(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0125482
(43) 공개일자 2022년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 4/131 (2010.01) *H01M 10/052* (2010.01)
H01M 4/02 (2006.01) *H01M 4/133* (2010.01)
H01M 4/134 (2010.01) *H01M 4/36* (2006.01)
H01M 4/38 (2006.01) *H01M 4/48* (2010.01)
H01M 4/587 (2010.01) *H01M 4/62* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01M 4/131 (2013.01)
H01M 10/052 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0029365
(22) 출원일자 2021년03월05일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
에스케이온 주식회사
서울특별시 종로구 종로 51 (종로2가, 종로타워빌딩)
(72) 발명자
정광호
대전광역시 유성구 엑스포로 325, SK이노베이션(원촌동)
장현중
대전광역시 유성구 엑스포로 325, SK이노베이션(원촌동)
정다빈
대전광역시 유성구 엑스포로 325, SK이노베이션(원촌동)
(74) 대리인
특허법인리채

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **리튬 이차 전지용 음극 및 이를 포함하는 리튬 이차 전지**

(57) 요 약

본 발명의 실시예들의 리튬 이차 전지용 음극은 음극 집전체; 상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 순차적으로 위치하는 제1 음극 활물질층 및 제2 음극 활물질층을 포함하는 음극 활물질층; 및 상기 제2 음극 활물질층 상에 위치하는 바인더층을 포함하고, 상기 제2 음극 활물질층은 실리콘계 활물질을 포함하며, 상기 바인더층은 폴리아크릴산, 폴리비닐알코올, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아마이드 및 폴리비닐아세테이트로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 바인더를 포함할 수 있다. 따라서, 충전 및 방전 시 실리콘계 활물질의 팽창 및 수축을 완화하여 전지의 수명 특성을 개선시킬 수 있고, 우수한 사이클 특성도 확보할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01M 4/133 (2013.01)
H01M 4/134 (2013.01)
H01M 4/364 (2013.01)
H01M 4/386 (2013.01)
H01M 4/483 (2013.01)
H01M 4/587 (2013.01)
H01M 4/622 (2013.01)
H01M 2004/027 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

음극 집전체;

상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 순차적으로 위치하는 제1 음극 활물질층 및 제2 음극 활물질층을 포함하는 음극 활물질층; 및

상기 제2 음극 활물질층 상에 위치하는 바인더층을 포함하고,

상기 제2 음극 활물질층은 실리콘계 활물질을 포함하며,

상기 바인더층은 폴리아크릴산, 폴리비닐알코올, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아마이드 및 폴리비닐아세테이트로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 바인더를 포함하는, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층 및 상기 제2 음극 활물질층은 각각 실리콘계 활물질을 포함하며,

상기 제1 음극 활물질층 총 중량 중 상기 실리콘계 활물질의 함량은 제2 음극 활물질층 총 중량 중 실리콘계 활물질 함량보다 적은, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층 및 제2 음극 활물질층은 각각 탄소계 활물질 및 상기 실리콘계 활물질의 블렌딩을 포함하는, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층은 탄소계 활물질로 구성된, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 실리콘계 음극 활물질은 실리콘(Si), 실리콘 합금, 실리콘 산화물, 실리콘-카본(Si-C) 복합체, 실리콘합금(Si-alloy)계-카본 복합체 또는 이들의 혼합물을 포함하는 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 바인더층에 포함되는 바인더 함량은 음극 총 중량에 대하여 0.1 내지 5wt%인, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 바인더층은 바인더 및 수계 용매를 포함하는 바인더 슬러리로 형성된, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 바인더 슬러리는 첨가제를 포함하지 않는, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 9

청구항 7에 있어서, 상기 바인더 슬러리의 점도는 100 내지 3,000cp인, 리튬 이차 전지용 음극.

청구항 10

양극;

청구항 1항에 따른 음극; 및

상기 양극 및 상기 음극 사이에 개재된 분리막을 포함하는, 리튬 이차 전지.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 리튬 이차 전지용 음극 및 이를 포함하는 리튬 이차 전지에 관한 것이다. 보다 상세하게는 음극 활물질층의 일면에 바인더층이 적층된 리튬 이차 전지용 음극 및 이를 포함하는 리튬 이차 전지에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이차 전지는 충전 및 방전이 반복 가능한 전지로서, 정보 통신 및 디스플레이 산업의 발전에 따라, 캠코더, 휴대폰, 노트북PC 등과 같은 휴대용 전자통신 기기들의 동력원으로 널리 적용되고 있다. 또한, 최근에는 하이브리드 자동차와 같은 친환경 자동차의 동력원으로서 이차 전지를 포함한 전지 팩의 개발 및 적용되고 있다.

[0003] 이차 전지로서 예를 들면, 리튬 이차 전지, 니켈-카드뮴 전지, 니켈-수소 전지 등을 들 수 있으며, 이들 중 리튬 이차 전지가 작동 전압 및 단위 중량당 에너지 밀도가 높으며, 충전 속도 및 경량화에 유리하다는 점에서 활발히 개발 및 적용되고 있다.

[0004] 예를 들면, 리튬 이차 전지는 양극, 음극 및 분리막(세퍼레이터)을 포함하는 전극 조립체, 및 상기 전극 조립체를 함침시키는 전해질을 포함할 수 있다. 상기 리튬 이차 전지는 상기 전극 조립체 및 전해질을 수용하는 예를 들면, 파우치 형태의 외장재를 더 포함할 수 있다.

[0005] 최근, 전기차 산업의 발전으로 한번의 충전으로 장거리 운행이 가능하도록 에너지 밀도가 높은 리튬 이차 전지에 대한 개발이 진행되고 있다. 대표적으로 실리콘계 음극 활물질을 사용하고 있지만 이는 탄소계 음극 활물질에 비하여 부피 팽창에 따른 수명 특성이 열위하는 문제가 있다.

[0006] 따라서, 높은 에너지 밀도와 수명 특성이 향상된 실리콘계 음극 개발을 위한 연구는 활발하게 진행 중에 있다. 예를 들면, 한국공개특허 제10-2020-0055448호는 실리콘계 화합물을 포함하는 다층 구조의 음극을 개시하고 있으나, 부피 팽창에 따른 음극의 충분한 수명 특성 및 안정성이 확보되기에는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0055448호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 과제는 높은 에너지 밀도와 수명 특성이 향상된 리튬 이차 전지용 음극을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 일 과제는 높은 에너지 밀도와 수명 특성이 향상된 리튬 이차 전지용 음극이 포함된 리튬 이차 전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지용 음극은 음극 집전체; 상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 순차적으로 위치하는 제1 음극 활물질층 및 제2 음극 활물질층을 포함하는 음극 활물질층; 및 상기 제2 음극 활물질층 상에 위치하는 바인더층을 포함하고, 상기 제2 음극 활물질층은 실리콘계 활물질을 포함하며, 상기 바인더층은 폴리아크릴산, 폴리비닐알코올, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아마이드 및 폴리비닐아세테이트로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 바인더를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예들에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층 및 상기 제2 음극 활물질층은 각각 실리콘계 활물질을 포함하며, 상기 제1 음극 활물질층 총 중량 중 상기 실리콘계 활물질의 함량은 제2 음극 활물질층 총 중량 중 실리콘계 활물질 함량보다 적을 수 있다.

[0012] 일 실시예들에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층 및 제2 음극 활물질층은 각각 탄소계 활물질 및 상기 실리콘계 활물질의 블렌딩을 포함할 수 있다.

[0013] 일 실시예들에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층은 탄소계 활물질로 구성될 수 있다.

[0014] 일 실시예들에 있어서, 상기 실리콘계 음극 활물질은 실리콘(Si), 실리콘 합금, 실리콘 산화물, 실리콘-카본(Si-C) 복합체, 실리콘합금(Si-alloy)계-카본 복합체 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시예들에 있어서, 상기 바인더층에 포함되는 바인더 함량은 함량은 음극 총 중량에 대하여 0.1 내지 5wt%일 수 있다.

[0016] 일 실시예들에 있어서, 상기 바인더층은 바인더 및 용매를 포함하는 바인더 슬러리로 형성될 수 있다.

[0017] 일 실시예들에 있어서, 상기 바인더 슬러리는 첨가제를 포함하지 않는 것일 수 있다.

[0018] 일 실시예들에 있어서, 상기 바인더 슬러리의 점도는 100 내지 3,000cp 일 수 있다.

[0019] 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지는 양극, 상기 음극 및 상기 양극 및 상기 음극 사이에 개재된 분리막을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 전술한 본 발명의 실시예들에 따르는 리튬 이차 전지용 음극은 다층 구조의 음극 활물질층을 포함할 수 있다. 상기 음극 활물질층은 음극 집전체 상에 순차적으로 적층된 제1 음극 활물질층 및 제2 음극 활물질층을 포함하며, 상기 제1 음극 활물질층의 실리콘계 음극 활물질 함량은 제2 음극 활물질층의 실리콘계 음극 활물질 함량보다 적을 수 있다. 따라서, 전지의 에너지 밀도를 향상시킬 수 있다.

[0021] 예시적인 실시예들에 따르면, 음극 활물질층의 일면에 바인더층을 포함하여 전극의 접착력과 전지의 수명 특성을 개선시킬 수 있다.

[0022] 예시적인 실시예들에 따르면, 음극 활물질층은 바인더층에 PAA 계열 수계 바인더만을 포함하여 충전 및 방전 시 실리콘계 활물질의 팽창 및 수축을 완화하여 전지의 수명 특성을 개선시킬 수 있고, 우수한 사이클 특성도 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지의 음극을 나타내는 개략적인 단면도이다.

도 2 및 도 3은 각각 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지를 나타내는 개략적인 평면도 및 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 실시예들에 따른 리튬 이차 전지용 음극은 음극 집전체, 상기 음극 집전체의 일면에 형성된 다층 구조를 포함하는 음극 활물질층 및 상기 음극 활물질층의 일면에 형성된 수계 바인더층을 포함하여 전극 접착력을 확보하면서 에너지 밀도가 높고 및 수명 특성, 사이클 특성을 개선시킬 수 있다.

[0025] 이하 도면을 참고하여, 본 발명의 실시예를 보다 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 전술한 발명의 내용과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

[0026] 본 명세서에서 사용되는 용어, "제1" 및 "제2"의 의미는 "제1" 및 "제2"에 의해 수식되는 대상의 개수, 또는 순서를 한정하는 것이 아니라, 서로 다른 수식되는 대상을 구별하기 위해 사용된다.

[0027] 도 1은 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지의 음극을 나타내는 개략적인 단면도이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 음극(130)은 음극 집전체(125)의 적어도 일면 상에 위치하는 음극 활물질층(120)을 포함한다.

나아가, 음극 활물질층(120)은 음극 집전체(125)의 양면(예를 들면, 상면 및 하면) 상에 형성될 수 있다.

[0029] 상기 음극 집전체(125)는 예를 들면, 스테인레스강, 니켈, 알루미늄, 티탄, 구리 또는 이들의 합금을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 포함할 수 있다.

[0030] 일 실시예에 있어서, 음극 활물질층(120)은 제1 음극 활물질층(122) 및 제2 음극 활물질층(124)을 포함할 수 있다. 즉, 음극 활물질층(120)은 복수의 음극 활물질층이 적층된 다층 구조(예를 들면, 이중층 구조)일 수 있다. 이에 따라 음극 활물질층(120)이 단일층인 경우에 비하여 보다 우수한 사이클 특성을 확보할 수 있다.

[0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 음극 활물질층(122)은 음극 집전체(125)의 적어도 일면 상에 적층될 수 있고, 제1 음극 활물질층(122)의 상면 상에 제2 음극 활물질층(124)가 순차적으로 적층될 수 있다. 또한, 제2 음극 활물질층(124)의 상에 바인더층(126)이 적층되어 위치할 수 있다. 이에 따라 전극 접착력을 확보하면서 사이클 특성을 확보하여 수명 특성을 향상시킬 수 있다.

[0032] 또한, 음극 집전체(125)의 상기 상면 및 하면 상에 각각 직접 접촉하여 형성될 수 있다.

[0033] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층(122) 및 상기 제2 음극 활물질층(124)은 각각 실리콘계 활물질을 포함하여 이차 전지의 출력, 용량 특성을 현저히 향상시킬 수 있다.

[0034] 특히, 상기 제1 음극 활물질층(122)의 실리콘계 활물질 함량은 제2 음극 활물질층(124)의 실리콘계 활물질 함량보다 적게 포함될 수 있다. 이 경우, 제1 음극 활물질층(122)의 실리콘계 활물질 및 제2 음극 활물질층(124)의 실리콘계 활물질은 동일한 물질 또는 상이한 물질을 사용할 수 있다.

[0035] 바람직한 일 실시예에 있어서, 제2 음극 활물질층(124)의 실리콘계 활물질을 상기 제1 음극 활물질층(122)의 실리콘계 활물질 함량보다 더 많이 포함하여 제2 음극 활물질층(124)과 직접적으로 접촉하고 있는 바인더층(126)이 실리콘계 활물질의 팽창을 더욱 억제할 수 있어 부피 팽창에 따른 수명 특성이 저하되는 단점을 개선할 수 있고, 전극의 에너지 밀도를 높이는데 도움을 줄 수 있다.

[0036] 일 실시예들에 있어서, 상기 제1 음극 활물질층(122) 및 제2 음극 활물질층(124)은 각각 탄소계 활물질 및 상기 실리콘계 활물질의 블렌딩을 포함할 수 있다. 따라서, 실리콘계 활물질을 통해 리튬 이차 전지의 용량 특성을 증가시키면서, 상기 탄소계 활물질을 통해 상기 실리콘계 활물질에 의한 지나친 전극 팽창을 완충시킬 수 있다.

[0037] 예를 들어서, 상기 탄소계 활물질로서 인조 흑연 및 천연 흑연을 함께 사용할 수 있다. 상기 인조 흑연은 상대적으로 수명 특성이 상기 천연 흑연 대비 우수하며, 이에 따라 상기 실리콘계 활물질 사용에 따른 전극 수명 저하를 보충할 수 있다. 상기 천연 흑연은 상기 인조 흑연 대비 입자 거칠기가 작으며, 상기 인조 흑연에 블렌딩되어 탄소계 활물질의 구형도를 조절할 수 있다.

[0038] 일 실시예들에 있어서, 상기 음극 활물질 총 중량 중 상기 탄소계 활물질은 약 80 내지 97중량%, 상기 실리콘계 활물질은 약 3 내지 20중량%의 범위로 포함될 수 있으며, 바람직하게는 상기 음극 활물질 총 중량 중 상기 탄소계 활물질은 85 내지 94중량%, 상기 실리콘계 활물질은 6 내지 15 중량%를 포함될 수 있다. 상기 범위 내에서 음극 활물질의 접착력 및 기계적 안정성을 확보하면서 용량 및 출력을 현저히 증가시킬 수 있다.

[0039] 바람직한 일 실시예에 있어서, 제1 음극 활물질층(122)의 경우, 음극 활물질 총 중량 중 상기 탄소계 활물질은 약 90 내지 97중량%, 상기 실리콘계 활물질은 약 3 내지 10중량%의 범위로 포함될 수 있고, 제2 음극 활물질층(124)의 경우, 음극 활물질 총 중량 중 상기 탄소계 활물질은 약 80 내지 91중량%, 상기 실리콘계 활물질은 약 9 내지 20중량%의 범위로 포함될 수 있다.

[0040] 일 실시예들에 있어서, 제1 음극 활물질층(122)은 실리콘계 활물질을 포함하지 않을 수도 있다. 이 경우, 상기 제1 음극 활물질층(122)은 탄소계 활물질로만 구성될 수 있다.

[0041] 일 실시예들에 있어서, 상기 실리콘계 활물질은 실리콘(Si), 실리콘합금, 실리콘산화물, 실리콘-카본(Si-C) 복합체, 실리콘합금(Si alloy)계-카본 복합체 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 예를 들어 상기 실리콘산화물의 경우, SiO_x(0<x<2)를 포함할 수 있다.

[0042] 상기 제1 음극 활물질을 용매 내에서 바인더, 도전재 및/또는 분산재 등과 혼합 및 교반하여 슬러리를 제조할 수 있다. 상기 슬러리를 음극 집전체(125)의 적어도 일면 상에 도포한 후, 건조 및 압축하여 제1 음극 활물질층(122)을 제조할 수 있다. 이후, 제1 음극 활물질층(122) 적어도 일면상에 제2 음극 활물질층(124)을 동일한 순서로 도포, 건조 및 압축하여 제조할 수 있다. 또한, 제1 음극 활물질층(122) 형성에서 사용된 것과 실질적으로

동일하거나 유사한 바인더 및 도전재가 제2 음극 활물질층(124)에도 사용될 수 있다.

[0043] 또한, 상기 음극 활물질층(120)에 포함된 바인더는 유기계 바인더, 수계 바인더 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.

[0044] 상기 유기계 바인더로는 비닐리덴플루오라이드-헥사플루오로프로필렌 코폴리머(PVDF-co-HFP), 폴리비닐리덴플루오라이드(polyvinylidenefluoride, PVDF), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리메틸메타크릴레이트(polymethylmethacrylate)에서 선택된 1종 이상이 포함될 수 있고, 수계 바인더로는 예를 들어서 스티렌-부타디엔 러버(SBR)를 포함할 수 있다. 또한, 필요에 따라 카르복시메틸 셀룰로오스(CMC)와 같은 증점제와 함께 사용될 수 있다.

[0045] 예를 들면, 음극 형성을 위한 바인더로서 PVDF 계열 바인더를 사용할 수 있다. 이 경우, 음극 활물질층(120) 형성을 위한 바인더의 양을 감소시키고 상대적으로 음극 활물질의 양을 증가시켜 이차 전지의 출력, 용량을 향상시킬 수 있다.

[0046] 또한, 도전재는 활물질 입자들 사이의 전자 이동을 촉진하기 위해 포함될 수 있다. 예를 들면, 상기 도전재는 흑연, 카본 블랙, 그래핀, 탄소 나노 튜브 등과 같은 탄소계열 도전재 및/또는 주석, 산화주석, 산화티타늄, $LaSrCoO_3$, $LaSrMnO_3$와 같은 페로브스카이트(perovskite) 물질 등을 포함하는 금속 계열 도전재를 포함할 수 있다.

[0047] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 음극 활물질층(124)의 상면 상에 바인더층(126)이 적층될 수 있으며, 음극 집전체(125)에서 순차적으로 적층된 음극 활물질층 중에서 마지막 층에 바인더층(126)이 적층될 수 있다.

[0048] 일 실시예에 있어서, 상기 바인더층(126)은 PAA 계열 바인더를 포함할 수 있으며, 폴리아크릴산, 폴리비닐알코올, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아마이드 및 폴리비닐아세테이트로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 바인더를 포함할 수 있다. 따라서 기계적 강도를 향상시키고 전극 부피 팽창을 효율적으로 제어할 수 있음과 동시에 기존의 취성(brittle)한 단점이 보완될 수 있다.

[0049] 일 실시예에 있어서, 바인더층(126)은 바인더 및 수계 용매를 포함하는 바인더 슬러리로 형성된 것일 수 있다. 수계 용매의 경우, 물, 증류수, 순수, 초순수 등이 제공될 수 있다. 바람직하게 상기 바인더 슬러리는 바인더 및 수계 용매를 포함하고, 부가적인 다른 첨가제를 포함하지 않을 수 있다. 따라서, 상기 바인더 슬러리를 제2 음극 활물질층(14)의 상면 상에 도포하여 전극 제조하는 경우 형성된 바인더층(126)은 100% 바인더로만 구성되며, 다른 첨가제를 포함하지 않을 수 있다.

[0050] 일 실시예들에 있어서, 상기 바인더 슬러리의 점도는 3,000cp 이하일 수 있다. 바람직하게는 100 이상 내지 3,000cp 이하로 제공될 수 있다. 슬러리 점도가 3,000cp를 초과하는 경우 바인더층 표면 두께를 균일하게 제공하기 어렵고 슬러리가 바인더층 표면에 불균일하게 코팅되는 경우 전극의 부분적인 열화를 야기하고 전지의 용량을 감소시켜 사이클 특성 확보가 어려워 전지의 수명이 단축될 수 있다. 슬러리 점도가 100cp 미만인 경우, 코팅에 적합한 유변 물성의 확보가 어려워 활물질층 표면에 일정량 이상의 로딩으로 도포하기가 어려울 수 있다. 즉, 슬러리 농도가 너무 낮아 일정 수준의 슬러리 코팅을 위해 많은 양을 도포하는 경우 기코팅된 활물질층에 손상을 줄 수 있다.

[0051] 바인더층(126)은 바인더 슬러리를 음극 활물질층(120) 일면에 코팅하여 제조할 수 있으며, 코팅의 경우 슬롯 다이(Slot die) 코팅을 할 수 있고, 닥터 블레이드(doctor blade) 코팅으로 캐스팅하거나, 스프레이 코팅 등의 일반적인 코팅 방법으로 진행될 수 있으며, 상술한 코팅 공정에 반드시 제한되는 것은 아니다.

[0052] 상술한 바와 같이, 음극 활물질층(120)에는 바인더로 전술한 유기계 바인더, 수계 바인더 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있고, 필요에 따라 증점제를 더 포함하여 우수한 접착력과 분산성을 제공할 수 있다.

[0053] 일 실시예에 있어서, 상기 바인더층(126)에 포함되는 바인더 함량은 음극 총 중량에 대하여 0.1 내지 5wt%일 수 있다.

[0054] 형성된 바인더층(126)에서 상기 바인더 슬러리에 포함되는 수계 용매의 경우 전극의 제조 과정에서 증발하게 되고 최종적으로 형성되는 바인더층(126)은 바인더로만 구성이 된다. 이 경우, 바인더층(126)에 포함되는 바인더 함량은 음극 총 중량에 대하여 0.1 내지 5wt%일 수 있다. 상기 함량은 바인더 슬러리 제조 시 수계 용매에 대한 바인더의 농도를 조절하거나 제2 음극 활물질층(124)에 도포되는 바인더 슬러리 코팅양, 슬러리 농도 또는 점도 등을 조절하여 음극 총 중량에 대한 함량으로 그 수치를 제어할 수 있다.

[0055] 상기 바인더층(126)에 포함되는 바인더 함량이 음극 총 중량에 대하여 1wt% 미만인 경우, 부피 팽창을 방지하기에 다소 미약한 문제가 있을 수 있고, 5wt%를 초과하면 취성이 강해지는 문제가 있을 수 있다.

[0056] 상기 바인더층(126)의 두께의 경우 예를 들어 0.1 내지 20nm 일 수 있다. 코팅층이 너무 얇은 경우 전극의 부피 팽창을 억제하기 어려울 수 있고, 너무 두꺼운 경우 이들에 의한 저항이 발생할 수 있으므로 상기 두께 범위가 바람직하다.

[0057] 또한, 상기 리튬 이차 전지용 음극(130)의 두께의 표준편차는 1.1 이하일 수 있다. 이에 따라, 균일한 두께를 갖는 코팅 전극을 제공할 수 있고, 전극의 사이클 성능 및 수명 특성을 개선시킬 수 있다.

[0058] 이하에서는, 상술한 리튬 이차 전지용 음극(130)을 포함하는 리튬 이차 전지를 설명한다.

[0059] 일 실시예에 있어서, 리튬 이차 전지는 양극(100), 전술한 상기 음극(130) 및 상기 양극(100)과 음극(130) 사이에 개재된 분리막(140)을 포함하는 전극 조립체(150)를 포함할 수 있다. 상기 전극 조립체(150)가 케이스(160) 내에 전해질과 함께 수용되어 함침될 수 있다.

[0060] 양극(100)은 양극 활물질을 양극 집전체(105)에 도포하여 형성한 양극 활물질층(110)을 포함할 수 있다. 상기 양극 활물질은 리튬 이온을 가역적으로 인터칼레이션 및 디인터칼레이션 할 수 있는 화합물을 포함할 수 있다.

[0061] 예시적인 실시예들에 있어서, 상기 양극 활물질은 리튬-전이금속 산화물을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 리튬-전이금속 산화물은 니켈(Ni)을 포함하며, 코발트(Co) 또는 망간(Mn) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 리튬-전이금속 산화물은 하기의 화학식 1로 표시될 수 있다.

[0062] [화학식 1]

[0063] $Li_{1+a}Ni_{1-(x+y)}Co_xM_yO_2$

[0064] 상기 화학식 1 중, $-0.05 \leq \alpha \leq 0.15$, $0.01 \leq x \leq 0.3$, $0.01 \leq y \leq 0.3$, 이고 M은 Mn, Mg, Sr, Ba, B, Al, Si, Ti, Zr 및 W 중 선택되는 선택된 1종 이상의 원소일 수 있다.

[0065] 예를 들면, 니켈(Ni)은 리튬 이차 전지의 출력 및/또는 용량과 연관된 금속으로 제공될 수 있다. 따라서, 리튬 금속 산화물을 상기 양극 활물질로 채용하고, 양극 활물질층을 양극 집전체에 접하게 형성함으로써, 양극을 통한 고출력, 고용량을 효과적으로 획득할 수 있다.

[0066] 예를 들면, 망간(Mn)은 리튬 이차 전지의 기계적, 전기적 안정성과 관련된 금속으로 제공될 수 있다. 예를 들면, 코발트(Co)는 리튬 이차 전지의 전도성 또는 저항과 연관된 금속일 수 있다.

[0067] 또한, 언급된 상기 양극 활물질의 경우, 금속 전구체의 공침법을 통해 형성될 수 있다. 금속 전구체 용액은 양극 활물질에 포함될 금속의 전구체들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 전구체는 리튬 전구체(예를 들면, 리튬 산화물), 니켈 전구체, 망간 전구체 및 코발트 전구체를 포함할 수 있다. 또한, 상기 금속 전구체는 금속의 할로겐화물, 산화물, 수산화물, 산(acid)염 등을 형태로도 존재할 수 있다.

[0068] 상술한 양극 활물질을 용매 내에서 바인더, 도전재 및/또는 분산재 등과 혼합 및 교반하여 양극 슬러리를 제조할 수 있다. 상기 양극 슬러리를 양극 집전체(105)에 코팅한 후, 건조 및 압축하여 양극 활물질층(110)을 형성할 수 있다.

[0069] 도 2 및 도 3은 각각 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지를 나타내는 개략적인 평면도 및 단면도이다. 구체적으로, 도 3은 도 2의 I-I' 라인을 따라 리튬 이차 전지의 두께 방향으로 절단한 단면도이다.

[0070] 도 2 및 도 3을 참조하면, 리튬 이차 전지는 케이스(160) 내에 수용된 전극 조립체(150)를 포함할 수 있다. 전극 조립체(150)는 도 3에 도시된 바와 같이, 반복 적층된 양극(100), 음극(130) 및 분리막(140)을 포함할 수 있다.

[0071] 특히, 음극(130)은 음극 집전체(105)의 적어도 일면 상에 음극 활물질층(120)을 포함할 수 있다. 도 3에 상세히 도시되지 않았으나, 도 1을 참조로 설명한 바와 같이, 음극 활물질층(120)은 제1 음극 활물질층(122) 및 제2 음극 활물질층(124)의 적층 구조를 포함할 수 있다. 나아가, 제2 음극 활물질층(124) 상에 위치하는 바인더층(126)을 포함할 수 있다.

[0072] 즉, 음극(130)은 상기 제1 음극 활물질층(122)에 포함되는 실리콘계 활물질의 함량이 상기 제2 음극 활물질층(124)의 실리콘계 활물질 함량보다 적은 다층 구조이며, 상기 제2 음극 활물질층(124) 상에 접촉하는 PAA 계열

의 수계 바인더층을 더 적층하는 경우, 우수한 사이클 특성을 확보하여 전지의 수명 특성을 향상시킬 수 있다.

[0073] 양극(100) 및 음극(130) 사이에는 분리막(140)이 개재될 수 있다. 분리막(140)은 에틸렌 단독중합체, 프로필렌 단독중합체, 에틸렌/부텐 공중합체, 에틸렌/헥센 공중합체, 에틸렌/메타크릴레이트 공중합체 등과 같은 폴리올레핀계 고분자로 제조한 다공성 고분자 필름을 포함할 수 있다. 분리막(140)은 고융점의 유리 섬유, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 섬유 등으로 형성된 부직포를 포함할 수도 있다.

[0074] 일부 실시예들에 있어서, 음극(130)의 면적(예를 들면, 분리막(140)과 접촉 면적) 및/또는 부피는 양극(100)보다 클 수 있다. 이에 따라, 양극(100)으로부터 생성된 리튬 이온이 예를 들면, 중간에 석출되지 않고 음극(130)으로 원활히 이동될 수 있다. 따라서, 상술한 양극 활물질층(112)의 출력 및 안정성의 동시 향상의 효과를 보다 용이하게 구현할 수 있다.

[0075] 예시적인 실시예들에 따르면, 양극(100), 음극(130) 및 분리막(140)에 의해 전극 셀이 정의되며, 복수의 전극 셀들이 적층되어 예를 들면, 젤리 롤(jelly roll) 형태의 전극 조립체(150)가 형성될 수 있다. 예를 들면, 분리막(140)의 권취(winding), 적층(lamination), 접음(folding) 등을 통해 전극 조립체(150)를 형성할 수 있다.

[0076] 전극 조립체(150)가 케이스(160) 내에 전해질과 함께 수용되어 리튬 이차 전지가 정의될 수 있다. 예시적인 실시예들에 따르면, 상기 전해질로서 비수 전해액을 사용할 수 있다.

[0077] 비수 전해액은 전해질인 리튬염과 유기 용매를 포함하며, 상기 리튬염은 예를 들면 Li^+X^-로 표현되며 상기 리튬염의 음이온(X^-)으로서 F^-, Cl^-, Br^-, I^-, NO_3^-, $N(CN)_2^-$, BF_4^-, ClO_4^-, PF_6^-, $(CF_3)_2PF_4^-$, $(CF_3)_3PF_3^-$, $(CF_3)_4PF_2^-$, $(CF_3)_5PF^-$, $(CF_3)_6P^-$, $CF_3SO_3^-$, $CF_3CF_2SO_3^-$, $(CF_3SO_2)_2N^-$, $(FSO_2)_2N^-$, $CF_3CF_2(CF_3)_2CO^-$, $(CF_3SO_2)_2CH^-$, $(SF_5)_3C^-$, $(CF_3SO_2)_3C^-$, $CF_3(CF_2)_7SO_3^-$, $CF_3CO_2^-$, $CH_3CO_2^-$, SCN^- 및 $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$ 등을 예시할 수 있다.

[0078] 상기 유기 용매로서 예를 들면, 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate, PC), 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate, EC), 디에틸 카보네이트(diethyl carbonate, DEC), 디메틸 카보네이트(dimethyl carbonate, DMC), 에틸메틸 카보네이트(EMC), 메틸프로필 카보네이트, 디프로필 카보네이트, 디메틸설퍼옥사이드, 아세토니트릴, 디메톡시에탄, 디에톡시에탄, 비닐렌 카보네이트, 설포란, 감마-부티로락톤, 프로필렌 설파이트 및 테트라하이드로퓨란 등을 사용할 수 있다. 이들은 단독으로 혹은 2 이상이 조합되어 사용될 수 있다.

[0079] 도 2에 도시된 바와 같이, 각 전극 셀에 속한 양극 집전체(105) 각각으로부터 및 음극 집전체로(125)부터 각각 전극 탭(양극 탭 및 음극 탭)이 돌출되어 케이스(160)의 일 단부까지 연장될 수 있다. 상기 전극 탭들은 케이스(160)의 상기 일 단부와 함께 융착되어 케이스(160)의 외부로 연장 또는 노출된 전극 리드(양극 리드(107) 및 음극 리드(127))와 연결될 수 있다.

[0080] 도 2에서는 양극 리드(107) 및 음극 리드(127)가 평면 방향에서 케이스(160)의 상변으로부터 돌출되는 것으로 도시되었으나, 전극 리드들의 위치가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 전극 리드들은 케이스(160)의 양 측변 중 적어도 하나로부터 돌출될 수도 있으며, 케이스(160)의 하변으로부터 돌출될 수도 있다. 또는, 양극 리드(107) 및 음극 리드(127)는 각각 케이스(160)의 서로 다른 변으로부터 돌출되도록 형성될 수도 있다.

[0081] 상기 리튬 이차 전지는 예를 들면, 캔을 사용한 원통형, 각형, 파우치(pouch)형 또는 코인(coin)형 등으로 제조될 수 있다.

[0082] 예시적인 실시예들에 따른 리튬 이차 전지는 상술한 음극 구조에 따라 전극의 접착력이 좋고 고 에너지 밀도 및 수명 특성이 향상된 전지를 제공할 수 있다.

[0083] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 이들 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 첨부된 특허청구범위를 제한하는 것이 아니며, 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 실시예에 대한 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.

[0084] **실시예 1**

[0085] (1) 바인더층을 포함하는 음극의 제조

[0086] 제1 음극 활물질로 흑연 94.05중량%, 실리콘산화물(SiO_X) 3중량%, 도전재로 탄소나노튜브(CNT) 0.25중량%, 바인

더로 스티렌-부타디엔 러버(SBR) 1.5중량% 및 증점제로 카르복시메틸 셀룰로오스(CMC) 1.2중량%를 포함하여 제1 음극 슬러리를 제조하였다. 상기 제1 음극 슬러리를 구리 기재 위에 도포, 건조 및 프레스를 실시하여 제1 음극 활물질층을 제조하였다.

[0087] 제2 음극 활물질로 흑연 88.05중량%, 실리콘산화물(SiO_X) 9중량%, 도전재로 탄소나노튜브(CNT) 0.25중량%, 바인더로 스티렌-부타디엔 러버(SBR) 1.5중량% 및 증점제로 카르복시메틸 셀룰로오스(CMC) 1.2중량%를 포함하여 제2 음극 슬러리를 제조하였다. 상기 제2 음극 슬러리를 상기 제1 음극 슬러리의 위에 도포, 건조 및 프레스를 실시하여 제2 음극 활물질층을 제조하였다.

[0088] 폴리아크릴산(PAA) 1 중량%을 순수(H_2O)에 용해하여 바인더층을 제조하기 위한 바인더 슬러리를 준비하였다. 이후, 상기 (1)에서 제조된 제2 음극 활물질층의 일면에 바인더 슬러리(점도 3,000cp) bar 코팅, 건조 및 압연하여 바인더층을 포함하는 음극을 제조하였다.

[0089] (2) 양극의 제조

[0090] 양극 활물질으로 NCM, 도전재로 CNT 및 바인더로 PVDF를 각각 98:1:1의 질량비 조성으로 혼합하여 양극 합제를 제조한 후, 알루미늄 집전체 상에 코팅 후, 프레스 및 건조를 통해 양극을 형성하였다.

[0091] (3) 이차 전지의 제조

[0092] 상기 (1) 및 (2)에서 제조된 음극 및 양극을 각각 소정의 사이즈로 노칭(Notching)하여 적층하고 상기 양극 및 음극 사이에 세퍼레이터(폴리에틸렌, 두께 15㎛)를 개재하여 전극 셀을 형성한 후, 양극 및 음극의 탭부분을 각각 용접하였다. 용접된 양극/세퍼레이터/음극의 조립체를 파우치안에 넣고 전해액 주액부면을 제외한 3면을 실링 하였다. 이때 전극 탭이 있는 부분은 실링부에 포함시켰다. 실링부를 제외한 나머지 면을 통해 전해액을 주액하고 상기 나머지 면을 실링 후, 12시간이상 함침 시켰다.

[0093] 전해액은 EC/EMC/DEC(25/45/30; 부피비)의 혼합 용매에 1M $LiPF_6$을 용해시킨 후, 비닐렌 카보네이트(VC) 1wt%, 1,3-프로펜설톤(PRS) 0.5wt% 및 리튬 비스(옥살레이토)보레이트(LiBOB) 0.5wt%를 첨가한 것을 사용하였다.

[0094] **실시예 2-6**

[0095] 표 1에 기재된 바와 같이 바인더층에 포함되는 바인더 함량을 조절한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 리튬 이차 전지를 제조하였다.

[0096] **실시예 7-8**

[0097] 표 1에 기재된 바와 같이 바인더 슬러리의 점도를 조절한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 리튬 이차 전지를 제조하였다.

[0098] **비교예 1**

[0099] 음극 활물질 슬러리 제조를 위해 인조 흑연 91.05중량%, 실리콘 산화물(SiO_X) 6중량%, 바인더로 스티렌-부타디엔 러버(SBR) 1.5 중량%, 카르복시메틸 셀룰로오스(CMC) 1.2중량% 및 도전재로 탄소나노튜브(CNT) 0.25 중량%를 포함하여 음극 슬러리를 제조하였다. 상기 음극 슬러리를 구리 기재 위에 단일층으로 도포, 건조 및 프레스를 실시하여 바인더층을 불포함한 단일층의 음극을 제조하였다.

[0100] 양극 및 이차 전지의 제조는 상기 실시예 1의 (2) 양극의 제조 및 (3) 이차 전지의 제조와 동일하게 제조하였다.

[0101] **비교예 2**

[0102] 음극 활물질 슬러리 제조를 위해 인조 흑연 91.05중량%, 실리콘 산화물(SiO_X) 6중량%, 바인더로 폴리아크릴산(PAA) 2.7중량%, 도전재로 탄소나노튜브(CNT) 0.25중량%를 포함하여 음극 슬러리를 제조하였다. 상기 음극 슬러리를 구리 기재 위에 단일층으로 도포, 건조 및 프레스를 실시하여, 바인더층을 불포함한 단일층의 음극을 제조하였다.

[0103] 양극 및 이차 전지의 제조는 상기 실시예 1의 (2) 양극의 제조 및 (3) 이차 전지의 제조와 동일하게 제조하였다.

[0104] **비교예 3**

[0105] 바인더층의 바인더로 Na-CMC 3wt% 포함하는 점을 제외하고 실시예 3과 동일한 방법으로 리튬 이차 전지를 제조하였다.

[0106] **비교예 4**

[0107] 바인더층의 바인더로 Na-CMC 3wt% 포함하는 점을 제외하고 비교예 1과 동일한 방법으로 리튬 이차 전지를 제조하였다.

[0108] **비교예 5**

[0109] 바인더층을 포함하지 않는 것을 제외하고 실시예 1과 동일한 방법으로 리튬 이차 전지를 제조하였다.

표 1

[0110]

	바인더층의 코팅 조건			
	바인더층 유무	바인더 종류	바인더층에 포함되는 바인더함량 (wt%)	바인더 슬러리 점도(cp)
실시예 1	○	PAA	0.1	3,000
실시예 2	○	PAA	1	3,000
실시예 3	○	PAA	3	3,000
실시예 4	○	PAA	4	3,000
실시예 5	○	PAA	5	3,000
실시예 6	○	PAA	7	3,000
실시예 7	○	PAA	3	10,000
실시예 8	○	PAA	3	90
비교예 1	X	-	-	-
비교예 2	X	-	-	-
비교예 3	○	Na-CMC	3	3,000
비교예 4	○	Na-CMC	3	3,000
비교예 5	X	-	-	-

[0111] **실험예**

[0112] (1) 점도

[0113] 점도는 점도계(viscometer TV-22, TOKI사제)를 이용하여 25℃, 30 rpm에서 측정되었다

[0114] (2) 전체 전극 두께 표준 편차

[0115] 전극 두께를 마이크로 미터를 이용하여 측정하였다. 전체 전극 두께의 표준 편차는 전극의 두께를 20회 이상 측정하여 계산하였다. 측정 결과는 하기의 표 2에 나타낸다.

[0116] (3) 전극 접착력 측정

[0117] 접착력 측정 지그(jig)에 양면 테이프를 부착한 후 실시예 및 비교예들에서 제조된 양극의 집전체 면을 테이프에 위치시킨 후 롤러를 10회 왕복시켜 부착시켰다. 이후, 테이프를 폭 18mm로 절단하고 측정 지그 중앙부에 테이프 면이 아래를 향하도록 부착시켰다.

[0118] 접착력 측정기를 300rpm의 속도로 이동시키면서 제2 음극 활물질층을 제1 음극 활물질층으로부터 벗겨내며 제2 음극 활물질층의 제1 음극 활물질층 표면에 대한 접착력을 측정하였다.

[0119] 제2 음극 활물질층이 제거된 양극에서 제1 음극 활물질층을 집전체로부터 동일한 조건으로 벗겨내며, 제1 음극 활물질층의 집전체 표면에 대한 접착력을 측정하였다. 측정 결과는 하기의 표 2에 나타낸다.

[0120] (4) 용량 비율 평가

[0121] 상술한 실시예들 및 비교예들에 따른 이차 전지에 대하여 0.1C에서(총 3사이클)로 충방전을 반복하면서 각 사이클의 방전 용량을 측정하였다. 이후, 0.3C에서 충방전을 반복하면서 측정된 방전 용량을 측정하였다. 이들을 각각 방전용량을 기준으로 0.1C 방전 용량에 대하여 0.3C 방전 용량(3회째) 비율(%)을 계산하였으며, 결과는 하기의 표 2에 나타낸다.

[0122] (5) 용량 유지율 평가

[0123] 상술한 실시예 및 비교예들에 따른 리튬 이차전지로 충전(CC-CV 0.3 C 4.2V 0.05C CUT-OFF) 및 방전(CC 0.3C 2.5V CUT-OFF)을 200회 반복한 후, 200회에서의 방전용량을 1회 방전용량 대비 %로 계산하여 용량 유지율을 측정하였다.

표 2

[0124]

	전극 물성		Cell 특성	
	전체 전극 두께 표준편차	접착력 비 (N/18mm)	0.3C/0.1C 용량비율(%)	Cycle retention (200^{th})
실시예 1	0.5	0.45±0.5	93.9	76.5
실시예 2	0.5	0.45±0.5	93.7	78.7
실시예 3	0.6	0.45±0.5	93.9	80.2
실시예 4	0.7	0.45±0.5	93.8	80.2
실시예 5	0.7	0.45±0.5	94.0	80.4
실시예 6	0.8	0.45±0.5	90.5	75.1
실시예 7	1.1	0.45±0.5	93.7	68.9
실시예 8	0.8	0.45±0.5	88.4	78.7
비교예 1	0.5	0.45±0.5	94.1	71.4
비교예 2	0.5	0.2±1.0	94.4	75.6
비교예 3	0.8	0.45±0.5	88.4	78.7
비교예 4	0.8	0.45±0.5	88.3	74.8
비교예 5	0.5	0.45±0.5	94.1	71.4

[0125] 표 2를 참조하면, 본 발명의 실시예들은 PAA 계열 수계 바인더층을 포함하여 음극 활물질층이 단일층이면서 별도의 바인더층을 포함하지 않는 비교예 1 및 2에 비하여 전극 접착력을 확보하면서 사이클 특성을 확보할 수 있음을 확인하였다.

[0126] 다만, 용량 특성의 경우 비교예 1 및 2가 실시예에 비하여 다소 높게 측정되었다. 이는 비교예 1 및 2는 바인더층을 포함하지 않는 활물질층이 단일층인 경우 전극의 저항이 작은 것에서 기인하는 것으로 판단된다. 반면, 사이클 특성이 현저하게 낮음을 통해 실시예들에 비해 수명 특성을 장담하기 어려움을 확인할 수 있다.

[0127] 특히, 비교예 2의 경우 PAA계열 바인더층을 사용하더라도 표면층이 아닌 음극 활물질 단일층에 적용하는 경우 접착력이 저하되는 것을 확인할 수 있다.

[0128] 비교예 3의 결과에 비추어 음극 활물질층이 다층 구조인 경우라도, Na-CMC 바인더층을 사용하는 것은 PAA계열 바인더층을 사용하는 경우 비해 용량 특성 및 사이클 특성이 열위함을 확인할 수 있다.

[0129] 비교예 4의 경우, 바인더층을 포함하더라도 음극 활물질층이 다층 활물질층이 아닌 단일층인 경우 약간의 사이클 개선에 대한 효과를 확인하였지만 실시예의 다층 활물질층에 적용되는 경우에 비하여 효과가 미미함을 알 수 있다. 이는 바인더층의 효과를 극대화하기 위해서는 다층 활물질층에 적용되어야 하는 것의 의미한다.

[0130] 비교예 5의 경우, 음극 활물질층이 다층 구조이더라도 바인더층을 포함하지 않는 경우에는 사이클 특성이 저하됨을 확인할 수 있었다.

[0131] 상기 실시예 및 비교예들의 종합적인 결과에 비추어 제1 음극 활물질층의 실리콘계 활물질의 함량이 제2 음극 활물질층의 실리콘계 활물질 함량보다 적은 다층 구조의 활물질층에 PAA 계열의 수계 바인더층을 포함하는 경우, 기존에 수계 바인더를 이용하는 경우 문제가 될 수 있는 열위한 접착력을 개선하면서 우수한 사이클 특성을 확보하여 전지의 수명 특성을 향상시킬 수 있음을 확인 가능하다.

[0132] 더불어 실시예 6의 결과에 비추어 바인더층에 포함되는 바인더함량이 전극 총 중량에 대하여 0.1 내지 5 중량% 포함하는 경우 실시예 1 내지 5의 경우, 전극의 용량 비율 및 용량 유지율이 향상되고 전극 수명 특성을 개선시킬 수 있음을 알 수 있다.

[0133] 또한, 실시예 7 및 8의 결과에 비추어 바인더층 형성 시 바인더 슬러리의 점도가 3,000cp를 초과하는 경우 전지의 용량을 감소시켜 사이클 특성 확보가 어렵고 100 cp 미만인 경우 역시 전극의 두께를 확보하기 어려워 역시 사이클 특성을 보장하기 어려움을 확인할 수 있다.

부호의 설명

[0134]

100: 양극 105: 양극 집전체

110: 양극 활물질층 120: 음극 활물질층

122: 제1 음극 활물질층 124: 제2 음극 활물질층

125: 음극 집전체 126: 바인더층

130: 음극 140: 분리막

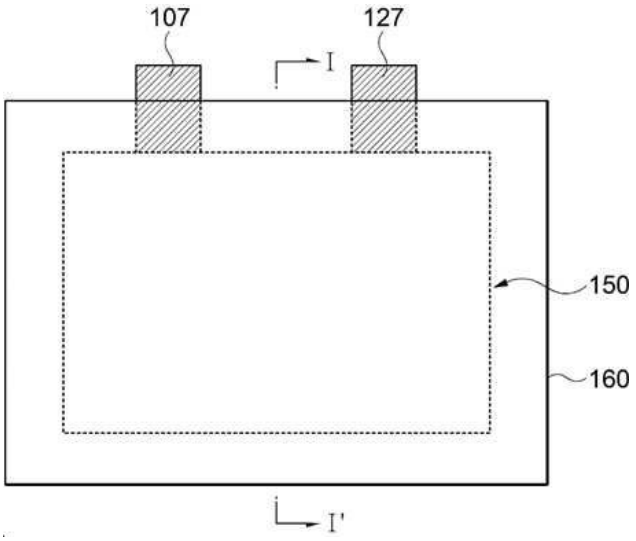
150: 전극 조립체 160: 케이스

도면

도면1



도면2



도면3

