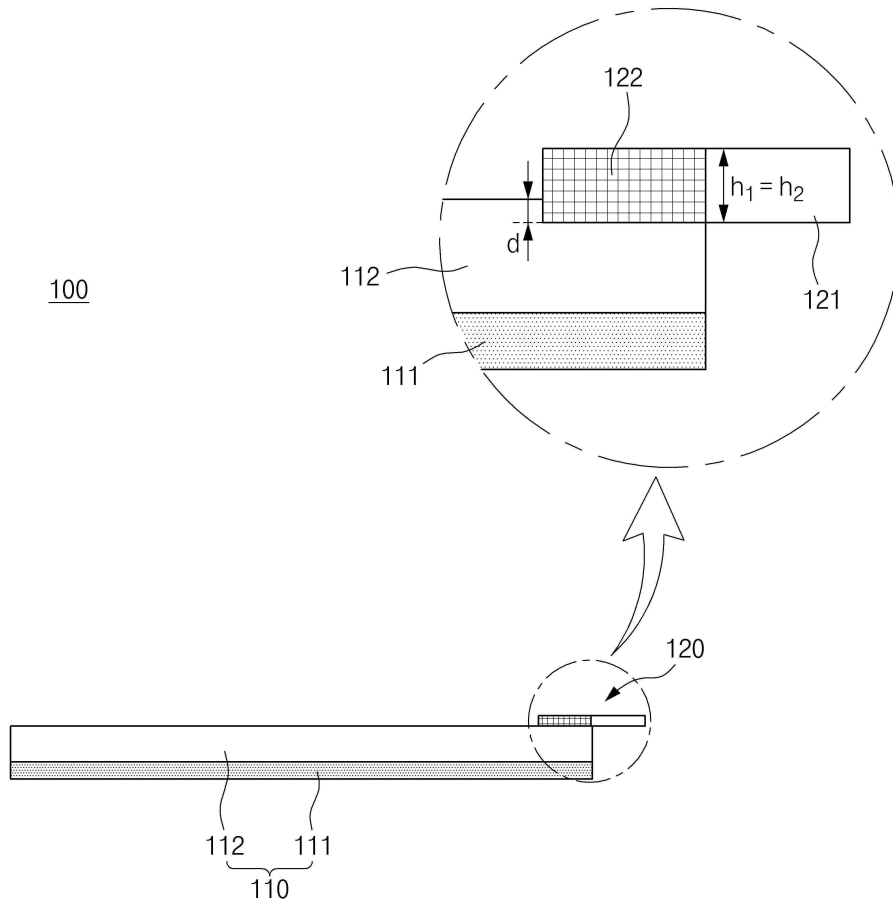


도면3

200



도면4



도면5

