



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0096064  
(43) 공개일자 2013년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 10/04 (2006.01) H01M 4/62 (2006.01)  
H01M 4/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0017585  
(22) 출원일자 2012년02월21일  
심사청구일자 2012년02월21일

(71) 출원인  
전자부품연구원  
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)  
(72) 발명자  
김영준  
경기도 용인시 기흥구 보정동 1291 죽전자이2  
차428호  
김기재  
서울특별시 광진구 광장동 청구아파트 101동 140  
1호  
박민식  
경기도 수원시 영통구 영통2동 신나무실 531동  
1703호  
(74) 대리인  
박중한

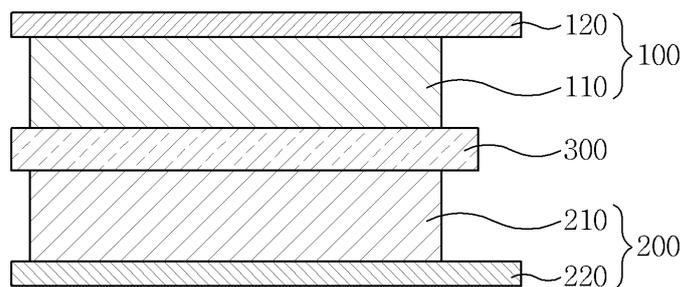
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 스크린프린팅 공정을 적용된 전극을 가지는 롤러블 리튬 이차전지 및 그의 제조 방법

**(57) 요약**

본 발명은 롤러블 리튬이차전지의 구성을 위해 스크린 프린팅 또는 스프레이 코팅 공정을 적용한 리튬이차전지용 양극 및 음극 코팅 공정 및 슬러리 조성에 관한 것이다. 이러한 본 발명은 전극의 구조적 안정성 및 신뢰성 확보를 위해 양극 및 음극 활물질을 이용하여 슬러리를 제조하고, 이렇게 제조된 슬러리를 스크린 프린팅 또는 스프레이 코팅 공정을 이용하여 집전체에 코팅하여, 전극을 형성한다. 그런 다음, 이러한 방법으로 형성된 전극을 이용하여 리튬 이차 전지를 형성한다. 이에 따라, 두께가 30 μm 이하이고, 구조적 안정성이 확보된 롤러블 리튬 이차전지용 전극 제조 기술을 제공할 수 있으며, 스크린 코팅 및 스프레이 코팅을 적용함으로써, 전극의 균일한 로딩 및 합제 제어 가능하다. 또한, 상술한 전극이 포함된 롤러블 이차전지 구현할 수 있다.

**대표도 - 도1**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10035379

부처명 지식경제부

연구사업명 지식경제기술혁신사업[전자정보디바이스산업원천기술개발사업(반도체)]

연구과제명 모바일 IT용 Rollable 소형 이차전지 기술

주관기관 삼성전자

연구기간 2011.03.01 ~ 2012.02.29

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

이차전지 제조 방법에 있어서,

양극 전극용 슬러리 및 음극 전극용 슬러리를 제조하는 단계;

스크린 프린팅 공정 또는 스프레이 코팅 공정을 이용하여 상기 양극 전극용 슬러리 및 음극 전극용 슬러리를 대응하는 양극 집전체 및 음극 집전체 상에 코팅하여 양극 전극 및 음극 전극을 형성하는 단계; 및

상기 양극 전극 및 음극 전극을 가지는 이차전지를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 이차전지 제조 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 양극 전극 및 음극 전극의 30  $\mu\text{m}$  이하의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 이차전지 제조 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 양극 및 음극 전극용 슬러리는 고분산 장치를 이용하여 제조되며,

상기 양극 전극용 슬러리는 활물질, 도전재 및 결합재가 각각 94, 3, 및 3 wt%의 비율로 조성되고,

상기 음극 전극용 슬러리는 활물질, 결합재 및 증점제가 각각 96, 2 및 2 wt%의 비율로 조성되는 것을 특징으로 하는 이차전지 제조 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 양극 전극용 슬러리의 활물질은 N6F-1을 사용하며,

상기 음극 전극용 슬러리의 활물질은 SFG-6을 사용하는 것을 특징으로 하는 이차전지 제조 방법.

### 청구항 5

이차전지에 있어서,

스크린 프린팅 공정 또는 스프레이 코팅 공정을 이용하여 양극 전극용 슬러리 및 음극 전극용 슬러리를 대응하는 양극 집전체 및 음극 집전체 상에 코팅하여 형성된 양극 전극 및 음극 전극; 및

상기 양극 전극 및 음극 전극 사이에 형성되는 분리막;을 포함하는 것을 특징으로 하는 이차전지.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 양극 전극 및 상기 음극 전극은 30  $\mu\text{m}$  이하의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 이차전지.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 양극 및 음극 전극용 슬러리는 고분산 장치를 이용하여 제조되며,

상기 양극 전극용 슬러리는 활물질, 도전재 및 결합재가 각각 94, 3, 및 3 wt%의 비율로 조성되고,

상기 음극 전극용 슬러리는 활물질, 결합재 및 증점제가 각각 96, 2 및 2 wt%의 비율로 조성되는 것을 특징으로

하는 이차전지.

**청구항 8**

제3항에 있어서,

상기 양극 전극용 슬러리의 활물질은 N6F-1을 사용하며,

상기 음극 전극용 슬러리의 활물질은 SFG-6을 사용하는 것을 특징으로 하는 이차전지.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 리튬 이차전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 스크린프린팅 공정을 적용된 전극을 가지는 롤러블 리튬 이차전지 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 이차전지라 충전과 방전을 계속 반복시킬 수 있는 전지를 말하며, 이차전지는 이온화 경향 차이가 큰 두 전극의 전해질을 통한 가역적으로 산화환원 반응에 따른 전자의 이동현상, 즉, 전기 에너지의 제조공정으로 볼 수 있다. 에너지 밀도를 높이려면, 전극의 이온화 차이, 즉, 전위가 클수록 좋고, 충방전 전위를 높이기 위해서는 내구성이 있는 이온화 경향이 큰 전극의 쌍을 찾아야 하고, 이온의 이동성이 좋고 유전율이 큰 전해액을 개발해야 한다.

[0003] 리튬 이차전지는 1970년대 초부터 연구개발이 진행되었지만, 1990년 소니에 의해 리튬금속 대신 탄소를 음극으로 사용한 리튬 이온전지가 개발되면서 실용화되었으며, 500회 이상의 사이클 수명과 1~2 시간의 짧은 충전시간을 특징으로 한다. 리튬 이온전지는 리튬 이온을 양극과 음극 간에 가역적으로 전달할 수 있는 물질로 구성된다. 전지는 인터칼레이션(intercalation) 반응에 의해 작동되는데, 전지를 충전 및 방전함에 따라 리튬 이온이 양극과 음극 사이를 교대로 드나들기 때문에 흔들의자 전지(rocking chair battery) 또는 서틀록 전지라고 한다. 리튬 이차전지를 충전하기 위해서는 정전류/정전압(Constant Current/Constant Voltage) 방식 충전기를 사용해야 한다. 충전기는 전지의 개별 전압이 4.2V까지 충전될 수 있도록 충전 전류를 조절한다. 리튬 이차전지 0.1C 내지 1.5C 사이의 전류 범위 안에서 정전류로 충전되다가 정전압 조건에 이르면 충전 전류가 점차 감소하여 영에 이르게 되어 전지의 과충전을 막는다.

[0004] 현재 리튬 이차전지의 전극의 경우 양극 및 음극 활물질을 도전체와 결합체를 유기 용매에 물리적으로 혼합하여 형성된 슬러리를 금속 집전체에 코팅하여 전극을 제조하고 있다. 기존 롤 코터를 이용한 롤 코팅 공정은 롤러블 리튬이온 전지가 요구하는 전극의 두께 감소 및 구조적 안정성을 확보하는데 한계가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 따라서 상술한 점을 감안한 본 발명의 목적은 롤러블 리튬 이차전지용 전극 코팅을 위해 스크린 코팅 공정 또는 스프레이 코팅 공정을 적용하여 두께 제어 및 구조적 안정성을 확보할 수 있는 전극을 가지는 롤러블 리튬 이차전지 및 그의 제조 방법을 제공함에 있다.

[0006] 또한, 본 발명의 다른 목적은 양극과 음극 활물질과 도전체 및 결합체 함량의 최적화를 통해 스크린 프린팅 또는 스프레이 코팅이 가능한 슬러리 조성을 확보함에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이차전지 제조 방법은, 양극 전극용 슬러리 및 음극 전극용 슬러리를 제조하는 단계와, 스크린 프린팅 공정 또는 스프레이 코팅 공정을 이용하여 상기 양극 전극용 슬러리 및 음극 전극용 슬러리를 대응하는 양극 집전체 및 음극 집전체 상에 코팅하여 양극 전극 및 음극 전극을 형성하는 단계 및 상기 양극 전극 및 음극 전극을 가지는 이차전지를 형성하는 단계를 포함한다.

- [0008] 상기 양극 전극 및 음극 전극의 30  $\mu\text{m}$  이하의 두께를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 상기 양극 및 음극 전극용 슬러리는 고분산 장치를 이용하여 제조되며, 상기 양극 전극용 슬러리는 활물질, 도전재 및 결합제가 각각 94, 3, 및 3 wt%의 비율로 조성되고, 상기 음극 전극용 슬러리는 활물질, 결합제 및 증점제가 각각 96, 2 및 2 wt%의 비율로 조성되는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 상기 양극 전극용 슬러리의 활물질은 N6F-1을 사용하며, 상기 음극 전극용 슬러리의 활물질은 SFG-6을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 이차전지는, 스크린 프린팅 공정 또는 스프레이 코팅 공정을 이용하여 양극 전극용 슬러리 및 음극 전극용 슬러리를 대응하는 양극 집전체 및 음극 집전체 상에 코팅하여 형성된 양극 전극 및 음극 전극과, 상기 양극 전극 및 음극 전극 사이에 형성되는 분리막을 포함한다.
- [0012] 상기 양극 전극 및 음극 전극의 30  $\mu\text{m}$  이하의 두께를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 양극 및 음극 전극용 슬러리는 고분산 장치를 이용하여 제조되며, 상기 양극 전극용 슬러리는 활물질, 도전재 및 결합제가 각각 94, 3, 및 3 wt%의 비율로 조성되고, 상기 음극 전극용 슬러리는 활물질, 결합제 및 증점제가 각각 96, 2 및 2 wt%의 비율로 조성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 양극 전극용 슬러리의 활물질은 N6F-1을 사용하며, 상기 음극 전극용 슬러리의 활물질은 SFG-6을 사용하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0015] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따르면 두께가 30  $\mu\text{m}$  이하인 롤러블 전극을 제작할 수 있도록, 양극 및 음극 소재에 대한 최적 조성을 제공할 수 있다. 또한, 고분산 장치를 이용하여 최적 고형분을 제공할 수 있다. 이에 따라, 두께가 30  $\mu\text{m}$  이하이고, 구조적 안정성이 확보된 롤러블 리튬 이차전지용 전극 제조 기술을 제공할 수 있다. 게다가, 스크린 코팅 및 스프레이 코팅을 적용함으로써, 전극의 균일한 로딩 및 합제를 제어할 수 있다. 결국, 상술한 바와 같은 구조적으로 안정된 전극을 가지는 롤러블 이차 전지를 구현할 수 있어, 구조적 안정성 및 신뢰성이 확보된 롤러블 리튬 이온 이차전지를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 리튬 이차전지의 개략적인 구조를 설명하기 위한 도면;
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전극 형성 방법 및 그 전극을 이용한 이차전지 형성 방법을 설명하기 위한 흐름도;
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 양극 소재의 물성을 실험한 결과를 도시한 도면;
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 음극 소재의 물성을 실험한 결과를 도시한 도면;
- 도 7은 실시예 1 내지 3에 따라 제조된 슬러리를 통해 형성된 전극의 전기화학 특성 실험 결과를 도시한 그래프;
- 도 8은 실시예 4 내지 7에 따라 제조된 슬러리를 통해 형성된 전극의 전기화학 특성 실험 결과를 도시한 그래프;
- 도 9 및 도 10은 실시예 3에 대한 고형분별 모폴로지를 비교한 결과를 도시하는 도면; 및
- 도 11은 실시예 6에 대한 고형분별 모폴로지를 비교한 결과를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0017] 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서

이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음을 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 마찬가지로의 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.
- [0019] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면에 의거하여 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 리튬 이차전지의 개략적인 구조를 설명하기 위한 도면이다. 여기서, 본 발명은 롤러블(rollable) 리튬 이차전지를 제작하기 위해 30  $\mu\text{m}$  이하의 박막의 전극을 형성하기 위한 것이다. 따라서 도 1에 도시된 이차전지의 형상 및 구조는 예시적인 것이지, 한정적인 것이 아님을 이해하여야 할 것이다. 또한, 이러한 리튬 이차전지의 상세한 구성은 이차전지의 형성에 따라 다양한 변형 예들이 있을 것으로 일부 구성은 도시하지 않았다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른, 리튬 이온전지는 기본적으로, 양극 전극(100)과 음극 전극(200)을 포함하며, 양극 전극(100)과 음극 전극(200) 사이에 개재되는 분리막(300)을 포함한다. 또한, 리튬 이온 전지는 도시되지는 않았지만, 전해액, 양극 전극(100)에 연결되는 양극 단자 및 음극 전극(200)에 연결되는 음극 단자를 더 포함한다.
- [0022] 음극 전극(200)은 음극 집전체(220) 및 음극 합제(210)를 포함한다. 음극 합제(210)는 활물질을 주요 조성으로 하며, 이를 고정하기 위한 결합제와 전자전도성을 향상시키기 위한 도전재 및 접착 강도를 높이기 위하여 첨가제(증점제)를 선택적으로 더 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 음극 합제(210)를 위해, 활물질, 결합제 및 증점제로 이루어진 슬러리를 제작하고, 음극 합제용 슬러리를 음극 집전체(220)에 코팅함으로써, 음극 전극(200)을 형성한다. 이때, 코팅 공정은 스크린 프린팅 공정을 이용함이 바람직하나, 스프레이 코팅 공정을 이용할 수도 있다. 음극 합제용 슬러리 제조는 SFG-6을 음극 활물질로 사용하고, SBR 결합제와 CMC 증점제를 사용한다. 이때, 슬러리를 제조하기 위한 용매로 물을 사용할 수 있다. 음극 전극(200)은 기능적으로 전기화학적인 반응에 의해 전자를 생성하고 소모할 수 있으며, 음극 집전체(220)를 통해 외부 회로에 전자를 제공하는 역할을 수행한다. 음극 집전체(220)는 활물질의 전기화학 반응에 의해 생성된 전자를 모으거나 전기화학 반응에 필요한 전자를 공급하는 역할을 수행한다. 리튬 이온전지의 음극 집전체(220)로는 구리 호일을 사용함이 바람직하다. 결합제는 전기화학 반응에서 안정한 화합물질로 리튬 이온전지에서 결합제는 활물질을 페이스트화, 활물질 상호 접착, 집전체와의 접착, 활물질 팽창 및 수축에 대한 완충 효과 등의 역할을 수행한다. 그리고 접착 강도를 높이기 위하여 첨가제(증점제)를 사용할 수도 있다.
- [0023] 양극 전극(100)은 양극 집전체(120)와 양극 합제(110)로 구성된다. 양극 전극(100)은 전기화학 반응에 의해 전자를 생성하고 소모할 수 있으며, 양극 집전체(120)를 통하여 외부 회로에 전자를 제공하는 역할을 수행한다. 양극 합제(110)는 활물질을 주요 조성으로 하며, 이를 고정하기 위한 결합제와 전자전도성을 향상시키기 위한 도전재 및 접착 강도를 높이기 위하여 첨가제(증점제)를 선택적으로 더 포함할 수 있다.
- [0024] 양극 활물질은 함유하고 있는 리튬이 전기화학적으로 자유로이 삽입, 탈착이 가능해야 한다. 양극 활물질은 전자전도성이 낮아 별도의 도전재를 사용함이 바람직하다. 본 발명에 따르면, 본 발명에 따르면, 양극 합제(110)를 이루는 활물질, 도전재 및 결합제로 이루어진 양극 합제용 슬러리를 제작하고, 양극 합제용 슬러리를 양극 집전체(120)에 코팅함으로써, 양극 전극(100)을 형성한다. 이때, 코팅 공정은 스크린 프린팅 공정을 이용함이 바람직하나, 스프레이 코팅 공정을 이용할 수도 있다. 양극 합제용 슬러리 제조를 위하여 양극 활물질은 N6F-1을 사용하였으며, 도전재로 Super-P(TIMCAL), 결합제로 PVDF(분자량: 9300)를 사용하였다. 이때, 양극 합제용 슬러리는 유기용매로 NMP를 사용할 수 있다. 양극 집전체(120)는 활물질의 전기화학 반응에 의해 생성된 전자를 모으거나 전기화학 반응에 필요한 전자를 공급하는 역할을 수행한다. 리튬 이온전지의 양극 집전체(120)로는 알루미늄 호일을 사용할 수 있다.
- [0025] 분리막은 양극과 음극이 직접 접촉하여 쇼트(short)되는 일이 없도록 분리하는 부자재이다. 리튬 이온전지에서는 분리막이 간단히 양극, 음극 전극(100, 200)을 분리하는 것만이 아니라 안정적 향상에 중요한 역할을 한다.
- [0026] 그리고 도시되지는 않았지만, 리튬 이온전지는 리튬 이온을 전달하는 전해액을 더 포함한다. 전해액은 양극 및 음극 전극(100, 200)에서 리튬 이온을 운송하는 매질의 역할을 수행하며, 유기 용매에 리튬염이 용해된 전해질을 사용함이 바람직하다. 전해액은 전극 재료에 따라 조성을 최적화하여야 한다. 또한, 리튬 이온전지는 전해액이 누수 되어 리튬 전이금속이 공기 중에 노출될 경우 전지가 폭발할 수 있고, 과충전 시에도 화학 반응으로 인

해 전지 케이스 내의 압력이 상승하여 폭발할 가능성이 있어, 이를 차단하는 보호회로를 더 포함한다.

- [0027] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전극 형성 방법 및 그 전극을 이용한 이차전지 형성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0028] 먼저, S201 단계에서 전극의 구조적 안정성 및 신뢰성 확보를 위해 양극 및 음극 활물질을 이용하여 양극 및 음극 전극용 슬러리 각각을 제조한다.
- [0029] 양극 및 음극 소재(양극 및 음극 합제의 소재)를 이용하여 물러블한 전극 제작을 위하여 활물질, 도전재 그리고 결합재로 이루어진 슬러리를 생성한다. 양극 및 음극 소재는 각각 입자크기가 10  $\mu\text{m}$  미만인 사용 소재를 사용한다.
- [0030] 도 3 및 도 4에 본 발명의 실시예에 따른 양극 소재의 물성을 실험한 결과를 도시하였다. 이러한 실험 결과에 따라 양극 소재가 선택되었다. 또한, 도 5 및 도 6에 본 발명의 실시예에 따른 음극 소재(SFG-6)의 물성을 실험한 결과를 도시하였다. 이러한 실험 결과에 따라 음극 소재가 선택되었다.
- [0031] 양극 소재는 4종의 후보군 중 선행 특성 평가를 통해 물성이 우수한 삼성분계 전이금속 산화물인 N6F1을 사용하였다. 음극 소재는 흑연계 소재인 SGF-6을 사용하였다.
- [0032] 양극용 및 음극용 슬러리는 다음의 <표 1>에 도시된 바와 같은 조성에 따라 고분산 장치를 이용하여 제조하였다.

**표 1**

[0033]	전극	활물질(wt%)	도전재(wt%)	결합재(wt%)	증점제(wt%)
실시예 1	양극	90	5	5	-
실시예 2	양극	92	4	4	-
실시예 3	양극	94	3	3	-
실시예 4	음극	95	-	2.5	2.5
실시예 5	음극	95.5	-	2.5	2
실시예 6	음극	96	-	2	2
실시예 7	음극	97	-	1.5	1.5

- [0034] 음극 슬러리 제조는 SFG-6을 음극 활물질로 사용하고, SBR 결합재와 CMC 증점제를 사용하였다. 이때, 음극 슬러리는 <표 1>의 조성에 따라 활물질, 결합재 및 증점제를 물에 녹여 슬러리를 제조하였다. 또한, 양극 슬러리 제조를 위하여 양극 활물질은 N6F-1을 사용하였으며, 도전재로 Super-P(TIMCAL), 결합재로 PVDF(분자량: 9300)를 사용하였으며, 유기용매로 NMP를 사용하였으며, <표 1>에 나타난 조성으로 슬러리를 제조하였다.
- [0035] 다음으로, 앞서, 제조된 슬러리를 S203 단계에서 코팅 공정을 이용하여 집전체에 코팅하여 양극 및 음극 집전체(120, 220) 상에 각각 대응하는 양극 및 음극 합제(110, 210)를 형성함으로써 양극 및 음극 전극(100, 200)을 형성한다. 이때, 코팅 공정은 스크린 프린팅 공정을 이용함이 바람직하나, 스프레이 코팅 공정을 이용할 수도 있다. 이러한 스크린 프린팅 공정 또는 스프레이 코팅 공정을 이용하여 전극의 두께가 30  $\mu\text{m}$  이하가 되도록 전극을 형성한다.
- [0036] 또한, 양극 집전체(120)는 알루미늄 호일을 이용하며, 음극 집전체(220)는 구리 호일을 이용할 수 있다. 양극 전극(100) 제조시, 실시예 1 내지 3의 슬러리를 알루미늄 호일에 100 mm \* 100 mm 크기의 스크린 코팅 장치를 이용하여 코팅하여 양극 전극(100)을 형성할 수 있다. 음극 전극(200) 제조시, 실시예 4 내지 7의 슬러리를 구리 호일에 코팅하여 음극 전극(200)을 형성할 수 있다.
- [0037] 도 7은 실시예 1 내지 3에 따라 제조된 슬러리를 통해 형성된 전극의 전기화학 특성 실험 결과를 도시한 그래프이며, 도 8은 실시예 4 내지 7에 따라 제조된 슬러리를 통해 형성된 전극의 전기화학 특성 실험 결과를 도시한 그래프이다. 상술한 바와 같은 공정에 따라 실시예 1 내지 7을 적용하여 제조된 슬러리를 코팅하여 형성된 전극을 정전류 방식으로 (양극: 36 mA/g, 음극: 72 mA/g)의 해당 전위영역 (양극: 2.5~4.3 V vs. Li/Li+, 음극: 0.01~2.0 V vs. Li/Li+)에서 기본 전기화학특성을 평가하였다. 상기 용량 평가 결과와 전극의 결합력 평가 결과에 따라, 실시예 3과 실시예 6을 물러블 전극 제작의 최적 조성으로 도출하였다.
- [0038] 양극 및 음극 슬러리의 도출된 최적 조성(실시예 3 및 실시예 6)에서 각각의 고형분에 따른 슬러리의 레올로지(rheology) 특성 및 전극의 형상을 비교하여 전극 슬러리제조를 위한 최적 고형분을 도출하였다. 도 9 및 도 10

은 실시예 3에 대한 고품분별 모폴로지를 비교한 결과를 도시하는 도면이며, 도 11은 실시예 6에 대한 고품분별 모폴로지를 비교한 결과를 도시한 도면이다. 이때, 고분산 장치를 이용한 믹싱 조건 최적화를 진행하였다. 이에 따라 양극용 슬러리(실시예 3)의 경우 60%의 고품분에서, 반면에 음극용 슬러리(실시예 6)의 경우 30%의 고품분에서 롤러블하고 우수한 전기화학특성을 나타내는 전극을 제작할 수 있음을 알 수 있다.

[0039] 마지막으로, S205 단계에서 상술한 방법에 따라 형성된 양극 전극(100) 및 음극 전극(200)을 가지는 이차전지를 형성한다. 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따르면 두께가 30  $\mu\text{m}$  이하인 롤러블 전극 제작을 위하여 양극 및 음극 소재에 대한 최적 조성을 도출하고, 고분산 장치를 이용하여 최적 고품분을 도출하였다. 이러한 본 발명의 실시예에 따르면, 두께가 30  $\mu\text{m}$  이하이고, 구조적 안정성이 확보된 롤러블 리튬 이차전지용 전극 제조 기술을 제공할 수 있으며, 스크린 코팅 및 스프레이 코팅을 적용함으로써, 전극의 균일한 로딩 및 합제 제어 가능하다. 또한, 이러한 전극이 포함된 롤러블 이차전지 구현할 수 있다.

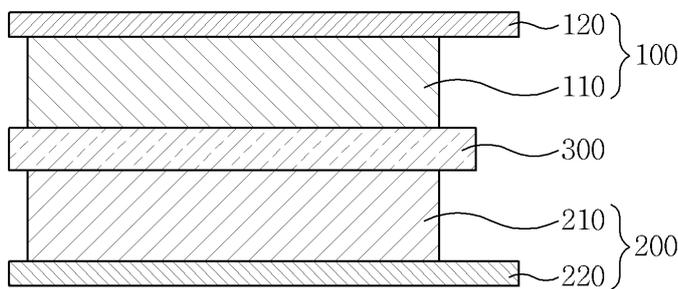
[0040] 이상 본 발명을 몇 가지 바람직한 실시 예를 사용하여 설명하였으나, 이들 실시 예는 예시적인 것이며 한정적인 것이 아니다. 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 본 발명의 사상과 첨부된 특허청구범위에 제시된 권리범위에서 벗어나지 않으면서 균등론에 따라 다양한 변화와 수정을 가할 수 있음을 이해할 것이다.

**부호의 설명**

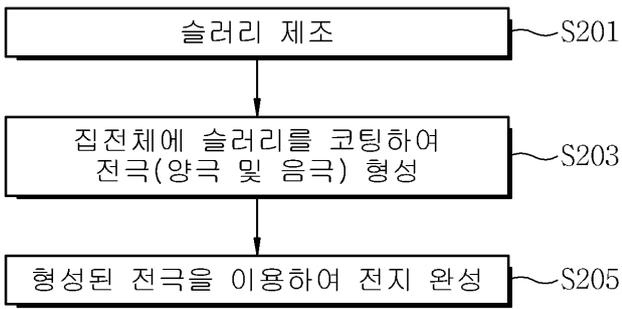
- [0041] 100: 양극 전극
- 110: 양극 합제
- 120: 양극 집전체
- 200: 음극 전극
- 210: 음극 합제
- 220: 음극 집전체
- 300: 분리막

**도면**

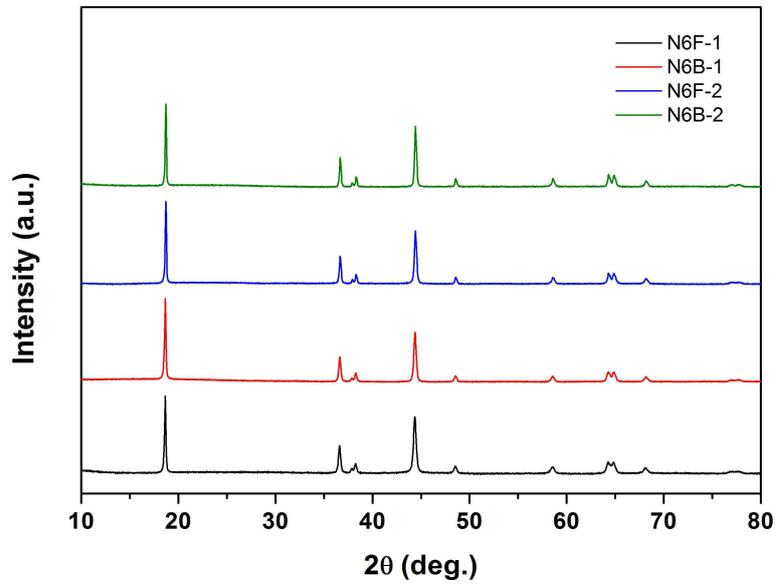
**도면1**



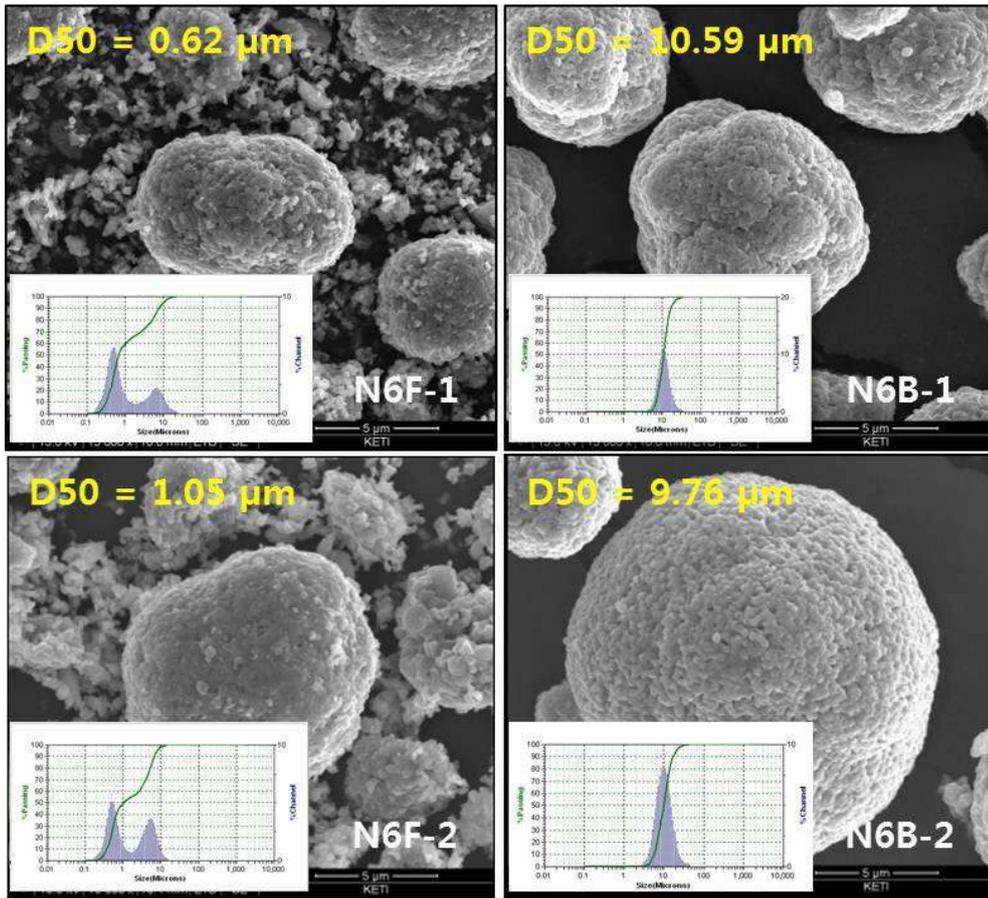
도면2



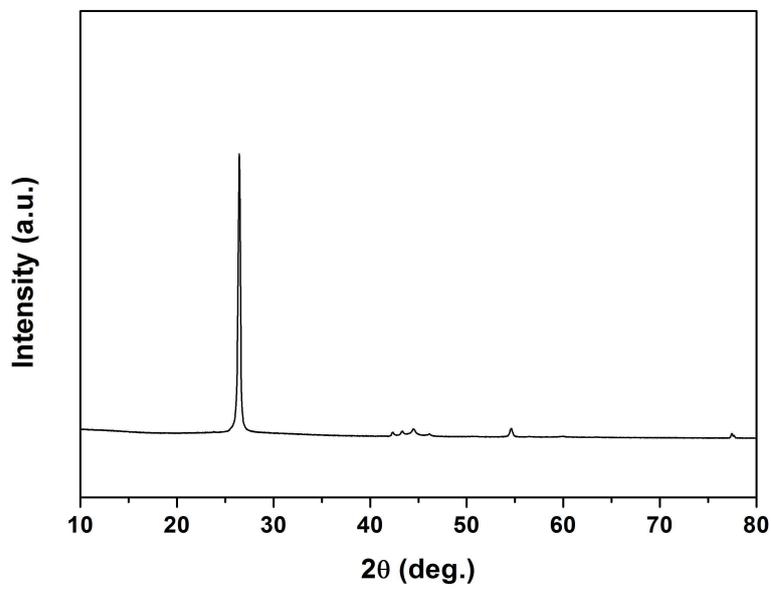
도면3



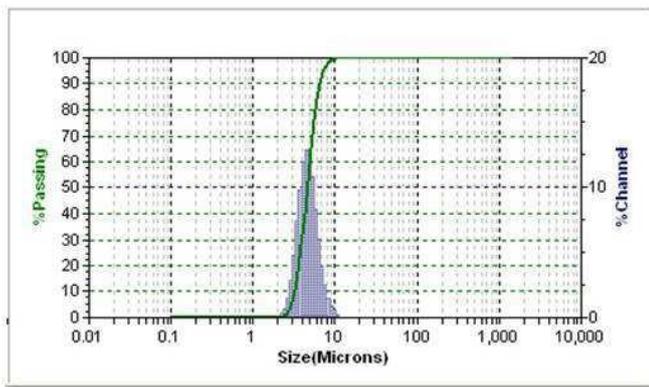
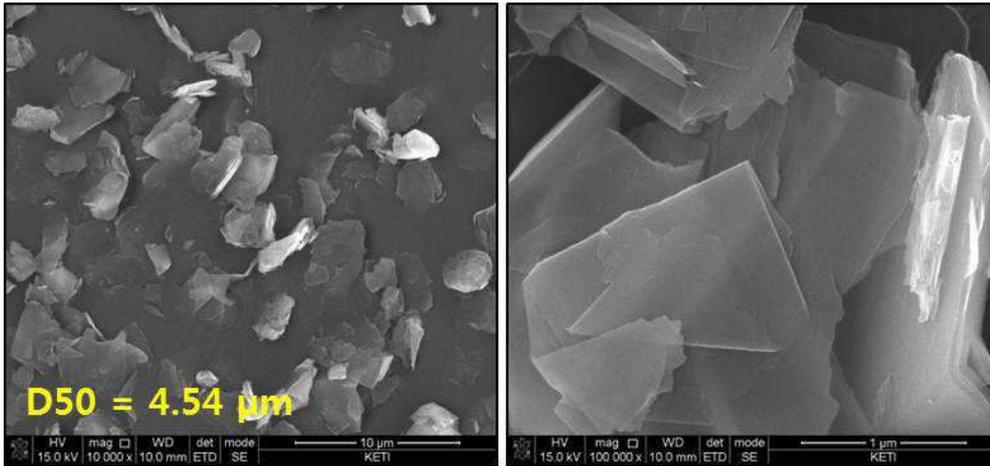
도면4



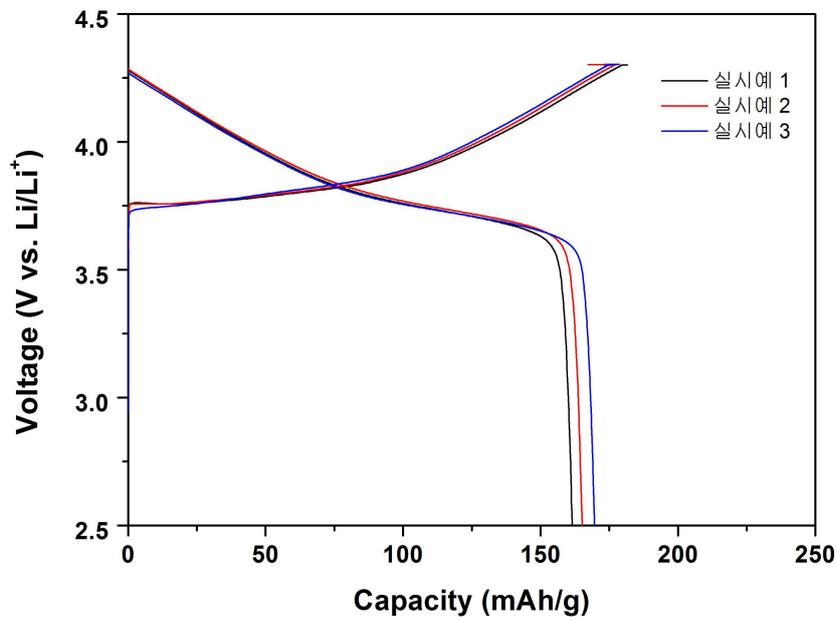
도면5



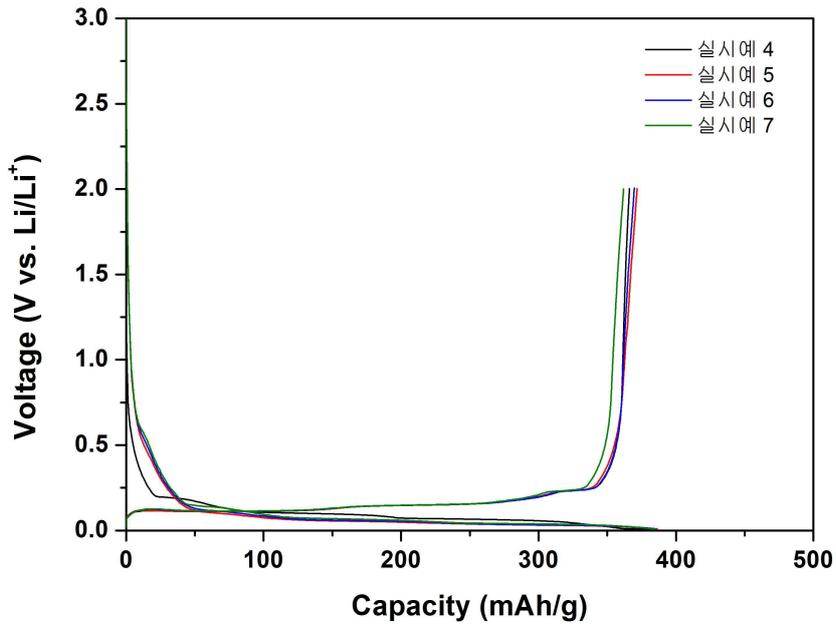
도면6



도면7



도면8



도면9

Total Solid Contents (%)	Photograph	SEM (Center)	SEM (Side)
Dr.B_39			
SP_45			
SP_50			

도면10

Total Solid Contents (%)	Photograph	SEM (Center)	SEM (Side)
SP_55			
SP_60			

도면11

Total Solid Contents (%)	Photograph	SEM (Center)	SEM (Side)
25.62			
29.26 (필믹스 10회)			
29.26 (필믹스 20회)			
29.26 (Dr. B 2.5mil)			