

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2022년 3월 17일 (17.03.2022)



(10) 국제공개번호

WO 2022/055018 A1

(51) 국제특허분류:

H01M 4/04 (2006.01) F26B 21/06 (2006.01)
F26B 21/00 (2006.01) G01N 21/29 (2006.01)
F26B 3/30 (2006.01) G01N 21/25 (2006.01)

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

(21) 국제출원번호: PCT/KR2020/015817

(22) 국제출원일: 2020년 11월 11일 (11.11.2020)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보: 10-2020-0116020 2020년 9월 10일 (10.09.2020) KR

(71) 출원인: 주식회사 엘지에너지솔루션 (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) [KR/KR]; 07335 서울시 영등포구 여의대로 108, 타워1, Seoul (KR).

(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:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

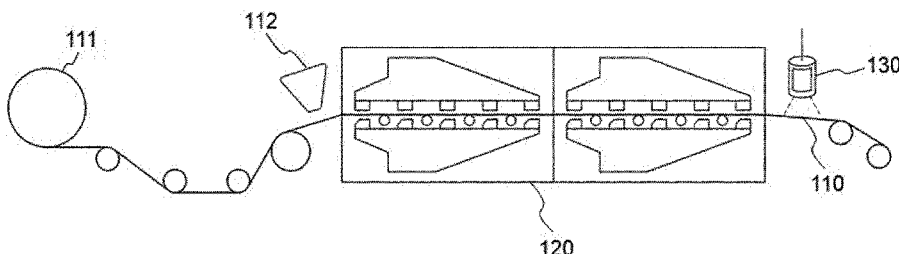
(72) 발명자: 김경호 (KIM, Kyoung Ho); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR). 이경미 (LEE, Kyung Mee); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR). 양현진 (YANG, Hyun Jin); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR). 이현섭 (LEE, Hyun Sup); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR). 박원찬 (PARK, Won Chan); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR). 이명환 (LEE, Myung Han); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR). 김지은 (KIM, Ji Eun); 34122 대전시 유성구 문지로 188, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 김홍균 (KIM, Hong Gyun); 05854 서울시 송파구 법원로 114 엠스태이트 B동 309호, 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW,

(54) Title: ELECTRODE DRYING DEVICE AND ELECTRODE DRYING METHOD

(54) 발명의 명칭: 전극 건조 장치 및 전극 건조 방법



(57) Abstract: The present invention relates to an electrode drying device and an electrode drying method, the electrode drying device comprising: an oven which provides a space where an electrode is dried and includes a hot air nozzle or an infrared heater; a color coordinate measurement unit which is disposed at the outlet of the oven to measure the color coordinate value of an electrode active material layer of the dried electrode; and a control unit which analyzes the drying result of the electrode from the color coordinate value, determines whether the drying of the electrode is defective, and controls conditions under which the electrode is dried.

(57) 요약서: 본 발명은 전극 건조 장치 및 전극 건조 방법에 관한 것으로, 상기 전극 건조 장치는, 전극이 건조되는 공간을 제공하며, 열풍 노즐 또는 적외선 히터를 구비하는 오븐; 오븐의 출구에 위치하며, 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 색 좌표 측정부; 및 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하며, 전극의 건조 조건을 제어하는 제어부를 포함한다.



WO 2022/055018 A1

명세서

발명의 명칭: 전극 건조 장치 및 전극 건조 방법

기술분야

- [1] 본 출원은 2020.09.10. 자 한국 특허 출원 제10-2020-0116020호에 기초한 우선권의 이익을 주장하며, 해당 한국 특허 출원의 문헌에 개시된 모든 내용은 본 명세서의 일부로서 포함된다.
- [2] 본 발명은 전극 건조 장치 및 전극 건조 방법에 관한 것으로, 상세하게는 회색도 값 측정에 의한 전극 건조 자동 제어 시스템 및 전극 건조 자동 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [3] 최근, 충방전이 가능한 이차전지는 와이어리스 모바일 기기의 에너지원으로 광범위하게 사용되고 있다. 또한, 이차전지는, 화석 연료를 사용하는 기존의 가솔린 차량, 디젤 차량 등의 대기오염 등을 해결하기 위한 방안으로 제시되고 있는 전기자동차, 하이브리드 전기자동차 등의 에너지원로서도 주목받고 있다. 따라서, 이차전지를 사용하는 애플리케이션의 종류는 이차전지의 장점으로 인해 매우 다양화되고 있으며, 향후에는 지금보다는 많은 분야와 제품들에 이차전지가 적용될 것으로 예상된다.
- [4] 이러한 이차전지는 전극과 전해액의 구성에 따라 리튬이온 전지, 리튬이온 폴리머 전지, 리튬 폴리머 전지 등으로 분류되기도 하며, 그 중 전해액의 누액 가능성이 적으며, 제조가 용이한 리튬이온 폴리머 전지의 사용량이 늘어나고 있다. 일반적으로, 이차전지는 전지케이스의 형상에 따라, 전극조립체가 원통형 또는 각형의 금속 캔에 내장되어 있는 원통형 전지 및 각형 전지와, 전극조립체가 알루미늄 라미네이트 시트의 파우치형 케이스에 내장되어 있는 파우치형 전지로 분류되며, 전지케이스에 내장되는 전극조립체는 양극, 음극, 및 상기 양극과 상기 음극 사이에 개재된 분리막 구조로 이루어져 충방전이 가능한 발전소자로서, 활물질이 도포된 긴 시트형의 양극과 음극 사이에 분리막을 개재하여 권취한 젤리-롤형과, 소정 크기의 다수의 양극과 음극을 분리막에 개재된 상태에서 순차적으로 적층한 스택형으로 분류된다.
- [5] 상기 양극 및 음극은 각각 양극 집전체 및 음극 집전체에 양극 활물질을 포함하는 양극 슬러리 및 음극 활물질을 포함하는 음극 슬러리를 도포하여 양극 활물질층 및 음극 활물질층을 형성한 후, 이를 건조 및 압연하여 형성된다.
- [6] 이 때 건조 조건에 따라 전극의 품질이 결정되는데, 건조 열량이 과할 경우 건조 과정에서 전극 슬러리 내의 바인더 상당수가 표면으로 이동하여 전극의 접착력을 저하시키며, 건조 열량이 낮을 경우 전극 내 용매가 잔류하여 코팅 및 압연 공정의 롤 오염을 야기한다.
- [7] 아울러, 일반적인 전극 건조 과정에서, 전극을 건조하기 위한 열량은 열풍 및

적외선 히터에 의해 공급되는데, 동일한 건조 조건에서도 오븐의 내외부 환경에 따라 건조 품질의 변화가 발생하므로, 실시간으로 전극 품질을 확인하고 건조 조건을 자동으로 변화시킬 수 있는 제어 시스템이 필요하다.

[8] 이와 관련하여, 종래에는 전극 접착력과 같은 전극 품질의 변화를 실시간으로 확인하고, 이로부터 전극의 건조 조건을 변화시킬 수 있는 방법이 없었다. 이로 인해 전극 생산이 완료된 후 전극의 품질을 확인하여 불량 여부를 판별하였고, 이는 불량을 상승의 원인이 되었다.

[9] 따라서 상기와 같은 문제를 해결할 수 있는 전극의 실시간 건조 조건 제어를 위한 기술 개발이 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 전극의 품질을 실시간으로 확인하고, 이에 따라 전극의 건조 조건을 실시간으로 조정함으로써 전극의 품질을 향상시킬 수 있는 전극 건조 장치 및 전극 건조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

기술적 해결방법

[11] 하나의 예에서, 본 발명에 따른 전극 건조 장치는, 전극이 건조되는 공간을 제공하며, 열풍 노즐 또는 적외선 히터를 구비하는 오븐; 오븐의 출구에 위치하며, 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 색 좌표 측정부; 및 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하며, 전극의 건조 조건을 제어하는 제어부를 포함한다.

[12] 하나의 예에서, 상기 색 좌표 값은 L*일 수 있다.

[13] 다른 하나의 예에서, 상기 색 좌표 값은 그레이 스케일에 따른 회색도(gray value)이다.

[14] 하나의 예에서, 상기 색 좌표 측정부는 분광측색계(spectrophotometer) 또는 색채계(colorimeter)를 포함한다.

[15] 구체적인 예에서, 상기 제어부는 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 정도 또는 전극 내 바인더 분포를 분석하고, 이에 대한 불량 여부를 판정한다.

[16] 다른 하나의 예에서, 본 발명에 따른 전극 건조 장치는 외기의 온도 및 습도를 측정하는 외기 상태 측정부를 더 포함한다.

[17] 구체적인 예에서, 상기 제어부는, 전극이 불량으로 판정될 경우 기존의 건조 조건 및 외기의 온도와 습도를 반영하여 건조 조건을 재설정할 수 있다.

[18] 구체적인 예에서, 상기 제어부는, 재설정된 건조 조건을 반영하여, 전극의 건조 조건을 실시간으로 변경한다.

[19] 구체적인 예에서, 상기 제어부는, 재설정된 건조 조건을 기계 학습을 통해 자동으로 업데이트한다.

[20] 또한 본 발명은 전극 건조 방법을 제공하는바, 본 발명에 따른 전극 건조

방법은, 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 활물질층을 형성하여 전극을 제조하고, 이를 앞서 설명한 바와 같은 전극 건조 장치의 오븐에 투입하여 건조하는 단계; 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계; 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하는 단계; 및 전극의 건조 조건을 제어하는 단계를 포함한다.

- [21] 하나의 예에서, 상기 색 좌표 값은 L^* 일 수 있다.
- [22] 다른 하나의 예에서, 상기 색 좌표 값은 그레이 스케일에 따른 회색도(gray value)이다.
- [23] 하나의 예에서, 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계는, 분광측색계(spectrophotometer) 또는 색채계(colorimeter)를 통해 수행된다.
- [24] 다른 하나의 예에서, 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계는, 조명 및 이미지 센서를 통해 전극의 표면을 촬영하여 이미지를 획득하고, 상기 이미지의 색 정보를 색 좌표로 변환하는 과정을 포함한다.
- [25] 하나의 예에서, 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하는 단계는, 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 정도 또는 전극 내 바인더 분포를 분석하고, 이에 대한 불량 여부를 판정하는 과정을 포함한다.
- [26] 다른 하나의 예에서, 본 발명에 따른 전극 건조 방법은 외기의 온도 및 습도를 측정하는 단계를 더 포함한다.
- [27] 구체적인 예에서, 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는, 전극이 불량으로 판정될 경우 기존의 건조 조건 및 외기의 온도와 습도를 반영하여 건조 조건을 재설정하는 과정을 포함한다.
- [28] 구체적인 예에서, 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는, 재설정된 건조 조건을 반영하여, 전극의 건조 조건을 실시간으로 변경하는 과정을 더 포함한다.
- [29] 구체적인 예에서, 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는, 재설정된 건조 조건을 기계 학습을 통해 자동으로 업데이트하는 과정을 더 포함한다.

발명의 효과

- [30] 본 발명은 건조 후 전극의 색 좌표 측정을 통해 전극의 접착력 또는 전극의 건조 완료 여부와 같은 전극 품질을 실시간으로 촬영하고, 이를 반영하여 전극의 건조 조건을 실시간으로 조정함으로써, 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 건조 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [32] 도 2는 본 발명에 따른 전극 건조 장치에서, 전극의 색 좌표 값을 측정하는 과정을 나타낸 개략도이다.
- [33] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전극 건조 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [34] 도 4는 본 발명에 따른 전극 건조 방법의 순서를 나타낸 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 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.
- [36] 본 출원에서, "포함하다" 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, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 있다고 할 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 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 또한, 본 출원에서 "상에" 배치된다고 하는 것은 상부뿐 아니라 하부에 배치되는 경우도 포함하는 것일 수 있다.
- [37]
- [38] 이하 본 발명에 대해 자세히 설명한다.
- [39] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 건조 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [40] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 전극 건조 장치(100)는, 전극이 건조되는 공간을 제공하며, 열풍 노즐 또는 적외선 히터를 구비하는 오븐(120); 오븐(120)의 출구에 위치하며, 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 색 좌표 측정부(130); 및 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하며, 전극의 건조 조건을 제어하는 제어부(140)를 포함한다.
- [41] 전술한 바와 같이, 동일한 건조 조건에서도 오븐의 내외부 환경에 따라 건조 품질의 변화가 발생하는데, 종래에는 전극 접착력과 같은 전극 품질의 변화를 실시간으로 확인하고, 이로부터 전극의 건조 조건을 변화시킬 수 있는 방법이 없었다. 이로 인해 전극 생산이 완료된 후 전극의 품질을 확인하여 불량 여부를 판별하였고, 이는 불량을 상승의 원인이 되었다.
- [42] 이에 본 발명은 건조 후 전극의 색 좌표 측정을 통해 전극의 접착력 또는 전극의 건조 완료 여부와 같은 전극 품질을 실시간으로 촬영하고, 이를 반영하여 전극의 건조 조건을 실시간으로 조정함으로써, 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [43]

[44]

[45] *이하 본 발명에 따른 전극 건조 장치의 구성에 대해 자세히 설명한다.

[46] 도 2는 본 발명에 따른 전극 건조 장치에서, 전극의 색 좌표 값을 측정하는 과정을 나타낸 개략도이다.

[47] 도 2를 참조하면, 상기 본 발명에 따른 전극 건조 장치(100)는 오븐(120)을 포함한다. 상기 오븐(120)은 챔버 형상으로, 전극(110)이 건조되는 공간을 제공하는바, 건조 대상 전극(110)이 건조 과정에서 일시적으로 수용되며, 건조를 위해 내부의 열이 외부로 빠져나가는 것을 방지할 수 있다.

[48] 한편, 상기 전극(110)은, 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 슬러리가 도포되어 전극 활물질층이 형성된 구조일 수 있다. 상기 전극 슬러리는 집전체의 적어도 일면에 도포될 수 있다.

[49] 도 2를 참조하면, 집전체는 별도의 언와인딩 롤러(111)에 권취되어 있다가, 이로부터 권출된다. 권출된 집전체의 적어도 일면에 전극 슬러리를 도포하며, 전극 슬러리는 예를 들어 슬롯 다이(112)에 의해 도포될 수 있다. 전극 슬러리가 도포된 전극(110)은 오븐(120)에 투입되어 건조된다.

[50] 이 때 상기 집전체는 양극 집전체 또는 음극 집전체일 수 있고, 상기 전극 활물질은 양극 활물질 또는 음극 활물질일 수 있다. 또한 상기 전극 슬러리는 전극 활물질 외에 도전제 및 바인더를 더 포함할 수 있다.

[51] 본 발명에서, 양극 집전체의 경우 일반적으로 3 ~ 500 μm 의 두께로 만든다. 이러한 양극 집전체는, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 높은 도전성을 가지는 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 스테인레스 스틸, 알루미늄, 니켈, 티탄, 소성 탄소, 또는 알루미늄이나 스테리인레스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면처리한 것 등이 사용될 수 있다. 집전체는 그것의 표면에 미세한 요철을 형성하여 양극 활물질의 접착력을 높일 수도 있으며, 필름, 시트, 호일, 네트, 다공질체, 발포체, 부직포체 등 다양한 형태가 가능하다.

[52] 음극 집전체용 시트의 경우, 일반적으로 3 ~ 500 μm 의 두께로 만들어진다. 이러한 음극 집전체는, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 구리, 스테인레스 스틸, 알루미늄, 니켈, 티탄, 소성 탄소, 구리나 스테인레스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면 처리한 것, 알루미늄-카드뮴 합금 등이 사용될 수 있다. 또한, 양극 집전체와 마찬가지로, 표면에 미세한 요철을 형성하여 음극 활물질의 결합력을 강화시킬 수도 있으며, 필름, 시트, 호일, 네트, 다공질체, 발포체, 부직포체 등 다양한 형태로 사용될 수 있다.

[53] 본 발명에서 양극 활물질은, 전기화학적 반응을 일으킬 수 있는 물질로서, 리튬 전이금속 산화물로서, 2 이상의 전이금속을 포함하고, 예를 들어, 1 또는 그 이상의 전이금속으로 치환된 리튬 코발트 산화물(LiCoO_2), 리튬 니켈 산화물(LiNiO_2) 등의 층상 화합물; 1 또는 그 이상의 전이금속으로 치환된 리튬

망간 산화물; 화학식 $\text{LiNi}_{1-y}\text{M}_y\text{O}_2$ (여기서, $\text{M} = \text{Co}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{B}, \text{Cr}, \text{Zn}$ 또는 Ga 이고 상기 원소 중 하나 이상의 원소를 포함, $0.01 \leq y < 0.7$ 임)으로 표현되는 리튬 니켈계 산화물; $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$, $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$ 등과 같이 $\text{Li}_{1+z}\text{Ni}_b\text{Mn}_c\text{Co}_{1-(b+c+d)}\text{M}_d\text{O}_{(2-e)}\text{A}_e$ (여기서, $-0.5 \leq z \leq 0.5$, $0.1 \leq b \leq 0.8$, $0.1 \leq c \leq 0.8$, $0 \leq d \leq 0.2$, $0 \leq e \leq 0.2$, $b+c+d < 1$ 임, $\text{M} = \text{Al}, \text{Mg}, \text{Cr}, \text{Ti}, \text{Si}$ 또는 Y 이고, $\text{A} = \text{F}, \text{P}$ 또는 Cl 임)으로 표현되는 리튬 니켈 코발트 망간 복합산화물; 화학식 $\text{Li}_{1+x}\text{M}_{1-y}\text{M}'_y\text{PO}_{4z}\text{X}_z$ (여기서, $\text{M} =$ 전이금속, 바람직하게는 $\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Co}$ 또는 Ni 이고, $\text{M}' = \text{Al}, \text{Mg}$ 또는 Ti 이고, $\text{X} = \text{F}, \text{S}$ 또는 N 이며, $-0.5 \leq x \leq +0.5$, $0 \leq y \leq 0.5$, $0 \leq z \leq 0.1$ 임)로 표현되는 올리빈계 리튬 금속 포스페이트 등을 들 수 있지만, 이들만으로 한정되는 것은 아니다.

- [54] 음극 활물질은, 예를 들어, 난흑연화 탄소, 흑연계 탄소 등의 탄소; $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$ ($0 \leq x < 1$), Li_xWO_2 ($0 \leq x \leq 1$), $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$ ($\text{Me}: \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Ge}; \text{Me}': \text{Al}, \text{B}, \text{P}, \text{Si}$, 주기율표의 1족, 2족, 3족 원소, 할로젠; $0 < x \leq 1$; $1 \leq y \leq 3$; $1 \leq z \leq 8$) 등의 금속 복합산화물; 리튬 금속; 리튬 합금; 규소계 합금; 주석계 합금; SnO , SnO_2 , PbO , PbO_2 , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 , Sb_2O_3 , Sb_2O_4 , Sb_2O_5 , GeO , GeO_2 , Bi_2O_3 , Bi_2O_4 , Bi_2O_5 등의 금속 산화물; 폴리아세틸렌 등의 도전성 고분자; Li-Co-Ni 계 재료 등을 사용할 수 있다.
- [55] 상기 도전재는 통상적으로 양극 활물질을 포함한 혼합물 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다. 이러한 도전재는 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 도전성을 가진 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 천연 흑연이나 인조 흑연 등의 흑연; 카본블랙, 아세틸렌 블랙, 케첸 블랙, 채널 블랙, 퍼네이스 블랙, 램프 블랙, 서머 블랙 등의 카본블랙; 탄소 섬유나 금속 섬유 등의 도전성 섬유; 불화 카본, 알루미늄, 니켈 분말 등의 금속 분말; 산화아연, 티탄산 칼륨 등의 도전성 위스키; 산화 티탄 등의 도전성 금속 산화물; 폴리페닐렌 유도체 등의 도전성 소재 등이 사용될 수 있다.
- [56] 상기 바인더는 활물질과 도전재 등의 결합과 집전체에 대한 결합에 조력하는 성분으로서, 통상적으로 양극 활물질을 포함하는 혼합물 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다. 이러한 바인더의 예로는, 폴리불화비닐리덴, 폴리비닐알코올, 카르복시메틸셀룰로오즈(CMC), 전분, 히드록시프로필셀룰로오즈, 재생 셀룰로오즈, 폴리비닐피롤리돈, 테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌-디엔 터폴리머(EPDM), 숄폰화 EPDM, 스티렌 부타디엔 고무, 불소 고무, 다양한 공중합체 등을 들 수 있다.
- [57] 한편, 이와 같은 전극 슬러리는 전극 활물질, 도전재 및 바인더 등을 용매에 용해시켜 제조될 수 있다. 상기 용매는 전극 활물질 등을 분산시킬 수 있는 것이면 그 종류에 특별한 제한은 없으며, 수계 용매 또는 비수계 용매를 모두 사용 가능하다. 예를 들어, 상기 용매로는 상기 용매는 당해 기술분야에서 일반적으로 사용되는 용매일 수 있으며, 디메틸설폭사이드(dimethyl sulfoxide),

DMSO), 이소프로필 알코올(isopropyl alcohol), N-메틸피롤리돈(NMP), 아세톤(acetone) 또는 물 등일 수 있으며, 이들 중 1종 단독 또는 2종 이상의 혼합물이 사용될 수 있다. 상기 용매의 사용량은 슬러리의 도포 두께, 제조 수율, 작업성 등을 고려하여 슬러리가 적절한 점도를 갖도록 조절될 수 있는 정도이면 되고, 특별히 한정되지 않는다.

- [58] 상기 오븐(120)은 내부에 전극(110)을 건조하기 위한 열풍 노즐 및 적외선 히터를 구비할 수 있다. 열풍 노즐 및 적외선 히터는 전극의 이송 방향(MD 방향)을 따라 일정 간격으로 이격되어 배열될 수 있으며, 전극에 수직인 방향으로 열풍 또는 적외선을 인가한다.
- [59] 한편, 열풍 노즐은 본체부 및 분사부를 포함한다. 상기 본체부는 열풍 노즐의 몸체를 구성하며, 열풍 노즐을 오븐의 천장에 고정한다. 또한 본체부는 내부가 비어 있으며, 열풍 공급원(미도시)으로부터 전달되는 열풍을 분사부로 전달한다. 한편, 본체부의 하면에는 분사부가 마련된다. 상기 분사부는 본체부와 연통되며, 분사부의 하면에는 열풍이 분사되는 분사구가 형성된다. 상기 분사구는 복수 개의 기공이 일정 간격으로 배열되어 있는 구조일 수 있다.
- [60] 한편, 적외선 히터는 적외선을 전극에 조사하는 적외선 램프 및 상기 적외선 램프를 지지 또는 거치하는 거치대를 포함할 수 있다. 적외선 램프의 형태는 특별한 제한은 없으며, 예를 들어 막대 모양의 램프가 전극의 폭 방향으로 연장된 상태에서 전극의 이송 방향을 따라 평행하게 배열될 수 있다.
- [61] 상기 오븐(120)은 다수 개의 건조 존으로 구획될 수 있다. 전극의 건조 과정에서 과건조 또는 미건조 상황이 발생할 경우 건조 세기를 변경해 가면서 전극을 알맞게 건조시킬 필요가 있는데, 오븐을 다수 개의 건조 존으로 구획함으로써 각 건조 존 별로 건조 조건을 독립적으로 관리할 수 있다. 도 2에는 오븐(120)이 2개의 건조 존으로 구획된 형상으로 도시되어 있는 것을 도시하였다. 이 때 각 건조 존은 건조 존 사이에 실제로 내벽을 설치하여 물리적으로 분획된 공간일 수도 있으며, 해당 건조 존에서 수행되는 건조 조건에 따라 추상적으로 구획된 공간일 수도 있다.
- [62] 한편, 도 2를 참조하면, 색 좌표 측정부(130)는 오븐(120)의 출구 부분에 위치하며, 건조된 전극(110)에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정한다. 이 때 전극의 색 좌표 값이란, 어느 전극 활물질층의 어느 특정 지점에서 측정된 색 좌표 값일 수도 있고, 전극 활물질층에서 여러 측정 지점을 선정 후, 상기 측정 지점에서 측정된 색 좌표 값들의 평균값을 색 좌표 값으로 할 수도 있다. 또한, 도 2에서는 집전체의 일면에 전극 활물질층이 형성되므로, 전극 활물질층이 형성된 면에 색 좌표 측정부가 위치하였으나, 집전체의 양면에 전극 활물질층이 형성되는 경우 색 좌표 측정부가 전극의 양면에 위치할 수 있다.
- [63] 상기 색 좌표 측정부는 전극(110)의 표면에 빛을 조사할 수 있는 조명 및 전극의 표면의 색 및 밝기를 감지할 수 있는 센서를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 조명으로는 전극 활물질층의 표면에 빛을 비출 수 있으면 그 종류에 특별한

제한은 없으나, 예를 들어 LED 조명을 사용할 수 있다. 아울러, 후술하는 바와 같이 전극의 표면을 촬영할 경우, 이를 위한 카메라 장치가 추가로 구비될 수도 있다. 도 2의 경우 집전체의 일면에 전극 슬러리가 도포되어 전극 활물질이 형성되므로 전극의 일면에만 색 좌표 측정부가 위치하였으나, 집전체의 양면에 전극 활물질층이 형성될 경우, 각 전극 활물질층의 건조 상태를 측정하기 위하여, 전극의 양면에 색 좌표 측정부가 구비될 수 있다.

- [64] 본 발명은 오븐(120)의 출구 부분에 색 좌표를 측정할 수 있는 간단한 장치만을 설치하고, 색 좌표 측정을 통해 전극의 건조 품질을 정량화함으로써, 측정 장치의 구성이 간단하며, 평가에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있다.
- [65] 하나의 예에서, 색 좌표 값은 L^* 일 수 있다. 상기 L^* 은 CIE에서 규정한 $L^*a^*b^*$ 색차계를 나타내는 변수 중 하나이다. 상기 $L^*a^*b^*$ 색차계에서, 색좌표 L^* 는 대상에 측정된 명도(Lightness)와 관련된 값으로 0 내지 100까지 표시가 되고, a 값과 b 값은 색상 및 채도를 나타내는 색도와 관련된 값으로서, 가로축이 a , 세로축이 b 이며, $+a$ 쪽은 적색(red), $-a$ 쪽은 녹색(green), $+b$ 쪽은 황색(yellow), $-b$ 쪽은 청색(blue)을 나타낸다. 즉 본 발명은 색 좌표 중 명암과 관련된 L^* 값을 측정하여 전극의 건조 품질을 판단할 수 있다.
- [66] 다른 하나의 예에서, 상기 색 좌표 값은 그레이 스케일에 따른 회색도(gray value)일 수 있다. 즉, 전극 표면의 건조 상태를 촬영한 이미지를, 명암만을 확인할 수 있는 그레이 스케일로 변환하고, 이로부터 회색도 값을 측정하여 전극의 건조 품질을 판단할 수 있다.
- [67] 이와 같이, 본 발명에서, 상기 색 좌표는 전극 표면의 명암을 일률적으로 측정할 수 있는 것을 사용하며, 전극 활물질층 표면의 명암을 정량적으로 측정함으로써 전극의 건조 품질을 직관적으로 판단할 수 있다.
- [68] 이 때, 하나의 예에서, 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 센서로는 색차계를 사용할 수 있다. 구체적으로, 상기 색 좌표 측정부(130)는 분광측색계(spectrophotometer) 또는 색차계(colorimeter)를 포함한다. 이 경우 전극 활물질층 표면에 대하여 직접 색 좌표 값을 측정할 수 있다.
- [69] 이러한 색차계로는 예를 들어, 색차계로 코니카 미놀타사의 CM2600d를 이용하여 측정하는 것일 수 있다. 구체적으로, 색차계로 코니카 미놀타사의 CM2600d를 이용하여 측정 모드를 SCI(Specular Component Included) 또는 SCE(Specular Component Excluded), 표준 광원 D65(색온도: 6500K), CIE 1964 10° 표준 관찰자로 설정한 후, 백색 보정 후 측정하고자 하는 위치에 색차계를 접촉시켜 측정할 수 있다.
- [70] 이와 같이, 색차계를 전극(110)에 대하여 직접 사용하여 색 좌표 값을 측정할 수도 있으나, 전극 활물질층의 표면을 촬영한 이미지를 사용하여 색 좌표 값을 간접적으로 측정할 수 있다.
- [71] 다른 하나의 예에서, 상기 색 좌표 측정부(130)는 전극 활물질층 표면의 이미지를 촬영할 수 있는 이미지 센서를 포함한다. 이 경우 이미지 센서를 통해

전극, 구체적으로는 전극 활물질층의 표면을 이미지 센서를 통해 촬영하여 전극 표면의 이미지를 얻는다. 이 때 상기 이미지 센서는 카메라를 사용할 수 있다. 이미지가 획득되면, 이를 측정하고자 하는 색 좌표 체계로 변환하여, 색 좌표 값을 측정한다. 예를 들어, 카메라를 통해 촬영된 이미지를 그레이 스케일로 변환한 후, 해당 이미지의 회색도 또는 L* 값을 측정할 수 있다.

[72]

[73] 한편, 제어부(140)는 색 좌표 값으로부터 전극(110)의 건조 결과를 분석하고, 전극(110)의 건조 불량 여부를 판정하며, 전극(110)의 건조 조건을 제어한다. 상기 제어부(140)는 색 좌표 값으로부터 전극(110)의 건조 정도 또는 전극(110) 내 바인더 분포를 분석하고, 이에 대한 불량 여부를 판정한다. 이를 위해 제어부에는 별도의 연산 프로그램이 설치될 수 있다.

[74]

구체적으로, 상기 제어부(140)는 전극 내 바인더 분포를 분석하여 전극의 건조에 따른 전극 활물질층의 접착력을 평가할 수 있다. 예를 들어 전극 건조 과정에서 바인더가 전극의 표면, 즉 전극 활물질층의 표면에 많이 분포하게 될 경우 바인더로 인해 전극 표면의 색이 검은색에 가까운 방향으로 변하게 되며, 이에 따라 색 좌표(L*) 값이 감소한다. 즉 색 좌표 값이 작을수록, 전극 활물질층의 표면에 바인더가 많이 분포함에 따라 전극 활물질층의 집전체에 대한 접착력이 감소하게 된다.

[75]

또한, 상기 제어부(140)는 색 좌표 값 측정을 통해 전극의 건조도 및 건조 완료 여부를 분석할 수 있다. 전극이 미건조된 경우 전극 활물질층 내에 잔류하는 용매로 인하여 전극 활물질층 표면에서의 평균 굴절률 감소에 따라 반사율이 감소하므로, 건조된 전극에 비해 어두운 색을 나타내며, L* 값이 작게 측정될 것이다.

[76]

즉 본 발명에서, 색 좌표 값이 기설정된 값보다 작을 경우, 상기 제어부(140)는 전극의 건조 품질을 불량으로 판정할 수 있다. 상기 기설정된 값은 다수의 전극에 대한 건조 품질을 측정하고, 양품으로 판정되는 전극의 색 좌표 값으로부터 선정될 수 있다. 예를 들어, 상기 기설정된 값은 전극의 접착력 또는 전극 내 용매 함량에 따른 색 좌표 값의 프로파일로부터 도출될 수 있다. 이를 위해, 다수의 전극 샘플에 대한 색 좌표 값을 측정하고, 이에 따른 접착력 및 전극 내 용매 함량을 측정하여 데이터베이스화할 수 있다. 이후 전극 활물질층의 접착력 및 전극 내 용매 함량의 기준을 모두 만족할 수 있는 색 좌표 값을 도출할 수 있다.

[77]

[78] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전극 건조 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[79]

도 3을 참조하면, 다른 하나의 예에서, 전극 건조 장치(200)는, 전극이 건조되는 공간을 제공하며, 열풍 노즐 또는 적외선 히터를 구비하는 오븐(120); 오븐(120)의 출구에 위치하며, 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표

값을 측정하는 색 좌표 측정부(130); 및 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하며, 전극의 건조 조건을 제어하는 제어부(140)를 포함하되, 외기의 온도 및 습도를 측정하는 외기 상태 측정부(150)를 더 포함할 수 있다.

- [80] 전술한 바와 같이, 전극의 건조 과정에서, 동일한 건조 조건을 적용하여도 오븐의 내외부 환경에 따라 건조 품질의 변화가 발생하게 된다. 예를 들어, 오븐 외부 공기의 습도가 높은 경우 같은 건조 조건에서도 전극의 미건조가 발생할 수 있으며, 반대로 외부 공기의 습도가 낮은 경우 같은 건조 조건에서도 전극의 과건조가 발생할 수 있다.
- [81] 이에 본 발명에 따른 전극 건조 장치에서, 상기 외기 상태 측정부(150)는 외기의 온도 및 습도를 측정하고, 측정값을 제어부로 송부하여 외기의 상태를 건조 조건에 반영할 수 있도록 한다. 상기 외기 상태 측정부(150)는 오븐(120)의 외부에 설치될 수 있으며, 오븐(120)으로부터 나오는 열기에 영향을 받지 않도록 오븐(120)과 이격되어 설치될 수 있다.
- [82]
- [83] 한편, 상기 제어부(140)가 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 불량 여부를 판정한 결과 전극이 불량으로 판정될 경우, 기존의 건조 조건 및 외기의 온도와 습도를 반영하여 건조 조건을 재설정할 수 있다. 아울러, 상기 제어부(140)는 기존에 측정된 색 좌표 값을 건조 조건을 재설정하는 데 반영할 수 있다.
- [84] 이 때 재설정되는 건조 조건에는 여러가지가 있으며, 예를 들어, 전극의 이송 속도, 열풍 노즐로부터 분사되는 열풍의 온도, 열풍의 유속 및 적외선 히터의 출력 등을 조절할 수 있다. 또한 적외선 히터 또는 열풍 노즐 사이에 적외선 및 열풍을 차단하기 위한 가림틀이 설치되어 있는 경우, 가림틀의 위치 또는 가림틀의 개수를 조절하여 전극이 열풍 또는 적외선에 노출되는 면적을 조절할 수 있다.
- [85] 상기 제어부(140)는, 재설정된 건조 조건을 반영하여, 전극의 건조 조건을 실시간으로 변경한다. 이를 통해 전극의 불량율을 낮추고, 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [86] 아울러, 상기 제어부(140)는 재설정된 건조 조건을 기계 학습을 통해 자동으로 업데이트할 수 있다. 이를 통해 제조하고자 하는 전극의 스펙 및 외기의 상태 등에 따른 건조 조건을 확립할 수 있고, 추후 해당 전극의 생산시 건조 조건을 자동으로 선정 및 조정할 수 있다.
- [87] 예를 들어, 상기 기계 학습은 딥러닝과 같은 방식을 통해 이루어질 수 있다. 전술한 바와 같이, 제어부(140)에는 연산 프로그램이 설치되어 있어, 먼저 다수 개의 전극에 대한 건조 품질을 측정하면서 얻어진 다수의 데이터로부터 학습 데이터를 구성하고, 이로부터 제조하고자 하는 전극의 스펙 및 외기의 상태 등에 따른 건조 조건을 학습할 수 있다. 이는 이후에 다른 전극의 건조 품질 평가에 반영될 수 있다.

- [88] 이와 같이 본 발명은 건조 후 전극의 색 좌표 측정을 통해 전극의 접착력 또는 전극의 건조 완료 여부와 같은 전극 품질을 실시간으로 평가하고, 이를 반영하여 전극의 건조 조건을 실시간으로 조정하며, 이를 다시 전극 품질 평가에 반영함으로써 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [89]
- [90] 또한 본 발명은 전극 건조 방법을 제공한다.
- [91] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 건조 방법의 순서를 나타낸 흐름도이다.
- [92] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 전극 건조 방법은, 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 활물질층을 형성하여 전극을 제조하고, 이를 앞서 설명한 바와 같은 전극 건조 장치의 오븐에 투입하여 건조하는 단계(S10); 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계(S20); 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하는 단계(S30); 및 전극의 건조 조건을 제어하는 단계(S40)를 포함한다.
- [93] 본 발명은 건조 후 전극의 색 좌표 측정을 통해 전극의 접착력 또는 전극의 건조 완료 여부와 같은 전극 품질을 실시간으로 평가하고, 이를 반영하여 전극의 건조 조건을 실시간으로 조정하며, 이를 다시 전극 품질 평가에 반영함으로써 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [94]
- [95] 이하 본 발명에 따른 전극 건조 방법의 각 단계에 대해 설명한다.
- [96] <전극의 제조 및 건조>
- [97] 도 4를 참조하면, 먼저 색 좌표 값의 측정을 위해 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 활물질층을 형성하여 전극이 제조된다. 전극에 관한 구체적인 내용은 앞서 설명한 바와 동일하다.
- [98] 전극 제조가 완료되면 전극을 오븐에 투입하여 건조한다. 이 때 건조 시간 및 건조 열량은 전극의 스펙, 예를 들어 전극 활물질의 로딩량 또는 전극 슬러리 내의 용매 함량, 전극 슬러리 내의 바인더 함량 등에 의해 결정될 수 있다. 건조된 전극은 오븐 밖으로 배출된다.
- [99]
- [100] <색 좌표 값 측정>
- [101] 전극의 건조가 완료되면, 건조된 전극에 대하여 색 좌표 값을 측정한다. 이 때 전극 활물질층의 색 좌표 값은 앞서 설명한 바와 같은 전극 건조 장치에 따른 색 좌표 측정부에 의해 측정된다. 상기 색 좌표 측정부는 오븐의 출구 부근에 위치해 있으므로, 오븐으로부터 배출된 전극에 대하여 바로 색 좌표 값을 측정할 수 있다. 전술한 바와 같이, 전극의 색 좌표 값이란, 어느 전극 활물질층의 어느 특정 지점에서 측정된 색 좌표 값일 수도 있고, 전극 활물질층에서 여러 측정 지점을 선정 후, 상기 측정 지점에서 측정된 색 좌표 값들의 평균값을 색 좌표 값으로 할 수도 있다.

- [102] 본 발명은 오븐의 출구 부근에 색 좌표를 측정할 수 있는 간단한 장치만을 설치하고, 색 좌표 측정을 통해 전극의 건조 상태를 정량화함으로써, 측정 방법이 간단하며, 평가에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있다.
- [103] 한편, 본 발명의 구체적인 예에서, 상기 전극은 압연되지 않은 것일 수 있다. 즉 본 발명은 압연 공정을 거친 전극을 평가하는 것이 아니라, 압연 공정을 거치지 않은 전극에 대하여 평가를 수행함으로써, 압연 공정 전 불량 전극을 걸러내어, 압연 공정 후의 불량률을 현저히 낮출 수 있다. 이로써 압연 공정에서 전극 내 잔류 용매로 인해 압연 롤 등이 오염되는 것을 방지할 수 있다. 다만 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 전극 건조 이후라면 어느 단계에서든 색 좌표를 측정할 수 있다.
- [104] 하나의 예에서, 색 좌표 값은 L^* 일 수 있다. 전술한 바와 같이, L^* 는 대상에 측정된 명도(Lightness)와 관련된 값으로 0 내지 100까지 표시될 수 있다.
- [105] 다른 하나의 예에서, 상기 색 좌표 값은 그레이 스케일에 따른 회색도(gray value)일 수 있다. 즉, 전극 표면의 건조 상태를 촬영한 이미지를, 명암만을 확인할 수 있는 그레이 스케일로 변환하고, 이로부터 회색도 값을 측정하여 전극의 건조 여부를 판단할 수 있다.
- [106] 이와 같이, 본 발명에서, 상기 색 좌표는 전극 표면의 명암을 일률적으로 측정할 수 있는 것을 사용하며, 전극 활물질층 표면의 명암을 정량적으로 측정함으로써 전극의 건조 품질을 판단할 수 있다.
- [107] 하나의 예에서, 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계는, 분광측색계(spectrophotometer) 또는 색채계(colorimeter)를 통해 수행될 수 있다. 이 경우 전극 활물질층 표면에 대하여 직접 색 좌표 값을 측정할 수 있다.
- [108] 다른 하나의 예에서, 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계는, 조명 및 이미지 센서를 통해 전극의 표면을 촬영하여 이미지를 획득하고, 상기 이미지의 색 정보를 색 좌표로 변환하는 과정을 포함할 수 있다. 이 때 상기 이미지 센서는 카메라를 사용할 수 있다. 이미지가 획득되면, 이를 측정하고자 하는 색 좌표 체계로 변환하여, 색 좌표 값을 측정한다. 예를 들어, 카메라를 통해 촬영된 이미지를 그레이 스케일로 변환한 후, 해당 이미지의 회색도 또는 L^* 값을 측정할 수 있다.
- [109] 이와 같이, 색차계를 전극에 대하여 직접 사용하여 색 좌표 값을 측정할 수도 있으나, 전극 활물질층의 표면을 촬영한 이미지를 사용하여 색 좌표 값을 간접적으로 측정할 수 있다.
- [110]
- [111] <건조 결과 분석 및 건조 불량 여부 판정>
- [112] 색 좌표 값이 측정되면, 이로부터 전극의 건조 불량 여부를 판정한다. 구체적으로, 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 정도 또는 전극 내 바인더 분포를 분석하고, 이에 대한 불량 여부를 판정하는 과정이 수행될 수 있다. 구체적으로, 전극 내 바인더 분포 분석을 통해 전극의 건조에 따른 전극 활물질층의 접착력이

평가될 수 있으며, 색 좌표 값을 통해 전극의 건조도 및 건조 완료 여부가 평가될 수 있다.

[113] 이 때, 색 좌표 값이 기설정된 값보다 작을 경우, 전극의 건조 품질이 불량인 것으로 판정될 수 있다. 상기 기설정된 값은 다수의 전극에 대한 건조 품질을 측정하고, 양품으로 판정되는 전극의 색 좌표 값으로부터 선정될 수 있다. 예를 들어, 상기 기설정된 값은 전극의 접착력 또는 전극 내 용매 함량에 따른 색 좌표 값의 프로파일로부터 도출될 수 있다. 이를 위해, 다수의 전극 샘플에 대한 색 좌표 값을 측정하고, 이에 따른 접착력 및 전극 내 용매 함량을 측정하여 데이터베이스화할 수 있다. 이후 전극 활물질층의 접착력 및 전극 내 용매 함량의 기준을 모두 만족할 수 있는 색 좌표 값을 도출할 수 있다.

[114] 한편, 본 발명에 따른 전극 건조 방법은, 외기의 온도 및 습도를 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 여기서 외기란 오븐 외부의 공기를 의미한다. 전극의 건조 과정에서, 동일한 건조 조건을 적용하여도 오븐의 내외부 환경에 따라 건조 품질의 변화가 발생하므로, 본 발명은 외기의 온도 및 습도를 측정하여 이를 건조 과정에 반영할 수 있다.

[115]

[116] <전극의 건조 조건 제어>

[117] 본 발명에서, 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는, 전극이 불량으로 판정될 경우 기존의 건조 조건 및 외기의 온도와 습도를 반영하여 건조 조건을 재설정하는 과정을 포함한다. 이 때, 기존에 측정된 색 좌표 값을 건조 조건을 재설정하는 데 반영할 수 있다.

[118] 이 때 재설정되는 건조 조건에는 여러가지가 있으며, 예를 들어, 전극의 이송 속도, 열풍 노즐로부터 분사되는 열풍의 온도, 열풍의 유속 및 적외선 히터의 출력 등을 조절할 수 있다. 또한 적외선 히터 또는 열풍 노즐 사이에 적외선 및 열풍을 차단하기 위한 가림틀이 설치되어 있는 경우, 가림틀의 위치 또는 가림틀의 개수를 조절하여 전극이 열풍 또는 적외선에 노출되는 면적을 조절할 수 있다.

[119] 또한, 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는, 재설정된 건조 조건을 반영하여, 전극의 건조 조건을 실시간으로 변경하는 과정을 더 포함한다. 이를 통해 전극의 불량율을 낮추고, 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.

[120] 아울러, 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는, 재설정된 건조 조건을 기계 학습을 통해 자동으로 업데이트하는 과정을 더 포함한다. 이를 통해 제조하고자 하는 전극의 스펙 및 외기의 상태 등에 따른 건조 조건을 확립할 수 있고, 추후 해당 전극의 생산시 건조 조건을 자동으로 선정 및 조정할 수 있다.

[121] 이 때, 예를 들어, 상기 기계 학습은 딥러닝과 같은 방식을 통해 이루어질 수 있다. 다수 개의 전극에 대한 건조 품질을 측정하면서 얻어진 다수의 데이터로부터 학습 데이터를 구성하고, 이로부터 제조하고자 하는 전극의 스펙 및 외기의 상태 등에 따른 건조 조건을 학습할 수 있다. 이는 이후에 다른 전극의

건조 품질 평가에 반영될 수 있다.

[122] 이와 같이 본 발명은 건조 후 전극의 색 좌표 측정을 통해 전극의 접착력 또는 전극의 건조 완료 여부와 같은 전극 건조 품질을 실시간으로 평가하고, 이를 반영하여 전극의 건조 조건을 실시간으로 조정하며, 이를 다시 전극 품질 평가에 반영함으로써 전극의 품질을 향상시킬 수 있다.

[123]

[124] 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 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 도면에 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.

[125] 한편, 본 명세서에서 상, 하, 좌, 우, 전, 후와 같은 방향을 나타내는 용어가 사용되었으나, 이러한 용어들은 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 대상이 되는 사물의 위치나 관측자의 위치 등에 따라 달라질 수 있음은 자명하다.

[126]

[127] (부호의 설명)

[128] 100, 200: 전극 건조 장치

[129] 110: 전극

[130] 111: 언와인딩 롤러

[131] 112: 슬롯 다이

[132] 120: 오븐

[133] 130: 색 좌표 측정부

[134] 140: 제어부

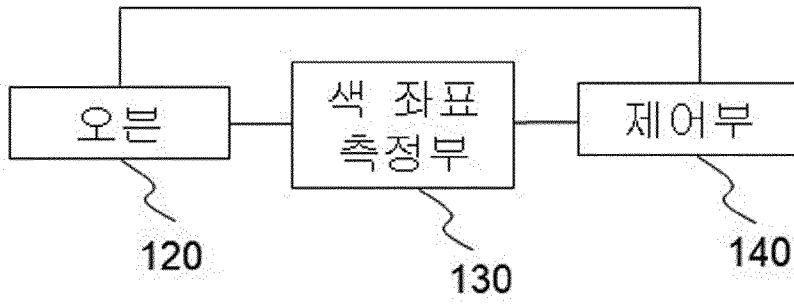
[135] 150: 외기 상태 측정부

청구범위

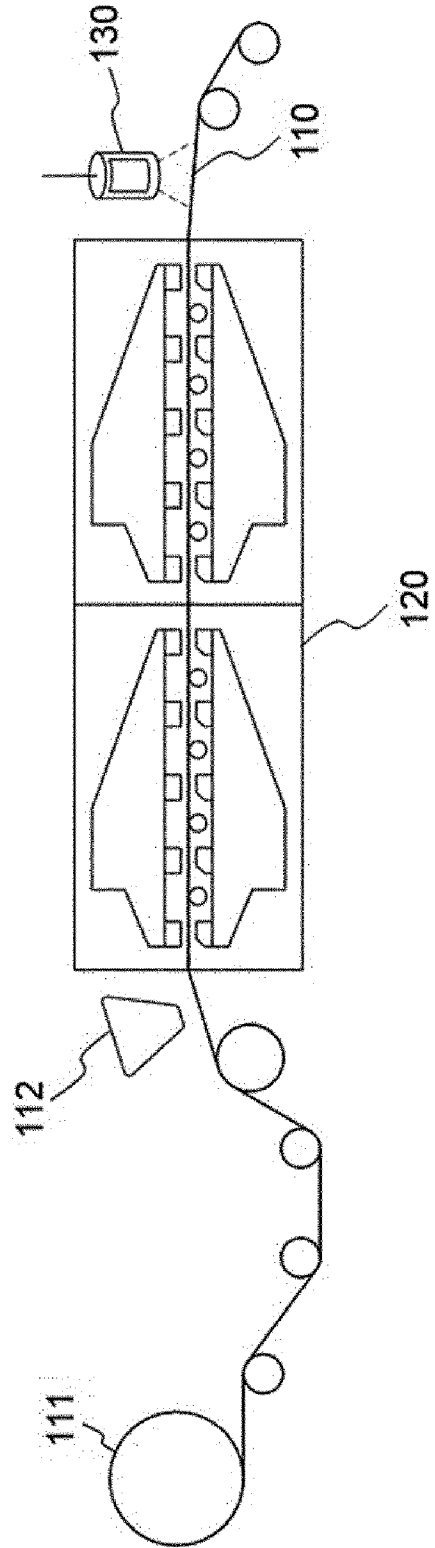
- [청구항 1] 전극이 건조되는 공간을 제공하며, 열풍 노즐 또는 적외선 히터를 구비하는 오븐;
오븐의 출구에 위치하며, 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 색 좌표 측정부; 및
상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하며, 전극의 건조 조건을 제어하는 제어부를 포함하는 전극 건조 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 색 좌표 값은 L*인 전극 건조 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 색 좌표 값은 그레이 스케일에 따른 회색도(gray value)인 전극 건조 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 색 좌표 측정부는 분광측색계(spectrophotometer) 또는 색채계(colorimeter)를 포함하는 전극 건조 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 색 좌표 측정부는 전극 활물질층 표면의 이미지를 촬영할 수 있는 이미지 센서를 포함하는 전극 건조 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 제어부는 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 정도 또는 전극 내 바인더 분포를 분석하고, 이에 대한 불량 여부를 판정하는 전극 건조 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
외기의 온도 및 습도를 측정하는 외기 상태 측정부를 더 포함하는 전극 건조 장치.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 제어부는, 전극이 불량으로 판정될 경우 기존의 건조 조건 및 외기의 온도와 습도를 반영하여 건조 조건을 재설정하는 전극 건조 장치.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 제어부는, 재설정된 건조 조건을 반영하여, 전극의 건조 조건을 실시간으로 변경하는 전극 건조 장치.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 제어부는, 재설정된 건조 조건을 기계 학습을 통해 자동으로 업데이트하는 전극 건조 장치.
- [청구항 11] 집전체 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 활물질층을 형성하여 전극을 제조하고, 이를 제1항에 따른 전극 건조 장치의 오븐에 투입하여 건조하는 단계;

- 건조된 전극에 대하여 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계;
 상기 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하는 단계; 및
 전극의 건조 조건을 제어하는 단계를 포함하는 전극 건조 방법.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 색 좌표 값은 L*인 전극 건조 방법.
- [청구항 13] 제11항에 있어서,
 상기 색 좌표 값은 그레이 스케일에 따른 회색도(gray value)인 전극 건조 방법.
- [청구항 14] 제11항에 있어서,
 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계는,
 분광측색계(spectrophotometer) 또는 색채계(colorimeter)를 통해 수행되는 전극 건조 방법.
- [청구항 15] 제11항에 있어서,
 전극 활물질층의 색 좌표 값을 측정하는 단계는,
 조명 및 이미지 센서를 통해 전극의 표면을 촬영하여 이미지를 획득하고, 상기 이미지의 색 정보를 색 좌표로 변환하는 과정을 포함하는 전극 건조 방법.
- [청구항 16] 제11항에 있어서,
 전극의 건조 결과를 분석하고, 전극의 건조 불량 여부를 판정하는 단계는,
 색 좌표 값으로부터 전극의 건조 정도 또는 전극 내 바인더 분포를 분석하고, 이에 대한 불량 여부를 판정하는 과정을 포함하는 전극 건조 방법.
- [청구항 17] 제11항에 있어서,
 외기의 온도 및 습도를 측정하는 단계를 더 포함하는 전극 건조 방법.
- [청구항 18] 제11항에 있어서,
 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는,
 전극이 불량으로 판정될 경우 기존의 건조 조건 및 외기의 온도와 습도를 반영하여 건조 조건을 재설정하는 과정을 포함하는 전극 건조 방법.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는,
 재설정된 건조 조건을 반영하여, 전극의 건조 조건을 실시간으로 변경하는 과정을 더 포함하는 전극 건조 방법.
- [청구항 20] 제18항에 있어서,
 전극의 건조 조건을 제어하는 단계는,
 재설정된 건조 조건을 기계 학습을 통해 자동으로 업데이트하는 과정을 더 포함하는 전극 건조 방법.

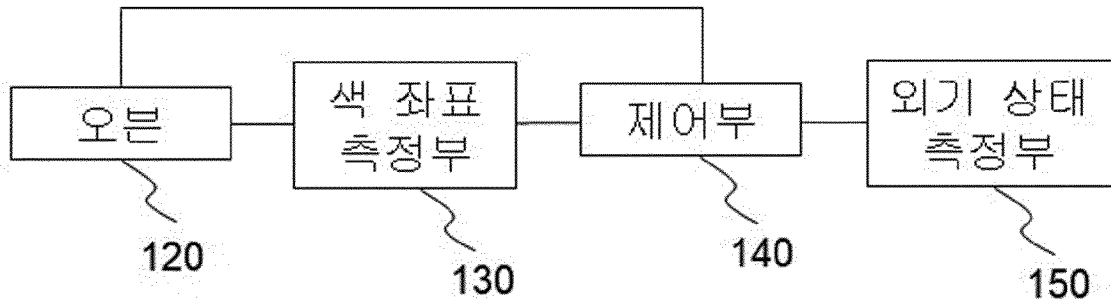
[도 1]

100

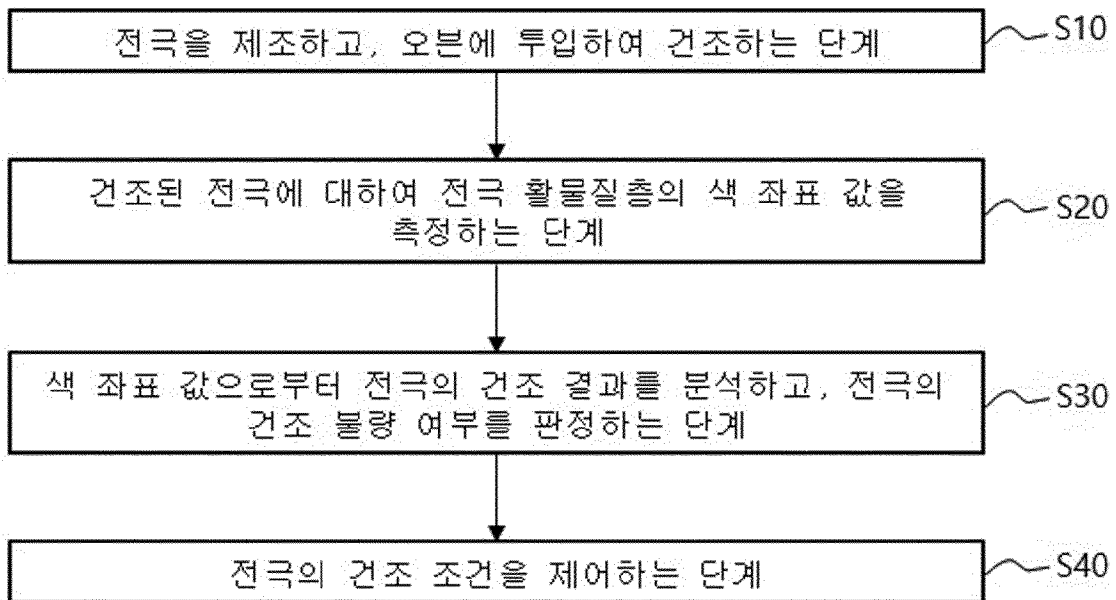
[도2]



[도3]

200

[도4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/015817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M 4/04 (2006.01)i; F26B 21/00 (2006.01)i; F26B 3/30 (2006.01)i; F26B 21/06 (2006.01)i; G01N 21/29 (2006.01)i; G01N 21/25 (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M 4/04(2006.01); A01G 27/00(2006.01); G01N 21/25(2006.01); G01N 29/032(2006.01); H01L 33/00(2010.01); H01L 33/50(2010.01); H01M 10/04(2006.01); H01M 10/48(2006.01); H01M 4/88(2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 건조(dry), 활물 질(active material), 색(colar), 회색도(gray value), 분광측색계 (spectrophotometer), 색채계(colorimeter), 불량(error), 제어(control)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2019-0084470 A (LG CHEM, LTD.) 17 July 2019 (2019-07-17) See claims 1, 7 and 8; and paragraph [0054].	1-20
Y	JP 11-032600 A (YAZAKI CORP.) 09 February 1999 (1999-02-09) See claims 1, 4 and 14.	1-20
Y	KR 10-2017-0106587 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 21 September 2017 (2017-09-21) See claims 1-3; and figures 1 and 10a-10b.	1-20
A	JP 2017-168343 A (NEC ENERGY DEVICES LTD.) 21 September 2017 (2017-09-21) See entire document.	1-20
A	KR 10-2014-0062406 A (LASERTEC CORPORATION) 23 May 2014 (2014-05-23) See entire document.	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 June 2021		Date of mailing of the international search report 08 June 2021
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/015817

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-209074 A (TORAY ENG CO., LTD.) 25 October 2012 (2012-10-25) See entire document.	1-20
<hr/>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/015817

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2019-0084470	A	17 July 2019	CN	110418956	A	05 November 2019
				EP	3674687	A1	01 July 2020
				EP	3674687	A4	25 November 2020
				KR	10-2245127	B1	28 April 2021
				US	2020-0240915	A1	30 July 2020
				WO	2019-135508	A1	11 July 2019
JP	11-032600	A	09 February 1999	None			
KR	10-2017-0106587	A	21 September 2017	US	10302412	B2	28 May 2019
				US	2017-0261310	A1	14 September 2017
JP	2017-168343	A	21 September 2017	None			
KR	10-2014-0062406	A	23 May 2014	JP	2014-099330	A	29 May 2014
				JP	5388078	B1	15 January 2014
				KR	10-1515955	B1	04 May 2015
				US	2014-0136132	A1	15 May 2014
				US	9638729	B2	02 May 2017
JP	2012-209074	A	25 October 2012	JP	5897808	B2	30 March 2016
				TW	201239342	A	01 October 2012
				US	2014-0014037	A1	16 January 2014
				WO	2012-132864	A1	04 October 2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01M 4/04(2006.01)i; F26B 21/00(2006.01)i; F26B 3/30(2006.01)i; F26B 21/06(2006.01)i; G01N 21/29(2006.01)i; G01N 21/25(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01M 4/04(2006.01); A01G 27/00(2006.01); G01N 21/25(2006.01); G01N 29/032(2006.01); H01L 33/00(2010.01); H01L 33/50(2010.01); H01M 10/04(2006.01); H01M 10/48(2006.01); H01M 4/88(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 건조(dry), 활물질(active material), 색(colar), 회색도(gray value), 분광측색계(spectrophotometer), 색체계(colorimeter), 불량(error), 제어(control)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2019-0084470 A (주식회사 엘지화학) 2019.07.17 청구항 1, 7, 8; 단락 [0054]	1-20
Y	JP 11-032600 A (YAZAKI CORP.) 1999.02.09 청구항 1, 4, 14	1-20
Y	KR 10-2017-0106587 A (삼성전자주식회사) 2017.09.21 청구항 1-3; 도 1, 10a-10b	1-20
A	JP 2017-168343 A (NEC ENERGY DEVICES LTD.) 2017.09.21 전체 문헌	1-20
A	KR 10-2014-0062406 A (레자 텍쿠 가부시키가이샤) 2014.05.23 전체 문헌	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일	
2021년06월08일(08.06.2021)	2021년06월08일(08.06.2021)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대 전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	권용경 전화번호 +82-42-481-3371	

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2012-209074 A (TORAY ENG CO., LTD.) 2012.10.25 전체 문헌	1-20

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2019-0084470 A	2019/07/17	CN 110418956 A	2019/11/05
		EP 3674687 A1	2020/07/01
		EP 3674687 A4	2020/11/25
		KR 10-2245127 B1	2021/04/28
		US 2020-0240915 A1	2020/07/30
		WO 2019-135508 A1	2019/07/11
JP 11-032600 A	1999/02/09	없음	
KR 10-2017-0106587 A	2017/09/21	US 10302412 B2	2019/05/28
		US 2017-0261310 A1	2017/09/14
JP 2017-168343 A	2017/09/21	없음	
KR 10-2014-0062406 A	2014/05/23	JP 2014-099330 A	2014/05/29
		JP 5388078 B1	2014/01/15
		KR 10-1515955 B1	2015/05/04
		US 2014-0136132 A1	2014/05/15
		US 9638729 B2	2017/05/02
JP 2012-209074 A	2012/10/25	JP 5897808 B2	2016/03/30
		TW 201239342 A	2012/10/01
		US 2014-0014037 A1	2014/01/16
		WO 2012-132864 A1	2012/10/04