

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 8월 15일 (15.08.2019)



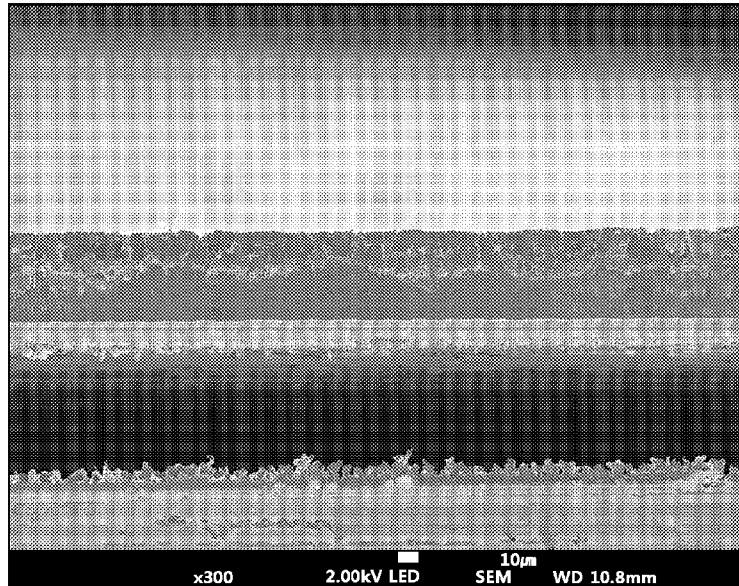
(10) 국제공개번호
WO 2019/155452 A2

- (51) 국제특허분류: 미분류
- (21) 국제출원번호: PCT/IB2019/052809
- (22) 국제출원일: 2019년 4월 5일 (05.04.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0015293 2018년 2월 7일 (07.02.2018) KR
- (71) 출원인: 주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 우경화 (WOO, Kyung-Hwa); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 윤현웅 (YUN, Hyun-Woong); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 유정인 (YU, Jeong-In); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 윤종건 (YOON, Jong-Keon); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 필앤온지 (PHIL & ONZI INT'L PATENT & LAW FIRM); 06643 서울시 서초구 서초중앙로 36, 3층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: LITHIUM METAL SECONDARY BATTERY AND BATTERY MODULE INCLUDING SAME

(54) 발명의 명칭: 리튬 금속 이차전지 및 이를 포함하는 전지모듈

[도 2]



(57) Abstract: Disclosed are a lithium metal secondary battery and a battery module including the same, the lithium metal secondary battery comprising: an electrode assembly including an anode, a cathode, and a separator interposed between the anode and the cathode; a non-aqueous electrolyte for impregnating the electrode assembly therein; and a battery case in which the electrode assembly and the non-aqueous electrolyte are embedded, wherein the anode includes an anode current collector and a lithium metal layer, which is formed on at least one surface of the anode current collector, and the charging/discharging conditions of the lithium metal secondary battery allow for charging in a pressurized state and allow for discharging in a non-pressurized state or a pressurized state, and the pressure applied during discharging is controlled to be less than the pressure applied during charging when discharging is performed



WO 2019/155452 A2

SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도로 공개함 (규칙 48.2(g))
- 하나 또는 그 이상의 우선권주장과 관련된 우선권 회복 신청에 관한 정보와 함께 (규칙 26의2.3 및 48.2(b)(vii))

in the pressurized state.

(57) 요약서: 음극, 양극 및 상기 음극과 상기 양극 사이에 개재되는 세퍼레이터를 포함하는 전극조립체; 상기 전극조립체를 함침시키는 비수 전해액; 및 상기 전극조립체와 상기 비수 전해액을 내장하는 전지케이스를 포함하는 리튬 금속 이차전지에 관한 것으로, 상기 음극은 음극 집전체와 상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 형성된 리튬 금속층을 포함하고, 상기 리튬 금속 이차전지의 충방전 조건이 가압 상태로 충전되고, 미가압 상태 또는 가압 상태로 방전되며, 상기 가압 상태로 방전되는 경우, 방전시 가압된 압력이 충전시 가압된 압력 보다 작게 제어되는 리튬 금속 이차전지 및 그를 포함하는 전지모듈이 제시된다.

명세서

발명의 명칭: 리튬 금속 이차전지 및 이를 포함하는 전지모듈 기술분야

- [1] 본 발명은 리튬 금속 이차전지 및 이를 포함하는 전지모듈에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 사이클 특성이 개선된 리튬 금속 이차전지 및 이를 포함하는 전지모듈에 관한 것이다.
- [2] 본 출원은 2018년 2월 7일에 출원된 한국출원 제10-2018-0015293호에 기초한 우선권을 주장하며, 해당 출원의 명세서에 개시된 모든 내용은 본 출원에 원용된다.

배경기술

- [3] 전기, 전자, 통신 및 컴퓨터 산업이 급속히 발전함에 따라 고용량 전지에 대한 요구가 갈수록 증가하고 있다. 이와 같은 요구에 부응하여 고에너지 밀도를 갖는 음극으로서 리튬 금속 또는 리튬 합금을 음극으로 이용한 리튬 금속 이차전지가 주목 받고 있다.
- [4] 리튬 금속 이차전지란 음극으로서 리튬 금속 또는 리튬 합금을 사용한 이차전지이다. 리튬 금속은 밀도가 0.54 g/cm^3 로 낮고 표준 환원전위도 -3.045V(SHE) (표준 수소 전극을 기준)로 매우 낮아 고에너지 밀도 전지의 전극 재료로서 가장 주목 받고 있다.
- [5] 이러한 리튬 금속 이차전지는 사이클 성능이 좋지 않아 상용화되고 있지 않은데, 그 이유는 충전시에 리튬의 수지상의 플레이팅(dendritic plating)과 그로 인해 전극의 표면적이 넓어져 전해액과의 부반응도 많아지기 때문이다.
- [6] 따라서, 리튬의 수지상의 플레이팅을 물리적으로 막는 방법이 요구되고 있는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 충전시에 특정 압력을 가해줌으로써, 리튬의 수지상 플레이팅을 물리적으로 방지하여 전지의 사이클 특성을 향상시킬 수 있는 리튬 금속 이차전지 및 그를 포함하는 전지모듈을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하기 구현예의 리튬 금속 이차전지가 제공된다.
- [9] 제1 구현예는,
- [10] 음극, 양극 및 상기 음극과 상기 양극 사이에 개재되는 세퍼레이터를 포함하는 전극조립체;
- [11] 상기 전극조립체를 함침시키는 비수 전해액; 및
- [12] 상기 전극조립체와 상기 비수 전해액을 내장하는 전지케이스를 포함하는 리튬

- 금속 이차전지에 관한 것으로,
- [13] 상기 음극은 음극 집전체와 상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 형성된 리튬 금속층을 포함하고,
- [14] 상기 리튬 금속 이차전지의 충방전 조건이 가압 상태로 충전되고, 미가압 상태 또는 가압 상태로 방전되며, 상기 가압 상태로 방전되는 경우, 방전시 가압된 압력이 충전시 가압된 압력 보다 작게 제어되는 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [15] 제2 구현예는, 제1 구현예에 있어서,
- [16] 상기 충전시 가압된 압력이 3 내지 150 psi 인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [17] 제3 구현예는, 제1 구현예 또는 제2 구현예에 있어서,
- [18] 상기 충전시 가압된 압력이 40 내지 100 psi인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [19] 제4 구현예는, 제1 구현예 내지 제3 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
- [20] 상기 가압 상태로 방전되는 경우, 상기 방전시 가압된 압력이 1 내지 10 psi인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [21] 제5 구현예는, 제1 구현예 내지 제4 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
- [22] 상기 충전시의 전류 밀도가 0.01 내지 4 mA/cm²인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [23] 제6 구현예는, 제1 구현예 내지 제5 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
- [24] 상기 충전시의 전류 밀도가 0.05 내지 3.5 mA/cm²인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [25] 제7 구현예는, 제1 구현예 내지 제6 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
- [26] 상기 충전시의 온도가 25 내지 45 °C인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [27] 제8 구현예는, 제1 구현예 내지 제7 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
- [28] 상기 리튬 금속 이차전지가 25 내지 45 °C의 온도에서 40 내지 100 psi의 가압 상태로 0.05 내지 3.5 mA/cm²의 충전 전류 밀도로 충전되고, 미가압 또는 1 내지 10 psi의 가압 상태로 방전된 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [29] 제9 구현예는, 제1 구현예 내지 제8 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
- [30] 상기 리튬 금속 이차전지는, 파우치형 리튬 금속 이차전지인 리튬 금속 이차전지에 관한 것이다.
- [31] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하기 구현예의 전지모듈이 제공된다.
- [32] 제10 구현예는,
- [33] 복수의 단위셀 및 상기 복수의 단위셀을 수납하는 모듈케이스를 포함하는 전지모듈로서,
- [34] 상기 단위셀이 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 리튬 금속 이차 전지인 전지모듈에 관한 것이다.
- [35] 제11 구현예는, 제10 구현예에 있어서,

- [36] 상기 리튬 금속 이차전지가 파우치형 리튬 금속 이차전지인 전지모듈에 관한 것이다.
- [37] 제12 구현예는, 제10 구현예 또는 제11 구현예에 있어서,
 [38] 상기 모듈케이스가 고무소재를 포함하는 전지모듈에 관한 것이다.
- [39] 제13 구현예는, 제10 구현예 내지 제12 구현예 중 어느 한 구현예에 있어서,
 [40] 상기 모듈케이스가 상기 단위셀의 대면적 면과 맞닿는 부분이 고무소재로 이루어진 전지모듈에 관한 것이다.
- [41] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하기 구현예의 전지팩이 제공된다.
- [42] 제14 구현예는, 제10 구현예에 따른 전지모듈을 포함하는 전지팩에 관한 것이다.

발명의 효과

- [43] 본 발명에 따르면, 충방전 조건이 가압 상태로 충전되고, 미가압 상태 또는 가압 상태로 방전됨으로써, 전지의 충전시에 발생하는 리튬의 수지상의 플레이팅을 물리적으로 방지하여, 전지의 사이클 특성을 향상시킬 수 있다.
- [44] 그리고, 전지의 충전시에만 압력이 가해지고, 방전시에는 압력이 가해지지 않거나, 소정의 압력으로 가할 수 있어, 상시적으로 압력이 가해지는 경우에 비해 효율적이다.

도면의 간단한 설명

- [45] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면은 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 아니 된다.
- [46] 도 1은 비교예 1에 따른 리튬 금속 이차전지의 사이클 진행 후 음극 단면을 보여주는 SEM 사진이다.
- [47] 도 2는 실시예 5에 따른 리튬 금속 이차전지의 사이클 진행 후 음극 단면을 보여주는 SEM 사진이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [48] 이하, 본 발명을 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [49] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 기재된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [50] 본 발명의 일 측면에 따른 리튬 금속 이차전지는, 음극, 양극 및 상기 음극과

상기 양극 사이에 개재되는 세퍼레이터를 포함하는 전극조립체; 상기 전극조립체를 함침시키는 비수 전해액; 및 상기 전극조립체와 상기 비수 전해액을 내장하는 전지케이스를 포함하는 리튬 금속 이차전지에 관한 것으로, 상기 음극은 음극 집전체와 상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 형성된 리튬 금속층을 포함하고, 상기 리튬 금속 이차전지의 충방전 조건이 가압 상태로 충전되고, 미가압 상태 또는 가압 상태로 방전되며, 상기 가압 상태로 방전되는 경우, 방전시 가압된 압력이 충전시 가압된 압력 보다 작게 제어된다. 통상의 리튬 금속 이차전지는 충전시에 음극 표면 상에 리튬의 수지상의 플레이팅이 생성되는데 그 결과, 음극과 양극 간의 거리가 길어지는 것 등에 의해 충전 용량이 감소하거나 혹은 충방전에 의한 변형 반복에 의해 내부 소자가 열화로 해 충전 사이클 수명이 짧아지는 등의 문제가 발생한다.

- [51] 이러한 문제를 개선하기 위해, 본 발명의 리튬 금속 이차전지는 충전시에 가압 장치에 의해 가압해 외형 팽창을 억제하고, 방전시에는 가압하지 않거나(미가압 상태) 또는 상기 충전시 가압된 압력 보다 작은 압력으로 가압하는 방식으로 충방전 조건을 제어하게 된다.
- [52] 본 발명에 따르면, 리튬 금속 이차전지의 충전시에 발생할 수 있는 리튬의 수지상의 플레이팅이 가압 상태에서 충전함으로써 물리적으로 방지할 수 있고, 리튬의 수지상의 플레이팅으로 인해 전극의 표면적이 넓어져 발생하는 전해액과의 부반응도 억제되어, 전지의 사이클 특성을 향상시킬 수 있다.
- [53] 그리고, 본 발명의 리튬 금속 이차전지는, 통상의 이차전지와 같이 상시적으로 압력이 가해지는 것이 아니라, 전지의 충전시에만 압력이 가해지고, 방전시에는 압력이 가해지지 않는 방식이거나, 또는 전지의 충전시에 압력이 가해지고, 방전시에도 소정의 압력이 가해지는 방식일 수 있기 때문에, 방전시 불필요한 압력을 가하지 않아 사용이 자유로울 수 있고, 또는 충전시 보다는 작은 압력을 가하도록 제어되어 충전 과정 완료 후 부풀림 현상으로 양 전극간에 작은 간격이지만 이격되는 문제가 발생하는 경우에 이를 압착하여 양 전극간의 접촉을 강화하여 전지 성능을 보다 개선키는 역할을 할 수 있다.
- [54] 본 명세서에서 리튬 금속 이차전지에 가압 또는 압력이 가해진다는 것은, 리튬 금속 이차전지의 두께 방향, 또는 대면적 면으로 압력이 가해지는 것을 의미한다.
- [55] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 금속 이차전지의 충전시 가압된 압력이 3 내지 150 psi, 또는 40 내지 100 psi 일 수 있다. 상기 충전시 가압된 압력이 이러한 범위를 만족하는 경우에, 충전시 발생하는 리튬 수지상의 플레이팅을 효과적으로 방지할 수 있고, 과도한 가압에 의한 비수 전해액의 누액, 셀 저항 증가, 세퍼레이터의 압착 등이 발생하지 않아 셀 안전성이 확보될 수 있다.
- [56] 상기 가압 상태로 방전되는 경우, 상기 방전시 가압된 압력이 1 내지 10 psi, 또는 5 내지 10 psi 일 수 있다. 상기 방전시 가압된 압력이 이러한 범위를

만족하는 경우에 극간 공간을 최소로 하여 셀 저항을 줄여줄 수 있다.

- [57] 한편, 상기 리튬 금속 이차전지에의 가압은, 가압 장치(압력 인가 장치)가 구비된 충전기를 통해 이루어질 수 있다. 이때, 상기 가압 장치가 구비된 충전기는 가압 장치와 충전기가 일체형으로 이루어진 것일 수도 있고, 통상의 충전기에 가압 장치가 연결된 형태일 수도 있다.
- [58] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 가압 수단이 구비된 충전기는, 이차전지 셀이 놓여지는 수납 부재; 상기 이차전지 셀을 사이에 두고 상기 수납 부재와 대향하며, 상기 수납 부재와의 거리가 가변 가능하게 설치된 가압 부재; 상기 가압 부재를 상기 수납 부재를 향해 밀거나 당김으로써 상기 수납 부재에 놓인 이차전지 셀을 두께방향으로 가압하는 가압 수단; 시간 간격을 두고 상기 가압 부재에 인가되는 가압력 및/또는 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리를 측정하는 측정 수단; 시간 간격을 두고 상기 측정 수단으로부터 가압력 측정 값 및 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리 측정 값을 입력 받아 상기 가압 수단에 의해 상기 가압 부재에 인가되는 가압력 및/또는 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리가 일정하게 유지하거나 변화시키도록 구성된 제어부; 및 상기 수납 부재에 놓인 이차전지 셀을 충전시키는 충전부;를 포함할 수 있다. 여기서, 수납 부재, 가압 부재, 가압 수단, 측정 수단, 및 제어부가 가압 장치를 구성하고, 이때 충전부는 이러한 가압 장치에 일체형으로 구성되는 형태일 수도 있고, 또는 통상의 충전기를 상기 가압 장치에 연결되어 적용될 수도 있다.
- [59] 본 발명의 리튬 금속 이차전지의 충방전시 가압 방식은, 상기 가압 수단을 구비하는 충전기에서 압력이 제어되는 방식에 따라서, 정압 가압형, 정위 가압형, 및 정압/정위 혼합형으로 구분될 수 있다.
- [60] 즉, 상기 정압 가압형은 충방전시, 상기 가압 부재에 인가되는 가압력을 일정하게 유지하도록 제어하는 방식이고, 상기 정위 가압형은 충방전시 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리를 일정하게 유지하는 방식이며, 상기 정압/정위 혼합형은 가압력과 거리를 동시에 또는 순차적으로 제어하는 방식이다.
- [61] 예를 들어, 상기 정위 가압형은, 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리가 일정하게 유지되므로, 리튬 금속 이차전지가 충전시 팽창함에 따라 리튬 금속 이차전지에 더 큰 압력이 가해질 수 있다. 상기 정압 가압형은, 가압 수단에 의해 고정된 압력이 리튬 금속 이차전지에 가해지는 것으로, 가압 시간 동안 수납 부재와 가압 부재의 거리가 변동될 수 있으며, 정압 가압형을 사용하는 경우, 정위 가압형에 비하여 최적의 전압 범위가 조금 더 높을 수 있다.
- [62] 본 발명의 일 실시예에서 리튬 금속 이차전지의 방전 조건이 미가압 상태인 경우는, 가압 수단이 있는 충전기에서 가압 상태로 충전을 완료한 후 리튬 금속 이차전지를 충전기에서 제거하거나, 또는 충전기의 가압 압력을 0 psi로 제어함으로써 구현될 수 있다.
- [63] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 리튬 금속 이차전지의 방전 조건이 가압 상태인 경우는, 가압 수단이 있는 충전기에서 가압 상태로 충전을 완료한 후 리튬 금속

이차전지에 가해지는 압력을 충전시 가압 압력보다 작은 압력으로 제어함으로써 구현될 수 있다.

- [64] 상기 충전시의 전류 밀도가 0.01 내지 4 mA/cm², 또는 0.05 내지 3.5 mA/cm²일 수 있다. 상기 충전시의 전류 밀도가 이러한 범위를 만족하는 경우에, 전류의 비편재화 정도가 감소하고, 리튬 플레이팅(plating)이 고르게 되어 전지 열화를 방지할 수 있다.
- [65] 또한, 상기 충전시의 온도는 25 내지 45 °C일 수 있고, 상기 충전시의 온도가 이러한 범위를 만족하는 경우에, 화학 반응을 위한 활성화 에너지 충족됨으로써 화학 반응이 촉진되어 저항이 낮아진 결과, 용량 유지율이 개선될 수 있다.
- [66] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 금속 이차전지는 25 내지 45 °C의 온도에서 40 내지 100 psi의 가압 상태로 0.05 내지 3.5 mA/cm²의 충전 전류 밀도로 충전되고, 미가압(0 psi) 또는 1 내지 10 psi의 가압 상태로 방전될 수 있다.
- [67] 그리고, 상기 음극은 음극 집전체와 상기 음극 집전체 상에 형성된 리튬 금속층을 포함한다. 그리고, 전술한 본원의 리튬 금속층은 판형의 금속으로, 전극 제조에 용이하도록 전극 형태에 따라 폭이 조절될 수 있으며, 리튬 금속층의 두께는 0 내지 300 μm일 수 있다. 이때, 상기 리튬 금속층의 두께가 0 μm라는 것은, 상기 리튬 금속층이 상기 리튬 금속 이차전지의 최초 조립시에는 음극 집전체 상에 형성되어 있지 않은 경우를 의미한다. 이렇게 리튬 금속층이 음극 집전체 상에 형성되어 있지 않은 경우에도, 충전시, 양극으로부터 리튬 이온이 이동하여, 음극 집전체 표면에 리튬 금속층으로 생성되기 때문에 리튬 금속 이차전지로 작동하게 된다.
- [68] 그리고, 상기 음극 집전체의 비제한적인 예로는 구리, 금, 니켈 또는 구리 합금 또는 이들의 조합에 의하여 제조되는 호일 등이 있다.
- [69] 한편, 상기 양극은, 양극 집전체와 그의 일면 또는 양면에 도포된 양극 활물질층으로 구성될 수 있다. 여기서 양극 집전체의 비제한적인 예로는 알루미늄, 니켈 또는 이들의 조합에 의하여 제조되는 호일 등이 있고, 상기 양극 활물질층에 포함된 양극 활물질은, LiCoO₂, LiNiO₂, LiMn₂O₄, LiCoPO₄, LiFePO₄, LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O₂ 및 LiNi_{1-x-y-z}Co_xM1_yM2_zO₂(M1 및 M2는 서로 독립적으로 Al, Ni, Co, Fe, Mn, V, Cr, Ti, W, Ta, Mg 및 Mo로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나이고, x, y 및 z는 서로 독립적으로 산화물 조성 원소들의 원자 분율로서 0 ≤ x < 0.5, 0 ≤ y < 0.5, 0 ≤ z < 0.5, 0 < x+y+z ≤ 1임)로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물일 수 있다.
- [70] 그리고, 상기 양극 활물질층은, 전기 전도성을 향상시키기 위해 도전제를 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 도전제는, 리튬 금속 이차전지에서 화학변화를 일으키지 않는 전자 전도성 물질이면 특별한 제한이 없다. 일반적으로 카본블랙(carbon black), 흑연, 탄소섬유, 카본 나노튜브, 금속분말, 도전성 금속산화물, 유기 도전제 등을 사용할 수 있고, 현재 도전제로 시판되고 있는 상품으로는 아세틸렌 블랙계열 (쉐브론 케미컬 컴퍼니(Chevron Chemical

- Company) 또는 걸프 오일 컴퍼니 (Gulf Oil Company) 제품 등), 케트젠블랙 (Ketjen Black) EC 계열(아르막 컴퍼니 (Armak Company) 제품), 불칸 (Vulcan) XC-72(캐보트 컴퍼니(Cabot Company) 제품) 및 수퍼 P (엠엠엠(MMM)사 제품)등이 있다. 예를 들면 아세틸렌블랙, 카본블랙, 흑연 등을 들 수 있다.
- [71] 그리고, 양극 활물질을 양극 집전체에 유지시키고, 또 활물질들 사이를 이어주는 기능을 갖는 바인더로서 예를 들면, 폴리비닐리덴 폴루오라이드-헥사플루오로프로필렌 (PVDF-co-HFP), 폴리비닐리덴 폴루오라이드 (polyvinylidene fluoride, PVDF), 폴리아크릴로니트릴 (polyacrylonitrile), 폴리메틸 메타크릴레이트 (polymethyl methacrylate), 스티렌-부타디엔 고무 (SBR, styrene butadiene rubber), 카르복실 메틸 셀룰로오스 (CMC, carboxyl methyl cellulose) 등의 다양한 종류의 바인더가 사용될 수 있다.
- [72] 그리고, 상기 세퍼레이터는 다공성 고분자 기재로 이루어질 수 있는데, 상기 다공성 고분자 기재는, 통상적으로 리튬 이차전지에 사용되는 다공성 고분자 기재라면 모두 사용이 가능하고, 예를 들면 폴리올레핀계 다공성 막(membrane) 또는 부직포를 사용할 수 있으나, 이에 특별히 한정되는 것은 아니다.
- [73] 상기 폴리올레핀계 다공성 막의 예로는, 고밀도 폴리에틸렌, 선형 저밀도 폴리에틸렌, 저밀도 폴리에틸렌, 초고분자량 폴리에틸렌과 같은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부틸렌, 폴리펜텐 등의 폴리올레핀계 고분자를 각각 단독으로 또는 이들을 혼합한 고분자로 형성한 막(membrane)을 들 수 있다.
- [74] 상기 부직포로는 폴리올레핀계 부직포 외에 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (polyethyleneterephthalate), 폴리부틸렌 테레프탈레이트 (polybutyleneterephthalate), 폴리에스테르 (polyester), 폴리아세탈 (polyacetal), 폴리아미드 (polyamide), 폴리카보네이트 (polycarbonate), 폴리아미드 (polyimide), 폴리에테르에테르케톤 (polyetheretherketone), 폴리에테르설폰 (polyethersulfone), 폴리페닐렌 옥사이드 (polyphenyleneoxide), 폴리페닐렌 설파이드 (polyphenylenesulfide) 및 폴리에틸렌 나프탈레이트 (polyethylenenaphthalate) 등을 각각 단독으로 또는 이들을 혼합한 고분자로 형성한 부직포를 들 수 있다. 부직포의 구조는 장섬유로 구성된 스폰본드 부직포 또는 멜트 블로운 부직포일 수 있다.
- [75] 상기 다공성 고분자 기재의 두께는 특별히 제한되지 않으나, 1 μm 내지 100 μm , 또는 5 μm 내지 50 μm 이다.
- [76] 다공성 고분자 기재에 존재하는 기공의 크기 및 기공도 역시 특별히 제한되지 않으나 각각 0.001 μm 내지 50 μm 및 10% 내지 95%일 수 있다.
- [77] 그리고, 본 발명에서 사용될 수 있는 비수 전해액에 포함되는 전해질 염은 리튬염이다. 상기 리튬염은 리튬 이차전지용 전해액에 통상적으로 사용되는 것들이 제한 없이 사용될 수 있다. 예를 들어 상기 리튬염의 음이온으로는 F^- , Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , $\text{N}(\text{CN})_2^-$, BF_4^- , ClO_4^- , PF_6^- , $(\text{CF}_3)_2\text{PF}_4^-$, $(\text{CF}_3)_3\text{PF}_3^-$, $(\text{CF}_3)_4\text{PF}_2^-$, $(\text{CF}_3)_5\text{PF}^-$, $(\text{CF}_3)_6\text{P}^-$, CF_3SO_3^- , $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_3^-$, $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$, $(\text{FSO}_2)_2\text{N}^-$, 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 $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$ 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있다.

- [78] 전술한 비수 전해액에 포함되는 유기용매로는 리튬 이차전지용 전해질에 통상적으로 사용되는 것들을 제한 없이 사용할 수 있으며, 예를 들면 에테르, 에스테르, 아미드, 선형 카보네이트, 환형 카보네이트 등을 각각 단독으로 또는 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.
- [79] 그 중에서 대표적으로는 환형 카보네이트, 선형 카보네이트, 또는 이들의 혼합물인 카보네이트 화합물을 포함할 수 있다.
- [80] 상기 환형 카보네이트 화합물의 구체적인 예로는 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate, EC), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate, PC), 1,2-부틸렌 카보네이트, 2,3-부틸렌 카보네이트, 1,2-펜틸렌 카보네이트, 2,3-펜틸렌 카보네이트, 비닐렌 카보네이트, 비닐에틸렌 카보네이트 및 이들의 할로젠화물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물이 있다. 이들의 할로젠화물로는 예를 들면, 플루오로에틸렌 카보네이트(fluoroethylene carbonate, FEC) 등이 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [81] 또한 상기 선형 카보네이트 화합물의 구체적인 예로는 디메틸 카보네이트(DMC), 디에틸 카보네이트(DEC), 디프로필 카보네이트, 에틸메틸 카보네이트(EMC), 메틸프로필 카보네이트 및 에틸프로필 카보네이트로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물 등이 대표적으로 사용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [82] 특히, 상기 카보네이트계 유기용매 중 환형 카보네이트인 에틸렌 카보네이트 및 프로필렌 카보네이트는 고점도의 유기용매로서 유전율이 높아 전해질 내의 리튬염을 보다 더 잘 해리시킬 수 있으며, 이러한 환형 카보네이트에 디메틸 카보네이트 및 디에틸 카보네이트와 같은 저점도, 저유전율 선형 카보네이트를 적당한 비율로 혼합하여 사용하면 보다 높은 전기 전도율을 갖는 전해액을 만들 수 있다.
- [83] 또한, 상기 유기 용매 중 에테르로는 디메틸 에테르, 디에틸 에테르, 디프로필 에테르, 메틸에틸 에테르, 메틸프로필 에테르 및 에틸프로필 에테르로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [84] 그리고 상기 유기 용매 중 에스테르로는 메틸 아세테이트, 에틸 아세테이트, 프로필 아세테이트, 메틸 프로피오네이트, 에틸 프로피오네이트, 프로필 프로피오네이트, γ -부티로락톤, γ -발레로락톤, γ -카프로락톤, σ -발레로락톤 및 ϵ -카프로락톤으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [85] 상기 비수 전해액의 주입은 최종 제품의 제조 공정 및 요구 물성에 따라, 리튬

이차전지의 제조 공정 중 적절한 단계에서 행해질 수 있다. 즉, 리튬 이차전지 조립 전 또는 리튬 이차전지 조립 최종 단계 등에서 적용될 수 있다.

- [86] 본 발명에 따른 리튬 금속 이차전지는, 일반적인 공정인 권취(winding) 이외에도 세퍼레이터와 전극의 적층(lamination, stack) 및 접음(folding) 공정이 가능하다. 그리고, 전지케이스는 원통형, 각형, 파우치(pouch)형 또는 코인(coin)형 등이 될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 리튬 금속 이차전지는, 원통형 리튬 금속 이차전지, 각형 리튬 금속 이차전지, 파우치형 리튬 금속 이차전지, 또는 코인형 리튬 금속 이차전지일 수 있고, 특히 파우치형 리튬 금속 이차전지일 수 있다.
- [87] 한편, 본 발명의 다른 측면에 따른 전지 모듈은, 복수의 단위셀 및 상기 복수의 단위셀을 수납하는 모듈케이스를 포함하는 전지모듈로서, 상기 단위셀이 전술한 리튬 금속 이차 전지인 전지모듈이다.
- [88] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전지모듈은 2 이상의 파우치형 단위셀들 및 상기 파우치형 단위셀들을 수납하는 모듈케이스를 포함할 수 있고, 상기 모듈케이스는, 고무소재를 포함할 수 있다.
- [89] 본 발명의 파우치형 리튬 금속 이차전지는 충전시에 부피가 증가하고, 방전시에 부피가 감소하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에서와 같이 충전시에 가압을 함으로써 큰 부피 증가는 막을 수 있지만, 그럼에도 불구하고 부피가 증가하는 현상은 피할 수 없고, 방전시에 일어나는 부피 감소도 피할 수 없다.
- [90] 본 발명에서는 상기 단위셀들의 충, 방전시에 일어나는 부피의 증감량을 완충시키기 위해, 상기 모듈케이스는 고무소재를 포함할 수 있다.
- [91] 이때, 상기 모듈케이스 전체가 고무소재일 수도 있고, 상기 단위셀의 대면적 면과 맞닿는 부분만이 고무소재로 이루어질 수도 있다.
- [92] 한편, 본 발명은 상기 전지모듈을 포함하는 전지팩, 및 상기 전지팩을 전원으로 포함하는 디바이스를 제공한다.
- [93] 이 때, 상기 디바이스의 구체적인 예로는, 전기적 모터에 의해 동력을 받아 움직이는 파워 툴(power tool); 전기자동차(Electric Vehicle, EV), 하이브리드 전기자동차(Hybrid Electric Vehicle, HEV), 플러그-인 하이브리드 전기자동차(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) 등을 포함하는 전기차; 전기자전거(E-bike), 전기 스쿠터(E-scooter)를 포함하는 전기 이륜차; 전기 골프 카트(electric golf cart); 전력저장용 시스템 등을 들 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.
- [94] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명에 따른 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.
- [95] **1. 리튬 금속 이차전지의 제조**

- [96] (1) 양극의 제조
- [97] 양극 활물질로서 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ 95 중량부, 도전재로서 수퍼 P 2.5 중량부 및 바인더로서 폴리비닐리덴 폴루오라이드(PVDF) 2.5 중량부를 용제인 N-메틸피롤리돈(NMP)에 첨가하여 양극 활물질 슬러리를 제조한 후, 상기 양극 활물질 슬러리를 알루미늄 집전체의 일면에 $65\ \mu\text{m}$ 의 두께로 코팅하고, 이를 건조 및 압연한 후 일정 크기로 편칭하여 양극을 제조하였다.
- [98] (2) 음극의 제조
- [99] 두께가 $10\ \mu\text{m}$ 인 구리 집전체의 일면에 $20\ \mu\text{m}$ 두께의 리튬 금속 포일을 부착시켜 음극을 제조하였다.
- [100] (3) 리튬 금속 이차전지의 제조
- [101] 상기 제조된 양극과 음극 사이에, 세퍼레이터(폴리에틸렌계 다공성 고분자 기재의 양면에, 알루미늄과 PVDF 바인더의 혼합물로 형성된 다공성 코팅층 형성)를 개재시킨 전극 조립체를 파우치형 전지케이스에 삽입하였다. 그 후, 상기 전지케이스에 플루오로 에틸렌 카보네이트(FEC)와 에틸메틸 카보네이트(EMC)를 30:70의 부피비로 혼합한 용매에, 첨가제로서 비닐렌 카보네이트(VC) 1 중량%와, 1M LiPF₆가 용해된 전해액을 주입하였다. 이어서, 완전히 밀봉함으로써 리튬 금속 이차전지를 제조하였다.
- [102] **2. 리튬 금속 이차전지의 용량 유지율 측정**
- [103] 상기와 같이 제조된 리튬 금속 이차전지를 아래 표 1에 개시된 바와 같이 충방전 가압 조건을 달리하여, 정전류/정전압(CC/CV) 조건에서 4.25 V까지 충전한 다음, 전류 밀도 $2\text{mA}/\text{cm}^2$ 로 정전류(CC) 조건에서 3 V까지 방전 진행하였다(방전 온도 25 °C). 이러한 충/방전 과정을 50 사이클 반복 실시하였고, 측정된 용량 유지율을 표 1에 나타내었다.
- [104] 이때, 상기 리튬 금속 이차전지의 충/방전은 정압 가압 장치가 연결된 충전기를 이용하여 실시되었다.
- [105] 구체적으로 이차전지 셀이 놓여지는 수납 부재; 상기 이차전지 셀을 사이에 두고 상기 수납 부재와 대향하며, 상기 수납 부재와의 거리가 가변 가능하게 설치된 가압 부재; 상기 가압 부재를 상기 수납 부재를 향해 밀거나 당김으로써 상기 수납 부재에 놓인 이차전지 셀을 두께방향으로 가압하는 가압 수단; 시간 간격을 두고 상기 가압 부재에 인가되는 가압력 및 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리를 측정하는 측정 수단; 및 시간 간격을 두고 상기 측정 수단으로부터 가압력 측정 값 및 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리 측정 값을 입력 받아 상기 가압 수단에 의해 상기 가압 부재에 인가되는 가압력을 일정하게 유지하도록 상기 수납 부재와 가압 부재의 거리를 일정하게 유지하거나 변화시키도록 구성된 제어부;를 구비한 가압 장치를 준비하고, 이 가압 장치를 상기와 같이 제조된 리튬 금속 이차전지를 장착시켰다. 이후, 상기 리튬 금속 이차전지와 충전기(PNE Solution사, PESC05)를 연결하고, 이후 하기 표 1의 조건으로 충방전을 진행하였다. 이때, 가압 장치를 통하여, 충방전시, 상기 리튬

이차전지에 인가되는 가압력을 제어하였다. 하기 표 1에서 충전시 가압조건은 충전시 리튬 금속 이차전지에 인가되는 압력(가압력)을 의미하고, 방전시 가압조건은 방전시 리튬 금속 이차전지에 인가되는 압력(가압력)을 의미한다.

[106] [표1]

	충방전조건				50 사이클 이후 용량 유지율(%)	
	충전시 가압조건 (psi)	방전시 가압조건 (psi)	충전시 온도(°C)	충전시 전류밀도(mA/cm ²)		
실시예 1	3	0	25	0.4	20	
실시예 2				2	15	
실시예 3			45	0.4	22	
실시예 4				2	21	
실시예 5	10		25	0.4	40	
실시예 6				2	30	
실시예 7			45	0.4	50	
실시예 8				2	40	
실시예 9	40	0	25	0.4	77	
실시예 10				2	75	
실시예 11			45	0.4	80	
실시예 12				2	78	
실시예 13	40		25	0.05	80	
실시예 14				0.1	78	
실시예 15				0.4	80	
실시예 16				3	70	
실시예 17		3.5		64		
실시예 18		5		79		
실시예 19		10		78		
실시예 20	100	0	25	0.4	79	
실시예 21				2	76	
실시예 22			45	0.4	81	
실시예 23	2			80		
실시예 24	150		0	25	0.4	45
실시예 25					2	33
실시예 26		45		0.4	57	
실시예 27				2	47	
비교예 1	0	0		25	0.4	0
비교예 2					2	0
비교예 3			45	0.4	0	
비교예 4				2	0	

[107] 상기 표 1에서 보는 바와 같이, 리튬 금속 이차전지의 충전시 가압을 하지 않은 비교예 1 내지 4의 경우, 50 사이클이 진행된 이후 용량 유지율은 0이었으나, 충전시 가압을 하는 실시예들의 경우 최소 15% 이상의 용량 유지율을 나타내었다.

[108] 특히, 충전시 가압조건이 40 psi와 100 psi인 실시예 9 내지 23의 경우에는, 최소 64% 이상의 높은 용량 유지율을 나타내었다.

[109] 또한, 동일한 충전시 가압 조건, 온도 및 전류밀도로 충방전을 진행하되, 방전시

가압 조건을 0, 5, 10 psi로 변화시킨 실시예 10, 실시예 18, 및 실시예 19를 비교한 결과, 75 내지 79%의 동등한 용량 유지율을 나타내고 있음을 확인하였다. 이로부터 본 발명의 리튬 금속 이차전지는 충전시 압력이 가해지는 조건을 만족한다면, 방전시 압력이 가해지지 않거나(미가압 상태), 또는 충전시 가압 압력보다 작은 압력이 가해져도 리튬의 수지상 플레이팅을 물리적으로 방지하여 전지의 사이클 특성을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

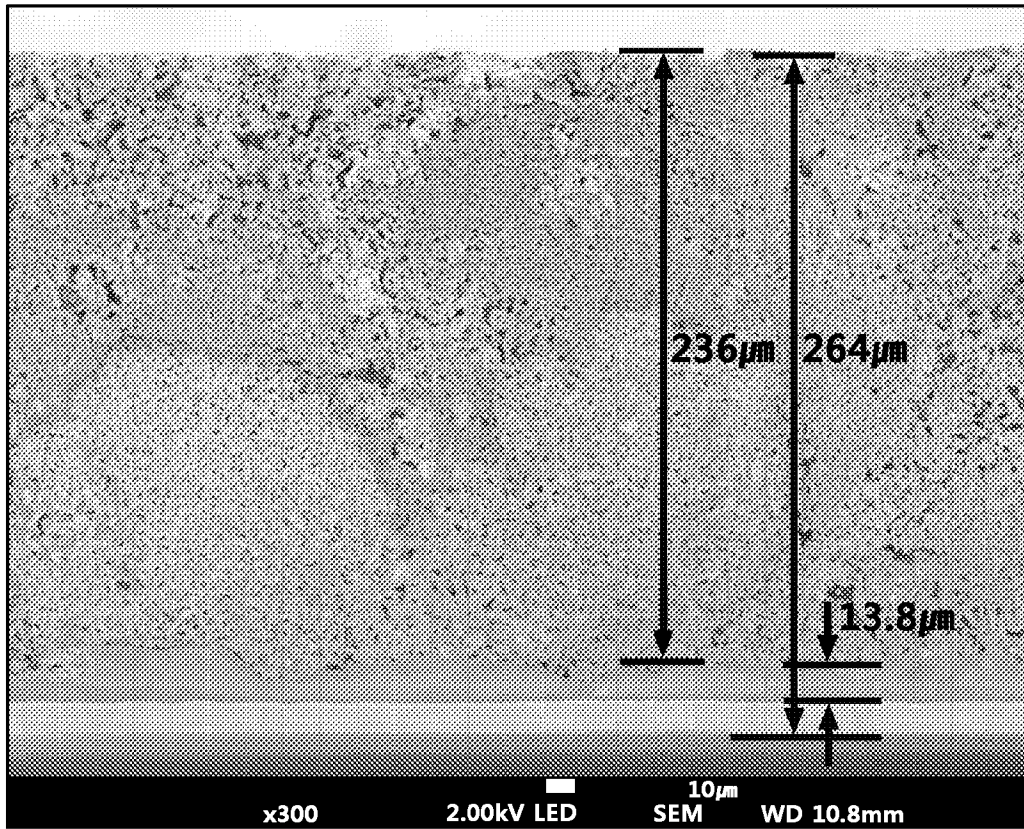
- [110] 그리고, 동일한 충전시 가압조건에서는 온도가 높은 경우에 용량유지율이 더욱 높게 측정되었고, 실시예 13 내지 17을 참조하면, 동일한 충전시 가압조건 및 온도 조건에서는 충전시 전류밀도가 0.05 내지 2mA/cm²의 범위로 상대적으로 낮은 경우에 용량유지율이 더 개선된 것을 확인하였다. 즉, 온도가 높은 경우, 화학 반응을 위한 활성화 에너지 충족됨으로써 화학 반응이 촉진되어 저항이 낮아진 결과, 용량 유지율이 다소 높게 형성되고, 전류밀도가 낮을수록 전류의 비편재화 정도가 감소하고, 리튬 플레이팅(plating)이 고르게 되어 전지 열화를 방지하게 된다.
- [111] 또한, 도 1은 비교예 1의 조건으로 10 사이클 진행한 후 음극 단면을 보여주는 SEM 사진이고, 도 2는 실시예 5의 조건으로 10 사이클 진행한 후 음극 단면을 보여주는 SEM 사진이다.
- [112] 도 1을 참조하면, 비교예 1의 경우 리튬금속이 덴트릭하게 성장하여 기공을 형성하였고, 아래부터 두께 13 μm의 구리 호일과 두께 13.8 μm의 리튬 금속, 및 두께 236 μm의 덴트라이트가 관찰되었다. 이에 반해, 도 2는 실시예 5의 음극에 관한 것으로서, 덴트라이트층이 더 얇고 기공이 없는 리튬 금속층이 두꺼운 구조임을 확인할 수 있고, 이로부터 본 발명에 따른 리튬 금속 이차전지는 충방전 조건이 가압 상태로 충전되고, 미가압 상태 또는 가압 상태로 방전됨으로써, 리튬의 수지상의 플레이팅이 물리적으로 방지됨을 알 수 있다.
- [113] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [114]

청구범위

- [청구항 1] 음극, 양극 및 상기 음극과 상기 양극 사이에 개재되는 세퍼레이터를 포함하는 전극조립체;
상기 전극조립체를 함침시키는 비수 전해액; 및
상기 전극조립체와 상기 비수 전해액을 내장하는 전지케이스를 포함하는 리튬 금속 이차전지에 관한 것으로,
상기 음극은 음극 집전체와 상기 음극 집전체의 적어도 일면 상에 형성된 리튬 금속층을 포함하고,
상기 리튬 금속 이차전지의 충전 조건이 가압 상태로 충전되고, 미가압 상태 또는 가압 상태로 방전되며, 상기 가압 상태로 방전되는 경우, 방전시 가압된 압력이 충전시 가압된 압력 보다 작게 제어되는 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 충전시 가압된 압력이 3 내지 150 psi 인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 충전시 가압된 압력이 40 내지 100 psi인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 가압 상태로 방전되는 경우, 상기 방전시 가압된 압력이 1 내지 10 psi인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 충전시의 전류 밀도가 0.01 내지 4 mA/cm²인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 충전시의 전류 밀도가 0.05 내지 3.5 mA/cm²인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 충전시의 온도가 25 내지 45 °C인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 리튬 금속 이차전지가 25 내지 45 °C의 온도에서 40 내지 100 psi의 가압 상태로 0.05 내지 3.5 mA/cm²의 충전 전류 밀도로 충전되고, 미가압 또는 1 내지 10 psi의 가압 상태로 방전된 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 리튬 금속 이차전지는, 파우치형 리튬 금속 이차전지인 리튬 금속 이차전지.
- [청구항 10] 복수의 단위셀 및 상기 복수의 단위셀을 수납하는 모듈케이스를 포함하는 전지모듈로서,
상기 단위셀이 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 리튬 금속 이차전지인 전지모듈.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,

- 상기 리튬 금속 이차전지가 파우치형 리튬 금속 이차전지인 전지모듈.
- [청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 모듈케이스가 고무소재를 포함하는 전지모듈.
- [청구항 13] 제10항에 있어서,
상기 모듈케이스가 상기 단위셀의 대면적 면과 맞닿는 부분이
고무소재로 이루어진 전지모듈.
- [청구항 14] 제10항에 따른 전지모듈을 포함하는 전지팩.

[도1]



[도2]

