(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년06월08일
(11) 등록번호 10-1628572
(24) 등록일자 2016년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01M 4/62 (2006.01) *H01M 10/052* (2010.01)
H01M 4/13 (2010.01) *H01M 4/36* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0186263
(22) 출원일자 2014년12월22일
심사청구일자 2014년12월22일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050048452 A
US20040202924 A1
CN102437319 A

(73) 특허권자
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
고기석
경기도 수원시 팔달구 화양로50번길 30, 블루밍 푸른숲 119동 403
신교민
경기도 화성시 남양읍 현대기아로556번길 108, 포란재아파트 102동 1201호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한라특허법인(유한)

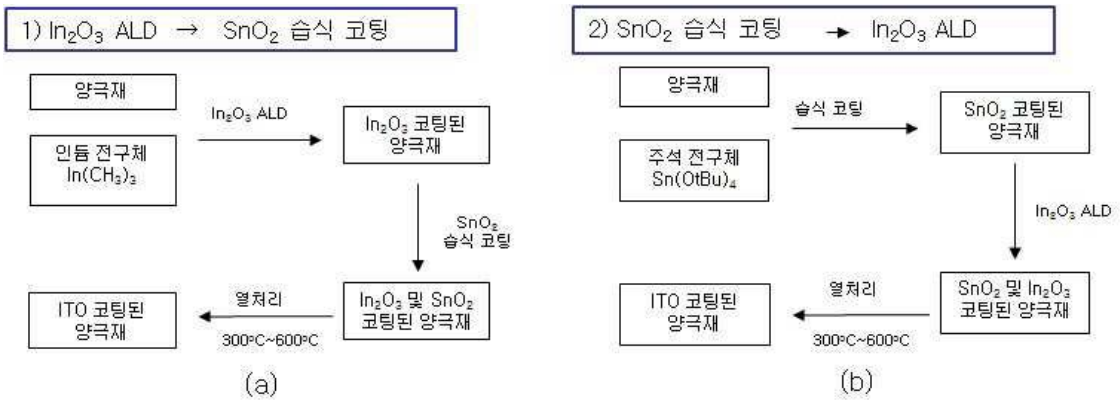
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 김유희

(54) 발명의 명칭 **리튬이차전지용 양극재의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 리튬이차전지용 양극재의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 산화인듐 및 산화주석을 각각 원자층 증착법과 습식 코팅법으로 코팅하여 고온에서 열처리함으로써 양극재 표면에 얇고 균일하며 전자전도도가 높은 ITO 코팅층을 형성할 수 있으며, 이로 인해 전지의 출력 성능, 에너지밀도, 사이클 수명 및 고온 저장 특성이 향상된 리튬이차전지용 양극재의 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김진욱

경기도 고양시 일산서구 원일로21번길 21, 휴먼빌 아파트 203동 901호

김동현

경기도 군포시 당산로155번길 12, 2층

정윤석

울산광역시 울주군 범서읍 갈매정길 1, 동문굿모닝힐 107동 1403호

명 세 서

청구범위

청구항 1

양극재 상에 산화인듐(In_2O_3)을 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 단계;

상기 제1 코팅층 상에 산화주석(SnO_2)을 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 코팅층들을 열처리하여 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 단계;

를 포함하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 2

양극재 상에 산화주석(SnO_2)을 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 단계;

상기 제1 코팅층 상에 산화인듐(In_2O_3)을 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 코팅층들을 열처리하여 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 단계;

를 포함하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 산화인듐(In_2O_3)은 원자층 증착법에 의해 코팅되는 것을 특징으로 하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 산화주석(SnO_2)은 습식공정에 의해 코팅되는 것을 특징으로 하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 및 제2 코팅층들은 각각 두께가 0.1 ~ 50 ㎚ 인 것을 특징으로 하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 열처리는 300 ~ 600 ℃에서 1 ~ 6 시간 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 ITO 코팅층은 두께가 1 ~ 50 nm 인 것을 특징으로 하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 ITO 코팅층의 인듐 및 주석의 원자비는 95:5 ~ 70:30 인 것을 특징으로 하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법.

청구항 10

제1항 또는 제2항의 방법으로 제조된 리튬이차전지용 양극재.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 리튬이차전지용 양극재의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 산화인듐 및 산화주석을 각각 원자층 증착법과 습식 코팅법으로 코팅하여 고온에서 열처리함으로써 양극재 표면에 얇고 균일하며 전자전도도가 높은 ITO 코팅층을 형성할 수 있으며, 이로 인해 전지의 출력 성능, 에너지밀도, 사이클 수명 및 고온 저장 특성이 향상된 리튬이차전지용 양극재의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 리튬이차전지는 양극재, 전해질, 분리막, 음극재 등으로 구성되며, 구성요소 간의 계면 반응을 안정하게 유지하는 것이 전지의 장수명 및 신뢰성 확보를 위해 매우 중요하다.

[0003] 특히, 전지 성능을 향상시키기 위해 양극재 표면 안정화 기술이 연구되고 있는데, 구체적으로 양극재 표면을 산화물로 코팅하거나 전해질에 첨가제를 넣어 양극재 표면에 안정한 피막을 형성시켜 양극재와 전해질의 계면 반응을 안정화할 수 있다.

[0004] 이 중 양극재 표면 코팅법으로 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 활용하는 경우 얇고 균일한 산화물 코팅층을 얻을 수 있는 장점이 있으나, 통상적으로 산화물의 낮은 전자전도도로 인해 전지의 분극 현상을 심화시켜 고율에서 용량 및 전지 출력 특성이 감소되는 문제가 있다.

[0005] 종래 한국등록특허 제1310556호에서는 양극에 금속산화물층(금속 원자 Zr, Hf, Ti, Ta, Y, Nb, Ba, Sr 및 이들의 alloy)을 ALD 증착법으로 얇고 균일하게 코팅함으로써 전지의 고온저장 성능 및 사이클 특성이 우수한 양극의 제조방법에 관해 개시되어 있으나, 코팅된 금속산화물층의 전자전도도가 낮아 고출력 특성이 저하될 수 있다.

[0006] 또한 한국등록특허 제1274829호에서는 양극에 산화물(ZrO_2, Al_2O_3, SiO_2, ZnO, TiO_2, SnO_2 및 MnO로 이루어진 군에서 1종 이상인 것)을 원자층 증착법으로 균일하면서도 나노 규모의 두께로 코팅층을 형성해 양극재와 전해액의 부반응을 방지하여 전지 모듈 및 전지 팩의 수명이 향상된 이차전지에 관해 개시되어 있으나, 상기한 바와 마찬가지로 코팅된 산화물의 전자전도도가 낮아 고출력 특성이 저하되는 문제가 있을 수 있다.

[0007] 따라서 양극재와 전해질의 계면 반응을 안정화시키고 전지의 수명 및 출력을 향상시키기 위한 양극재의 표면 안정화 기술에 대한 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제1310556호

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제1274829호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 문제 해결을 위하여, 본 발명은 양극재 상에 산화인듐 및 산화주석을 각각 원자층 증착법과 습식 코팅법으로 코팅하여 고온에서 열처리함으로써 양극재 표면에 얇고 균일하며 전자전도도가 높은 ITO 코팅층을 형성할 수 있으며, 이로 인해 양극재 표면을 안정화시킴과 동시에 전지의 장수명 특성과 출력 특성을 향상시킬 수 있다는 사실을 알게 되어 발명을 완성하였다.

[0010] 따라서 본 발명의 목적은 전지의 출력 성능이 향상된 리튬이차전지용 양극재의 제조방법을 제공하는데 있다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 전지 사이클 수명 및 고온 저장 특성이 개선된 리튬이차전지용 양극재를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 양극재 상에 산화인듐(In_2O_3)을 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 단계; 상기 제1 코팅층 상에 산화주석(SnO_2)을 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 코팅층들을 열처리하여 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 단계;를 포함하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법을 제공한다.

[0013] 또한 본 발명은 양극재 상에 산화주석(SnO_2)을 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 단계; 상기 제1 코팅층 상에 산화인듐(In_2O_3)을 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 코팅층들을 열처리하여 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 단계;를 포함하는 리튬이차전지용 양극재의 제조방법을 제공한다.

[0014] 또한 본 발명은 상기 방법들 중 어느 하나의 방법으로 제조된 리튬이차전지용 양극재를 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 리튬이차전지용 양극재의 제조방법은 다음과 같은 이점들이 있다.

[0016] 1) 양극재 상에 산화인듐 및 산화주석을 각각 원자층 증착법과 습식 코팅법으로 코팅하여 고온에서 열처리함으로써 양극재 표면에 얇고 균일하며 전자전도도가 높은 ITO 코팅층을 형성할 수 있으며, 이로 인해 전지의 출력 성능을 향상시킬 수 있다.

[0017] 2) 양극에 첨가되는 도전재의 투입량을 줄이고 양극재 함량을 증대시켜 전지의 에너지밀도를 향상시킬 수 있다.

[0018] 3) 양극재 상에 내구성이 뛰어난 ITO 코팅층을 형성함으로써 양극 표면과 전해질 계면 사이에서 일어나는 부반응을 억제하고, 양극재의 구조적 안정성을 향상시켜 전지 사이클 수명 및 고온 저장 특성을 개선시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 산화인듐 및 산화주석이 순차적으로 코팅되는 양극재의 제조방법(a) 및 산화주석 및 산화인듐이 순차적으로 코팅되는 양극재의 제조방법(b)을 개략적으로 나타낸 공정도이다.

도 2는 본 발명에 따른 비교예 및 실시예에서 제조된 양극재를 이용한 코인 하프셀의 율별 방전 특성을 비교한 그래프이다.

도 3은 본 발명에 따른 비교예 및 실시예에서 제조된 양극재를 이용한 코인 하프셀의 사이클 수명 특성을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서는 본 발명을 하나의 실시예로 더욱 상세하게 설명한다.

[0021] 본 발명의 리튬이차전지용 양극재의 제조방법은 양극재 상에 산화인듐(In_2O_3)을 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 단계; 상기 제1 코팅층 상에 산화주석(SnO_2)을 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 코팅층들을 열처리하여 ITO(Indium Tin Oxide) 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 단계;를 포함한다.

[0022] 또한 본 발명의 리튬이차전지용 양극재의 제조방법은 양극재 상에 산화주석(SnO_2)을 코팅하여 제1 코팅층을 형성하는 단계; 상기 제1 코팅층 상에 산화인듐(In_2O_3)을 코팅하여 제2 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 코팅층들을 열처리하여 ITO(Indium Tin Oxide) 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 단계;를 포함한다.

[0023] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 리튬이차전지용 양극재는 순차적으로 산화인듐 및 산화주석을 코팅하고 열처리하여 전자전도성이 높은 ITO(Indium Tin Oxide) 물질을 양극에 코팅함으로써 전지의 출력 특성을 향상시킬 수 있다. 이때 상기 산화인듐 및 산화주석의 코팅은 코팅 순서와 무관하게 코팅층을 형성할 수 있다. 여기에서 양극재라 함은 리튬 코발트 산화물; 리튬 니켈 산화물; 리튬 망간 산화물; 리튬 코발트-니켈 산화물; 리튬 코발트-망간 산화물; 리튬 망간-니켈 산화물; 리튬 코발트-니켈-망간 산화물 및 이들의 타원소(들)가 치환 또는 도핑된 산화물로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 리튬 함유 금속산화물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 산화인듐(In_2O_3)은 원자층 증착법에 의해 코팅되는 것일 수 있다. 상기 산화인듐은 TMI(trimethyl indium)와 H_2O를 전구체로 사용해서 원자층 증착법을 이용하여 양극재 표면에 코팅시킴으로써 얇고 균일한 코팅층을 형성하여 전지의 사이클 수명 및 고온 저장 특성을 개선할 수 있다.

[0025] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 산화주석(SnO_2)은 습식공정에 의해 코팅되는 것일 수 있다. 상기 산화주석은 $Sn(OtBu)_4$를 전구체로 사용해서 습식공정을 이용하여 코팅시킴으로써 양극재와 전해질 사이 계면의 부반응을 억제 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 제1 및 제2 코팅층들은 각각 두께가 0.1 ~ 50 nm 인 것일 수 있다. 구체적으로 상기 두께가 0.1 nm 보다 얇으면 부반응을 충분히 억제하지 못할 수 있으며, 50 nm 보다 두꺼우면 리튬이온 이동에 대한 저항이 증가될 수 있다.

[0027] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 열처리는 300 ~ 600 ℃에서 1 ~ 6 시간 동안 수행되는 것일 수 있다. 구체적으로 상기 열처리 온도가 300 ℃ 보다 낮으면 ITO 코팅층의 결정성이 떨어질 수 있고, 600 ℃ 보다 높으면 양극 활물질과 ITO 코팅층의 반응이 심하게 될 수 있다.

[0028] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 ITO 코팅층은 두께가 1 ~ 50 nm 인 것일 수 있다. 구체적으로 상기 두께가 1 nm 보다 얇으면 부반응을 충분히 억제하지 못할 수 있으며, 50 nm 보다 두꺼우면 리튬이온 이동에 대한 저항이 증가될 수 있다.

[0029] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 ITO 코팅층의 코팅량은 상기 양극재 대비 0.1~0.5 중량%인 것일 수 있다. 구체적으로 상기 코팅량이 0.1 중량% 보다 적으면 양극 활물질 표면을 충분히 보호하지 못할 수 있고, 0.5 중량% 보다 많으면 리튬이온의 이동을 방해할 수 있다.

[0030] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 ITO 코팅층의 인듐 및 주석의 원자비는 95:5 ~ 70:30 인 것일 수 있다. 구체적으로 상기 인듐 및 주석의 원자비 범위를 벗어나는 경우 전기적 특성을 감소시킬 수 있다.

[0031] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 ITO 코팅층은 내구성이 뛰어나 상기 양극재의 표면과 전해질 계면 사이에서 일어나는 부반응을 억제하고, 상기 양극재의 구조적 안정성을 향상시켜 사이클 수명 및 고온 저장 특성을 개선시킬 수 있다.

[0032] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 리튬이차전지용 양극재는 전자전도도가 10^{2}~10^{4} S/cm인 것일 수 있다.

[0033] 도 1은 본 발명에 따른 산화인듐 및 산화주석이 순차적으로 코팅되는 양극재의 제조방법(a) 및 산화주석 및 산화인듐이 순차적으로 코팅되는 양극재의 제조방법(b)을 개략적으로 나타낸 공정도이다. 상기 도 1의 (a)는 원자층 증착법에 의해 산화인듐이 1차 코팅된 후 그 위에 습식 코팅법에 의해 산화주석이 2차 코팅되고 열처리를 통해 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 방법을 나타낸 공정도이다. 상기 도 1의 (b)는 습식 코팅법에 의해 산화주석이 1차 코팅된 후 원자층 증착법에 의해 산화인듐이 2차 코팅되고 열처리를 통해 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 제조하는 방법을 나타낸 공정도이다.

[0034] 한편, 본 발명은 상기 방법들 중 어느 하나의 방법으로 제조된 리튬이차전지용 양극재를 포함한다.

[0035] 따라서 본 발명에 따른 리튬이차전지용 양극재의 제조방법은 양극재 상에 산화인듐 및 산화주석을 각각 원자층 증착법과 습식 코팅법으로 코팅하여 고온에서 열처리함으로써 양극재 표면에 얇고 균일하며 전자전도도가 높은 ITO 코팅층을 형성할 수 있으며, 이로 인해 전지의 출력 성능을 향상시킬 수 있다.

[0036] 또한 양극의 전자전도성 확보를 위해 첨가되는 도전재의 투입량을 줄이고 양극재 함량을 증대시켜 전지의 에너지밀도를 향상시킬 수 있다. 또한 양극재 상에 내구성이 뛰어난 ITO 코팅층을 형성함으로써 양극 표면과 전해질 계면 사이에서 일어나는 부반응을 억제하고, 양극재의 구조적 안정성을 향상시켜 전지 사이클 수명 및 고온 저장 특성을 개선시킬 수 있다.

[0037] 이하 본 발명을 실시예에 의거하여 더욱 구체적으로 설명하겠는 바, 본 발명이 다음 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0038] 실시예

[0039] (1) 원자층 증착법을 통한 산화인듐(In_2O_3) 코팅

[0040] 1) 양극재를 ALD 반응기 챔버에 넣고 1.2 x 10^{-2} Torr 이하로 진공 형성하였다.

[0041] 2) 인듐(In)을 포함하는 전구체 물질인 TMI(trimethyl indium) 1 Torr를 상기 ALD 반응기에 주입하였다.

[0042] 3) 진공과 불활성 기체 퍼징(purging)을 통해서 미반응 전구체 물질을 제거하였다.

[0043] 4) ALD 반응기에 수증기(H_2O)를 주입하였다.

[0044] 5) 진공과 불활성 기체 퍼징(purging)을 통해서 미반응 수증기(H_2O)를 제거하였다. 상기 2)~5) 과정을 원하는 코팅 두께가 될 때까지 반복하여 수행하였다.

[0045] 6) ALD 반응기를 불활성 기체로 벤트하고 In_2O_3가 2 nm 두께로 코팅된 양극재를 회수하였다.

[0046] ※ 반응기 온도는 195 ℃로 셋팅하였으며, 전구체와 H_2O의 노출 압력 및 시간은 각각 1 Torr와 1분이었다.

[0047] (2) 습식법을 통한 산화주석(SnO_2) 코팅

[0048] 1) Sn을 포함하는 전구체 물질인 $Sn(OtBu)_4$)(Tin(IV) tert-butoxide) 0.010 ~ 0.015 중량%를 무수에탄올(anhydrous ethanol)에 녹였다.

[0049] 2) 양극재를 1)번 용액에 넣고 초음파로 양극재 응집체를 파쇄하고 1hr 동안 교반시켰다.

[0050] 3) 회전농축기(Rotary evaporator)를 통해서 에탄올을 증발시켰다.

[0051] 4) 120 ℃에서 12 시간 동안 완전히 건조시키고 SnO_2가 0.2 nm 두께로 코팅된 양극재를 회수하였다.

[0052] ※ Sn(OtBu)4 투입량: 0.25~0.4% (양극재 무게 대비)

[0053] ※ Sn(OtBu)4 용액 농도: 0.010~0.015%

[0054] (3) 산화인듐 및 산화주석이 코팅된 양극재의 열처리

[0055] 1) 양극재 표면에 In_2O_3(ALD 코팅) 및 SnO_2(습식 코팅)이 코팅된 양극재를 알루미나 도가니(Alumina crucible)에 넣고 500 ℃에서 열처리하여 2.2 nm 두께의 ITO 코팅층이 형성된 양극재를 얻었다.

[0056] ※ 승온 속도: 5 ℃/min, 냉각 속도: 1 ℃/min

[0057] ※ 500 ℃ 열처리 시간: 1~6 hr

[0058] (4) 코인 하프셀 (Coin Half-Cell) 평가

[0059] 1) ITO 코팅층이 형성된 양극재와 도전재, 결합제 (92:4:4)를 혼합하여 슬러리를 만들고 Al 포일 위에 도포하여 양극 합제를 제작하였다.

[0060] 2) 상기 양극 합제를 양극으로 리튬 금속을 음극으로 사용하여 양극과 음극을 사이에 분리막 넣고 전해액을 주액하여 코인 하프셀을 제작하였다.

[0061] ※ 도전재: 카본 블랙, 결합제: PVdF 고분자

[0062] ※ 분리막: 폴리에틸렌, 전해액: 1M $LiPF_6$, in EC/EMC (3/7)

[0063] 3) 코인 하프셀의 율별 방전 특성 및 사이클 수명을 평가하였다.

[0064] 비교예

[0065] (1) 원자층 증착법을 통한 산화알루미늄(Al_2O_3) 코팅

[0066] 1) 양극재를 ALD 반응기 챔버에 넣고 1.2×10^{-2} Torr 이하로 진공 형성하였다.

[0067] 2) 알루미늄(Al)을 포함하는 전구체 물질(TMA, trimethyl aluminum) 1 Torr를 반응기에 주입

[0068] 3) 진공과 불활성 기체 퍼징(purging)을 통해서 미반응 전구체 물질을 제거하였다.

[0069] 4) ALD 반응기 내에 수증기 (H_2O)를 주입하였다.

[0070] 5) 진공과 불활성 기체 퍼징(purging)을 통해서 미반응 수증기(H_2O)를 제거하였다. 상기 2)~5) 과정을 원하는 코팅 두께가 될 때까지 반복하였다.

[0071] 6) ALD 반응기를 불활성 기체로 벤트하고 Al_2O_3가 2 nm 두께로 코팅된 양극재를 회수하였다.

[0072] ※ 반응기 온도는 180 ℃로 셋팅하였으며, 전구체와 H_2O의 노출 압력 및 시간은 각각 1 Torr와 1분이었다.

[0073] (2) 코인 하프셀 (Coin Half-Cell) 평가

[0074] 1) Al_2O_3 가 코팅된 양극재와 도전재, 결합제 (92:4:4)를 혼합하여 슬러리를 만들고 Al 포일 위에 도포하여 양극 합제를 제작하였다.

[0075] 2) 상기 양극 합제를 양극으로 리튬 금속을 음극으로 사용하여 양극과 음극을 사이에 분리막 넣고 전해액을 주액하여 코인 하프셀을 제작하였다.

[0076] ※ 도전재: 카본 블랙, 결합제: PVdF 고분자

[0077] ※ 분리막: 폴리에틸렌, 전해액: 1M $LiPF_6$, in EC/EMC (3/7)

[0078] 3) 코인 하프셀의 율별 방전 특성 및 사이클 수명을 평가하였다.

[0079] 도 2는 상기 비교예 및 실시예에서 제조된 양극재를 이용한 코인 하프셀의 율별 방전 특성을 비교한 그래프이다. 상기 도 2에서는 ITO를 코팅한 경우가 Al_2O_3를 코팅한 경우보다 우수한 용량 유지율을 보여주고 있다. 이는 Al_2O_3 코팅층은 낮은 전자전도도로 인해 고 전류 방전에서 용량 감소가 심하게 일어나지만 ITO의 경우 코팅층의 높은 전자전도도로 인해 고 전류 방전에서도 큰 용량 발현이 가능함을 확인할 수 있었다.

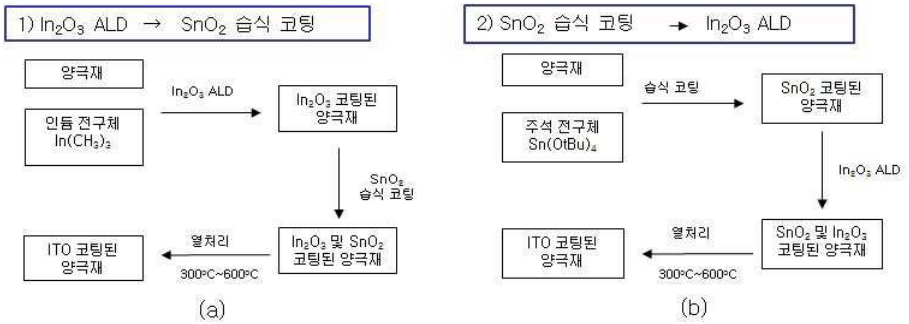
[0080] 도 3은 상기 비교예 및 실시예에서 제조된 양극재를 이용한 코인 하프셀의 사이클 수명 특성을 비교한 그래프이다. 상기 도 3에서는 상기 비교예에 비해 상기 실시예에서 사이클 수명이 우수한 것을 알 수 있었다. 이를 통해서 ITO 코팅이 양극재와 전해질 표면에서 일어나는 부반응 억제에도 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 종합하여 ITO 코팅은 Al_2O_3 코팅과 비슷하게 내화학적인 성질로 부반응을 억제하고, Al_2O_3와 비교해 더 우수한 전자전도도를 가져, Al_2O_3 코팅보다 우수한 율별 방전 특성 및 사이클 특성을 보여주는 것을 확인할 수 있었다.

[0081] 따라서 본 발명에 따른 리튬이차전지용 양극재의 제조방법은 양극재 상에 산화인듐 및 산화주석을 각각 원자층 증착법과 습식 코팅법으로 코팅하여 고온에서 열처리함으로써 양극재 표면에 얇고 균일하며 전자전도도가 높은 ITO 코팅층을 형성할 수 있으며, 이로 인해 전지의 출력 성능을 향상시킬 수 있다.

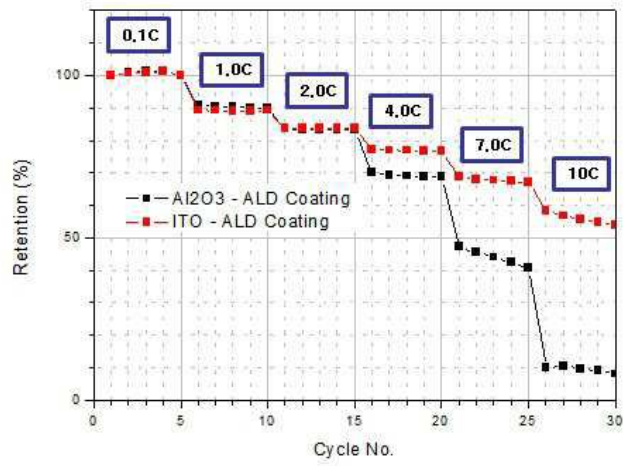
[0082] 또한 양극재 상에 내구성이 뛰어난 ITO 코팅층을 형성함으로써 양극 표면과 전해질 계면 사이에서 일어나는 부반응을 억제하고, 양극재의 구조적 안정성을 향상시켜 전지 사이클 수명 및 고온 저장 특성을 개선시킬 수 있음을 확인하였다.

도면

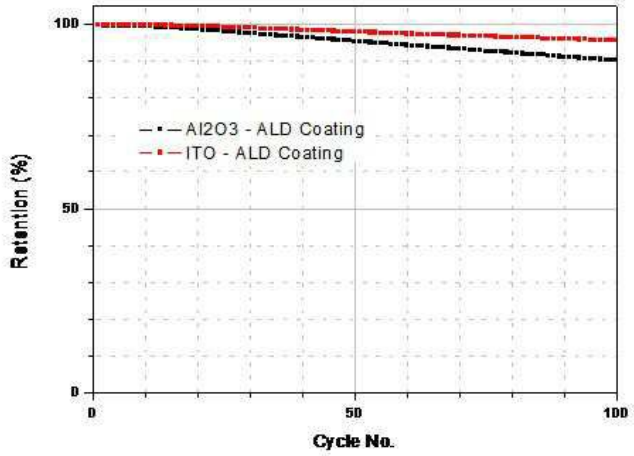
도면1



도면2


0.1C
1.0C
2.0C
4.0C
7.0C
10C
Al2O3 - ALD Coating
ITO - ALD Coating
Retention (%)
Cycle No.
0
50
100
0
5
10
15
20
25
30

도면3


Al2O3 - ALD Coating
ITO - ALD Coating
Retention (%)
Cycle No.
0
50
100
0
50
100