



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2022-0068179  
(43) 공개일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 4/04 (2006.01) F26B 21/00 (2006.01)  
F26B 21/06 (2006.01) F26B 3/30 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01M 4/0471 (2013.01)  
F26B 21/004 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0157703  
(22) 출원일자 2021년11월16일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
1020200154295 2020년11월18일 대한민국(KR)

(71) 출원인  
주식회사 엘지에너지솔루션  
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동, 파크원)  
(72) 발명자  
손진영  
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원  
최상훈  
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원 (뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김홍균

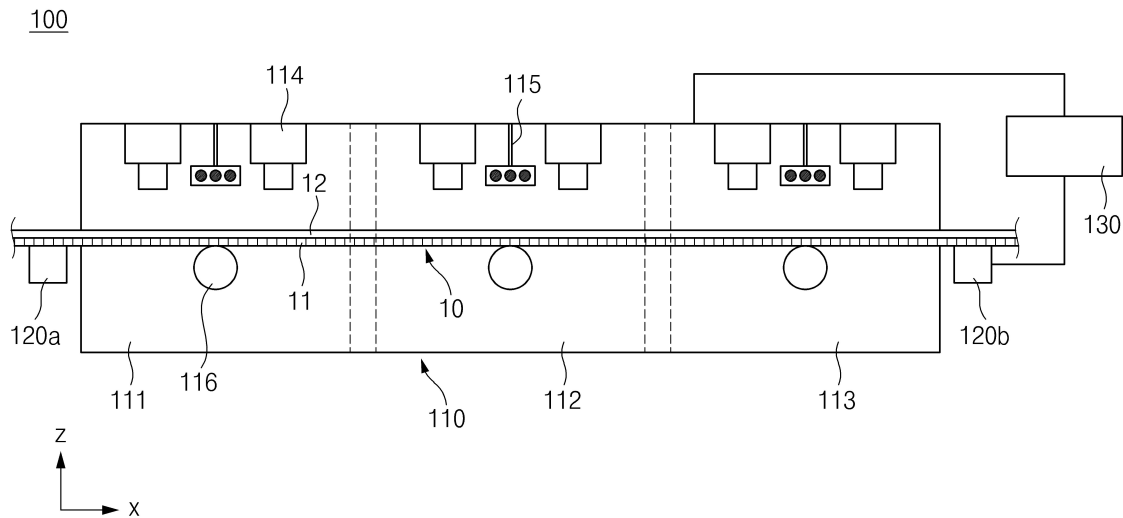
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 전극 건조 자동 제어 시스템 및 전극 건조 자동 제어 방법

**(57) 요약**

전극 시트가 주행하며 건조되는 공간을 제공하고, 전극 시트에 열풍 및/또는 복사열을 가해주는 건조 수단을 구비하며, 복수의 건조 구간들로 구획되는 오븐; 상기 오븐을 통과한 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 수집된 정보를 제어부로 송출하는 측정부; 및 상기 측정부로부터 수신한 건조량 정보를 바탕으로, 전극 시트의 건조 수준을 판단하고, 상기 판단된 건조 수준에 따라 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어한다.

**대표도**



- (52) CPC특허분류  
*F26B 21/06* (2013.01)  
*F26B 3/30* (2013.01)

**고영국**

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

- (72) 발명자  
**전신욱**  
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원  
**정은희**  
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전극 시트가 주행하며 건조되는 공간을 제공하고, 전극 시트에 열풍 및/또는 복사열을 가해주는 건조 수단을 구비하며, 복수의 건조 구간들로 구획되는 오븐;

상기 오븐을 통과한 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 수집된 정보를 제어부로 송출하는 측정부; 및

상기 측정부로부터 수신한 건조량 정보를 바탕으로, 전극 시트의 건조 수준을 판단하고, 상기 판단된 건조 수준에 따라 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 측정부는, 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수집하도록 설정되고,

상기 제어부는, 상기 측정부로부터 건조량 정보를 수신할 때마다, 전극 시트의 건조 수준을 판단해, 오븐의 건조 세기를 주기적으로 제어하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 측정부는, 상기 제어부에 의한 건조 세기 제어가 예정된 시점 직전의 1분 내지 5분 동안 건조량 정보를 수집하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 건조량 정보는, 전극 시트의 고형분 함량 및 전극 시트 표면의 온도 중에서 선택된 하나 이상인 전극 건조 자동 제어 시스템.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 측정부에 의해 수집된 건조량 정보, 기준이 되는 건조량 설정값이 입력되는 데이터 입력부;

상기 건조량 정보와 설정값을 비교하여, 전극 시트의 건조 수준을 판단하고, 이에 따라 상기 오븐 내 건조 세기의 증감 여부 및 증감량을 결정하는 판단부; 및

상기 판단부의 판단 결과에 기반하여, 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 명령부를 포함하는 전극의 건조 자동 제어 시스템.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을,

정상, 과건조, 미건조, 심한 과건조 및 심한 미건조의 5개의 등급 중의 하나로 판단하는 전극의 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서, 상기 제어부는,

전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 심한 과건조로 판단한 경우에, 상기 오븐의 건조 세기를 감소하도록 제어하고,

전극 시트의 건조 수준을 미건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 상기 오븐의 건조 세기를 증가하도록 제어하는 전극의 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서, 상기 제어부는,

전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단한 경우에, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하도록 제어하고,

전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어하는 전극의 자동 제어 시스템.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 복수의 건조 구간 중, 진단 건조 구간을 제외한 나머지 건조 구간들에 대해서, 건조 세기를 제어하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서, 상기 측정부는, 수집된 건조량 정보의 평균값 또는 중위값을 상기 제어부로 송출하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 건조 구간들은 각각, 건조 수단을 구비하고 있으며,

상기 건조 수단은, 전극 시트에 열풍을 공급하여 대류열을 가해주는 열풍 노즐 및 전극 시트에 복사열을 가해주는 히터 중의 하나 이상을 포함하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 오븐의 건조 세기를 증감하기 위해서, 상기 열풍 노즐의 풍속, 열풍 노즐의 풍량, 상기 히터의 온도 및 전극 시트가 주행되도록 하는 이송 롤러의 주행 속도 중에서 선택된 하나 이상을 제어하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서, 상기 측정부는, 전극 시트의 로딩량을 측정하는 웹-게이지(web-gauge) 및 온도 측정기 중에서 선택된 하나 이상을 포함하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서, 상기 측정부는, 연산부를 더 포함하고,

상기 연산부는, 상기 웹-게이지가 측정한 로딩량으로부터, 전극의 고품분 함량을 계산하는 전극 건조 자동 제어 시스템.

**청구항 15**

(a) 복수의 건조 구간으로 구획되고, 건조 수단을 구비한 오븐에 전극 시트를 투입하는 단계;

(b) 측정부를 통해 전극 시트의 건조량 정보를 수집하는 단계; 및

(c) 상기 수집된 건조량 정보와 기준값을 비교하여 전극의 건조 수준을 판단하고, 판단된 건조 수준에 따라, 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 (c) 단계는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어하는 전극 건조 자동 제어 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서, 상기 (b) 단계에서, 상기 건조량 정보는, 전극 시트의 고품분 함량 및 전극 시트 표면의 온도 중에서 선택된 하나 이상인 전극 건조 자동 제어 방법.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서, 상기 (b) 단계는 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고,

상기 (c) 단계는, 상기 (b) 단계에 의해 건조량 정보를 수신할 때마다, 전극 시트의 건조 수준을 판단해, 오븐의 건조 세기를 주기적으로 제어하는 전극 건조 자동 제어 방법.

**청구항 18**

제 15 항에 있어서, 상기 (c) 단계는, 전극 시트의 건조 수준을,

정상, 과건조, 미건조, 심한 과건조, 심한 미건조의 5개의 등급 중의 하나로 판단하는 것을 포함하는 전극 건조 자동 제어 방법.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단한 경우에, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하도록 제어하고,

전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어하는 전극 건조 자동 제어 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은, 전극 건조 자동 제어 시스템 및 전극 건조 자동 제어 방법에 관한 것으로, 상세하게는 건조된 전극

[0001]

시트의 고휘분 함량 또는 전극 시트의 표면 온도와 같은 건조량 정보로부터 건조 수준을 파악하고, 이에 따라 자동으로 건조 수단의 운전을 조작해 실시간으로 전극 건조량 보정이 가능한 전극 건조 자동 제어 시스템 및 전극 건조 자동 제어 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0003] 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 에너지원으로서도 주목받고 있다. 따라서, 이차전지를 사용하는 애플리케이션의 종류는 이차전지의 장점으로 인해 매우 다양화되고 있으며, 향후에는 지금보다는 많은 분야와 제품들에 이차전지가 적용될 것으로 예상된다.
- [0004] 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.
- [0005] 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.
- [0006] 이 때, 전극의 건조 조건은 전극의 품질 및 물성에 영향을 미치며, 특히 건조 중 전극 폭 방향에 대한 건조도 편차 및 건조 완료 시점 제어에 따라 전극의 접착력 및 표면 결합 수준이 크게 변할 수 있다. 기존에는 초기 공정 조건을 미리 결정하여 전극을 건조하고, 건조 완료 후, 샘플의 물성 측정을 통해 건조량을 평가하고 공정 조건을 조절하였는데, 이 같은 방식은 물성 측정 자체에 많은 시간이 소요되고, 건조량 평가 결과를 실시간으로 공정에 반영하기 어려워 롤-투-롤의 연속 생산 공정에서는 적합하지 않았다.
- [0007] 따라서, 전극의 건조량을 실시간으로 모니터링하고, 모니터링한 결과를 즉각적으로 공정에 반영해 최종 완료된 전극의 건조도를 일정하게 유지하는 전극 건조 방법에 대한 기술 개발이 필요한 실정이다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본등록특허 제5831223호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 전극 건조 정도를 실시간으로 자동 제어해, 최종 전극의 건조 수준을 일정하게 유지하여 제품의 편차를 감소시킬 수 있는 전극 건조 자동 제어 시스템 및 전극 건조 자동 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템은, 전극 시트가 주행하며 건조되는 공간을 제공하고, 전극 시트에

열풍 및/또는 복사열을 가해주는 건조 수단을 구비하며, 복수의 건조 구간들로 구획되는 오븐; 상기 오븐을 통과한 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 수집된 정보를 제어부로 송출하는 측정부; 및 상기 측정부로부터 수신한 건조량 정보를 바탕으로, 전극 시트의 건조 수준을 판단하고, 상기 판단된 건조 수준에 따라 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어한다.

- [0013] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 측정부는, 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수집하도록 설정되고, 상기 제어부는, 상기 측정부로부터 건조량 정보를 수신할 때마다, 전극 시트의 건조 수준을 판단해, 오븐의 건조 세기를 주기적으로 제어한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 측정부는, 상기 제어부에 의한 건조 세기 제어가 예정된 시점 직전의 1분 내지 5분 동안 건조량 정보를 수집한다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 건조량 정보는, 전극 시트의 고휘분 함량 및 전극 시트 표면의 온도 중에서 선택된 하나 이상이다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 측정부에 의해 수집된 건조량 정보, 기준이 되는 건조량 설정값이 입력되는 데이터 입력부; 상기 건조량 정보와 설정값을 비교하여, 전극 시트의 건조 수준을 판단하고, 이에 따라 상기 오븐 내 건조 세기의 증감 여부 및 증감량을 결정하는 판단부; 및 상기 판단부의 판단 결과에 기반하여, 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 명령부를 포함한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을, 정상, 과건조, 미건조, 심한 과건조 및 심한 미건조의 5개의 등급 중의 하나로 판단한다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 심한 과건조로 판단한 경우에, 상기 오븐의 건조 세기를 감소하도록 제어하고, 전극 시트의 건조 수준을 미건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 상기 오븐의 건조 세기를 증가하도록 제어한다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단한 경우에, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하도록 제어하고, 전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어한다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 복수의 건조 구간 중, 전단 건조 구간을 제외한 나머지 건조 구간들에 대해서, 건조 세기를 제어한다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 측정부는, 수집된 건조량 정보의 평균값 또는 중위값을 상기 제어부로 송출한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 복수의 건조 구간들은 각각, 건조 수단을 구비하고 있으며, 상기 건조 수단은, 전극 시트에 열풍을 공급하여 대류열을 가해주는 열풍 노즐 및 전극 시트에 복사열을 가해주는 히터 중의 하나 이상을 포함한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 오븐의 건조 세기를 증감하기 위해서, 상기 열풍 노즐의 풍속, 열풍 노즐의 풍량, 상기 히터의 온도 및 전극 시트가 주행되도록 하는 이송 롤러의 주행 속도 중에서 선택된 하나 이상을 제어한다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 측정부는, 전극 시트의 로딩량을 측정하는 웹-게이지(web-gauge) 및 온도 측정기 중의 하나 이상을 포함한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 측정부는, 연산부를 더 포함하고, 상기 연산부는, 상기 웹-게이지가 측정한 로딩량으로부터, 전극의 고휘분 함량을 계산한다.
- [0026] 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 방법은, (a) 복수의 건조 구간으로 구획되고, 건조 수단을 구비한 오븐에 전극 시트를 투입하는 단계; (b) 측정부를 통해 전극 시트의 건조량 정보를 수집하는 단계; 및 (c) 상기 수집된 건조량 정보와 기준값을 비교하여 전극의 건조 수준을 판단하고, 판단된 건조 수준에 따라, 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 (c) 단계는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어한다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 (b) 단계에서, 상기 건조량 정보는, 전극 시트의 고휘분 함량 및 전극 시트 표면의 온도 중에서 선택된 하나 이상이다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 (b) 단계는 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수

집하고, 상기 (c) 단계는, 상기 (b) 단계에 의해 건조량 정보를 수신할 때마다, 전극 시트의 건조 수준을 판단해, 오븐의 건조 세기를 주기적으로 제어한다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 (c) 단계는, 전극 시트의 건조 수준을, 정상, 과건조, 미건조, 심한 과건조, 심한 미건조의 5개의 등급 중의 하나로 판단한다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 (c) 단계는, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단한 경우에, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하도록 제어하고, 전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어한다.

**발명의 효과**

[0032] 본 발명은 건조된 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 수집된 건조량 정보로부터 전극의 건조 수준을 판단해, 실시간으로 오븐의 건조량을 제어하므로, 전극 건조 정도를 실시간으로 자동 제어할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템의 구조를 나타낸 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템의 구조를 나타낸 개략도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 방법의 순서를 나타낸 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자동 제어 방법으로 건조된 전극 시트를 열화상 카메라로 촬영한 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0035] 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.

[0036] 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.

[0038] 이하 본 발명에 대해 자세히 설명한다.

[0039] 도 1은 본 발명에 따른 전극 건조 시스템의 구성을 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명에 따른 전극의 건조 자동 제어 시스템의 구조를 나타낸 개략도이다. 이들 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템은(100), 전극 시트가 주행하며 건조되는 공간을 제공하고, 전극 시트에 열풍 및/또는 복사열을 가해주는 건조 수단을 구비하며, 복수의 건조 구간들로 구획되는 오븐(110); 상기 오븐(110)을 통과한 전극 시트(10)의 건조량 정보를 수집하고, 수집된 정보를 제어부(130)로 송출하는 측정부(120); 및 상기 측정부(120)로부터 수신한 건조량 정보를 바탕으로, 전극 시트(10)의 건조 수준을 판단하고, 상기 판단된 건조 수준에 따라 상기 오븐(110)의 건조 세기를 제어하는 제어부(130)를 포함하며, 상기 제어부(130)는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로



제어한다.

- [0040] 전술한 바와 같이, 전극의 건조 조건은 전극의 품질 및 물성에 크게 영향을 미치는 것으로, 기존에는 초기 공정 조건을 미리 결정하여 전극을 건조한 후, 제품 건조도 및 물성 평가를 통해 공정 조건을 조절하였는데, 이 경우 전극의 건조를 실시간으로 제어하기 어렵다는 문제가 있었다.
- [0041] 본 발명의 전극 건조 자동 제어 시스템은, 실시간으로 전극 시트의 건조량 정보를 수집해 건조 수준을 판단하고, 이에 따라 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어해, 전극 시트의 건조 수준에 따라, 적절하게 건조량을 보정하여, 전극 건조 정도를 자동 제어할 수 있다.
- [0042] 한편, 본 발명에서, x축은 전극이 이송되는 방향을 의미하며, y축은 전극의 폭 방향으로, 전극면 내에서 전극의 이송 방향과 수직인 방향을 의미한다. z축은 전극면에 대하여 수직인 방향으로, 열풍의 분사 방향 또는 적외선의 조사 방향에 해당된다.
- [0044] 이하 본 발명에 따른 전극의 건조 자동 제어 시스템의 구성에 대해 자세히 설명한다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템(100)은, 오븐(110)을 포함한다. 상기 오븐(110)은 챔버 형상으로, 전극 시트(10)가 건조되는 공간을 제공하는바, 건조 대상 전극 시트(10)가 오븐(110) 내부를 주행할 수 있도록 공간을 제공하고, 건조를 위해 내부의 열이 외부로 빠져나가는 것을 방지할 수 있다.
- [0046] 한편, 상기 전극 시트(10)는, 집전체 시트(11)상에 전극 활물질을 포함하는 전극 형성용 슬러리가 도포되어 전극 활물질층(12)이 형성된 구조일 수 있다. 상기 전극 슬러리는 집전체의 적어도 일면에 도포될 수 있다.
- [0047] 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.
- [0048] 본 발명에서, 양극 집전체의 경우 일반적으로 3 ~ 500  $\mu\text{m}$ 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 스테인레스 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.
- [0049] 음극 집전체용 시트의 경우, 일반적으로 3 ~ 500  $\mu\text{m}$ 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.
- [0050] 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( $\text{LiCoO}_2$ ), 리튬 니켈 산화물( $\text{LiNiO}_2$ ) 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  $\text{Ga}$  이고 상기 원소 중 하나 이상의 원소를 포함,  $0.01 \leq y \leq 0.7$  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  $\text{Y}$  이고,  $\text{A} = \text{F}, \text{P}$  또는  $\text{Cl}$  임)으로 표현되는 리튬 니켈 코발트 망간 복합산화물; 화학식  $\text{Li}_{1+x}\text{M}_{1-y}\text{M}'_y\text{PO}_4 \cdot \text{X}_z$  (여기서,  $\text{M} =$  전이금속, 바람직하게는  $\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Co}$  또는  $\text{Ni}$  이고,  $\text{M}' = \text{Al}, \text{Mg}$  또는  $\text{Ti}$  이고,  $\text{X} = \text{F}, \text{S}$  또는  $\text{N}$  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.
- [0051] 음극 활물질은, 예를 들어, 난흑연화 탄소, 흑연계 탄소 등의 탄소;  $\text{Li}_x\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Li}_x\text{WO}_2$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Sn}_x\text{Me}_{1-x}\text{Me}'_y\text{O}_z$  ( $\text{Me}: \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Pb}, \text{Ge}; \text{Me}': \text{Al}, \text{B}, \text{P}, \text{Si}$ , 주기율표의 1족, 2족, 3족 원소, 할로젠;  $0 \leq x \leq 1$ ;  $1 \leq$

$y \leq 3$ ;  $1 \leq z \leq 8$ ) 등의 금속 복합 산화물; 리튬 금속; 리튬 합금; 규소계 합금; 주석계 합금; SnO, SnO<sub>2</sub>, PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, GeO, GeO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 등의 금속 산화물; 폴리아세틸렌 등의 도전성 고분자; Li-Co-Ni 계 재료 등을 사용할 수 있다.

[0052] 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.

[0053] 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 테르 폴리머(EPDM), 술폰화 EPDM, 스티렌 브티렌 고무, 불소 고무, 다양한 공중합체 등을 들 수 있다.

[0054] 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.

[0055] 상기 오븐(110)은, 복수의 건조 구간들(111,112,113)로 구획되고, 상기 건조 구간들 각각은, 내부에 전극 시트(10)를 건조하기 위한 건조 수단을 구비하고 있다. 상기 건조 수단은, 전극 시트(10)에 열풍을 공급하여 대류열을 가해주는 열풍 노즐(114) 및 전극 시트(10)에 복사열을 가해주는 히터(115)를 구비한다. 도 2를 참조하면, 열풍 노즐(114) 및 히터(115)는 전극 시트(10)의 이송 방향(MD 방향, x 방향)을 따라 일정 간격으로 이격되어 배열될 수 있으며, 전극 시트(10)에 수직인 방향으로 열풍 또는 복사열을 인가한다. 도 2에서는 열풍 노즐(114) 및 적외선 히터(115)가 전극 시트(10)의 상부, 즉 오븐(110)의 천장 하면에 위치하는 것으로 도시되었으나, 전극 활물질층이 집전체의 양면에 형성된 경우 열풍 노즐(114) 및 히터(115)가 전극 시트(10)의 상부 및 하부에 각각 위치할 수 있다. 도 2에는 건조 수단으로서 열풍 노즐 및 히터를 모두 구비한 것을 예시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니고, 이중 하나만을 구비할 수도 있다.

[0056] 한편, 열풍 노즐(114)은 본체부 및 분사부를 포함한다. 상기 본체부는 열풍 노즐의 몸체를 구성하며, 열풍 노즐(114)을 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.

[0057] 한편, 히터(115)는 본 발명의 구체적 예에서 적외선 히터일 수 있으며, 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.

[0058] 상기 열풍 노즐(114) 및 히터(115)는 전극 시트(10)의 표면에 열풍 및 적외선을 고르게 공급하기 위하여 전극 시트(10)의 진행 방향을 따라 교번하여 배열될 수 있다. 다만, 배열 형태에 특별한 제한이 있는 것은 아니며 통상의 기술자가 건조 조건에 따라 열풍 노즐(114)과 적외선 히터(115)의 배열 방식을 적절히 설계 변경 가능하다.

[0059] 또한 상기 오븐(110) 내부에는 전극을 이송하기 위한 이송 롤러(116)를 포함할 수 있다. 상기 이송 롤러(116)는 전극 시트(10)의 이송 방향을 따라 다수 개가 일정 간격으로 이격되어 배치될 수 있으며, 건조 과정에서 전극 시트(10)를 지지하고, 건조가 완료된 전극 시트(10)를 오븐(110) 외부로 이송한다. 또한, 이송 롤러의 회전 속도를 조작하여 전극 시트의 건조량을 보정할 수도 있다.

- [0060] 상기 오븐(110)은 복수의 건조 구간으로 구획될 수 있다. 전극 시트(10)의 건조 과정에서 과건조 또는 미건조 상황이 발생할 경우 건조 세기를 변경해 가면서 전극 시트(10)를 적절하게 건조시킬 필요가 있는데, 오븐(110)을 복수 개의 건조 구간으로 구획함으로써, 각 건조 구간 별로 건조 세기를 독립적으로 제어할 수 있다. 도 2에는 오븐(110)이 3개의 건조 구간으로 구획된 형상으로 도시되어 있으나, 오븐은 3개 내지 20개의 건조 구간, 또는 5개 내지 15 개의 건조 구간으로 구획될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 명세서에는 상기 3개의 건조 구간을 전극 시트(10)의 이송 방향을 따라 제 1 건조 구간(111), 제 2 건조 구간(112) 및 제 3 건조 구간(113)으로 명명한다.
- [0061] 상기 제 1 건조 구간(111), 제 2 건조 구간(112) 및 제 3 건조 구간(113)은, 건조 구간과 건조 구간 사이에 실제로 내벽을 설치하여 물리적으로 분획된 공간일 수도 있으며, 건조 조건에 따라 추상적으로 구획된 공간일 수도 있다.
- [0063] 본 발명에 따른 전극의 건조 자동 제어 시스템(100)은, 상기 오븐을 통과한 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 수집된 정보를 제어부로 송출하는 측정부를 포함한다.
- [0064] 본 발명의 구체적 예에서, 상기 건조량 정보는, 전극 시트의 고형분 함량 및 전극 시트 표면의 온도 중의 하나 이상이다. 본 발명의 전극 건조 자동 제어 시스템은, 측정부를 통해 수집된 고형분 함량 또는/및 온도를 통해, 전극 시트의 건조 수준을 판단한다. 상기 측정부는 고형분 함량 및 전극 시트 표면의 온도를 수집하기 위하여, 전극 시트의 로딩량을 측정하는 웹-게이지(web-gauge) 및 온도 측정기 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0065] 도 2를 참조하면, 상기 측정부(120a, 120b)는, 전극 시트의 로딩량을 측정하는 웹-게이지(web-gauge)를 포함하며, 상기 측정부(120)는, 오븐(110)의 입구 및 출구 각각에 설치되어, 전극 시트의 건조 전 로딩량과 전극 시트의 건조 후 로딩량을 측정할 수 있다. 상기 측정부는, 고형분 함량을 도출하기 위해, 연산부를 더 포함할 수 있고, 상기 연산부는 미리 입력된 계산식을 통해, 측정된 로딩량으로부터 전극 활물질 층(12)의 고형분 함량을 도출할 수 있다. 로딩량으로부터 고형분 함량을 도출하는 수식은, 당해 기술 분야에 공지된 것을 이용할 수 있다.
- [0066] 전극 시트의 건조 수준이, 과다한 경우(과건조)에는 고형분 함량이 기준값보다 높게 나타나고, 전극 시트의 건조 수준이, 충분하지 못한 경우(미건조)에는 고형분 함량이 기준값보다 낮게 나타나므로, 고형분 함량은 전극 시트의 건조 수준을 파악할 수 있는 지표가 될 수 있다.
- [0068] 본 발명에 따른 전극의 건조 자동 제어 시스템(100)은, 제어부(130)를 포함한다. 상기 제어부(130)는, 상기 측정부(120a, 120b)로부터 수신한 건조량 정보를 바탕으로 전극의 건조 수준을 판단하고, 상기 판단된 건조 수준에 따라 상기 오븐(110)의 건조 세기를 제어해, 전극 시트의 건조량을 실시간으로 보정할 수 있다.
- [0069] 전극 시트의 건조량을 실시간으로 보정하기 위해서, 상기 측정부는, 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수집하도록 설정되고, 상기 제어부는, 상기 측정부로부터 건조량 정보를 수신할 때마다, 전극 시트의 건조 수준을 판단해, 오븐의 건조 세기를 주기적으로 제어한다.
- [0070] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극의 건조 자동 제어 시스템의 구성을 나타낸 블록도로, 도 3을 참조하면, 본 발명의 제어부(130)는, 상기 측정부(120)에 의해 수집된 건조량 정보, 건조 수준 판단의 기준이 되는 건조량 설정값이 입력되는 데이터 입력부(131); 상기 건조량 정보와 설정값을 비교하여, 전극 시트의 건조 수준을 판단하고, 이에 따라 오븐 내 건조 세기의 증감 여부 및 증감량을 결정하는 판단부(132); 및 상기 판단부(132)의 판단 결과에 기반하여, 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 명령부(133)를 포함할 수 있다.
- [0071] 상기 데이터 입력부(131)는, 상기 측정부(120)로부터 전극 시트의 건조 전/후 로딩량 또는/및 전극 표면의 온도와 같은 건조량 정보를 송출받을 수 있고, 전극 시트의 건조 수준이 과건조인지 미건조인지 여부를 판단할 수 있도록 하는 기준값을 입력받을 수 있다. 그리고 데이터 입력부를 통해 입력된 건조량 정보 및 기준값은 판단부(132)에 전송된다.
- [0072] 상기 판단부(132)는, 데이터 입력부(131)로부터 전송받은 건조량 정보와 기준값을 비교하여 전극 시트의 건조 수준이 과건조인지, 미건조인지, 정상 건조인지 여부를 결정하며, 또한 판단부(132)는 건조량 정보와 기준값의 수치를 비교하여 과건조 또는 미건조의 정도를 정량적으로 파악해, 건조 세기의 제어 방법을 결정한다.
- [0073] 상기 제어부는, 상기 오븐의 건조 세기를 증감하기 위해서, 상기 열풍 노즐, 상기 히터 및 전극 시트가 주행되

도록 하는 이송 롤러의 주행 속도 중의 하나 이상을 제어한다. 제어부가 이와 같은 오븐의 건조 세기를 제어하기 위해, 상기 명령부(133)는, 상기 판단부가 결정한 건조 세기의 증감량에 따른 운전 조작 명령을 상기 오븐에 송출한다.

- [0074] 상기 오븐은 상기 제어부의 명령부로부터 받은 운전 조작 명령에 따라 오븐 내 건조 세기를 증감할 수 있다. 오븐은 건조 수단으로서 전극 시트에 열풍을 공급하여 대류열을 가해주는 열풍 노즐; 및/또는 전극 시트에 복사열을 가해주는 히터를 포함하는데, 상기 운전 조작 명령에 따라 열풍 노즐로부터 분사되는 열풍의 온도, 풍속, 풍량, 상기 히터의 온도 중 하나 이상의 조건을 변경하여 전극 시트의 건조량을 보정할 수 있게 된다.
- [0075] 또한, 상기 열풍 노즐 및/또는 히터의 운전 조작 외에 전극 시트를 이송하는 이송 롤러의 회전 속도를 제어함으로써 건조량 보정을 수행할 수도 있다.
- [0076] 제어부에 의한 위와 같은 건조 세기의 제어는, 1회로 그치는 것이 아니라, 일정한 시간적 간격마다 주기적으로 수행된다. 하나의 구체적 예에서, 상기 제어부는, 5분 내지 20분의 주기로, 상기 오븐의 건조 세기를 반복적으로 제어할 수 있으며, 바람직하게는 6분 내지 15분을 주기로, 건조 세기를 제거할 수 있으나, 건조 세기의 제어 주기는 이에 한정되지 않는다.
- [0077] 또한, 상기 측정부도, 상기 제어부에 의한 건조 세기 제어에 연동하여, 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수집하도록 설정된다. 하나의 구체적 예에서, 상기 측정부는, 상기 제어부에 의한 건조 세기 제어가 예정된 시점 직전의 1분 내지 5분 동안 건조량 정보를 수집한다. 즉, 상기 측정부는, 제어부가 오븐의 건조 세기를 제어하고, 바로 전극 시트의 건조량 정보를 수집하는 것이 아니라, 제어부에 의한 건조 세기가 제어가 수행되고, 일정한 시간이 지난 후에, 전극 시트의 건조량 정보를 수집한다. 이는, 오븐의 건조 세기 변경에 따른 건조량 보정 효과가 나타나는 데에 소정의 시간이 필요하기 때문이다.
- [0078] 상기 측정부는, 상기 소정의 시간 동안 수집한 건조량 정보의 평균값 또는 중위값을, 건조량 정보의 대표값으로 하여, 이를 상기 제어부로 송출할 수 있다.
- [0079] 본 발명의 건조 자동 제어 시스템은, 상기 제어부가, 상기 복수의 건조 구간 중, 전단 건조 구간을 제외한 나머지 건조 구간들에 대해서, 건조 세기를 제어한다. 전단 건조 구간이란, 오븐의 입구에 위치한 건조 구간을 의미한다. 하나의 구체적 예에서, 오븐의 입구로부터 출구에 이르기까지 배치된 건조 구간들이 순차로, 제 1 건조 구간 내지 제 N 건조 구간으로 구획된다면, 전단 건조 구간은 제 1 건조 구간 내지 N/3 건조 구간까지를 의미하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0080] 이와 같은 전단 건조 구간에서는, 전극 시트가 오븐에 투입된지 얼마 되지 않았으므로, 안정화 구간이기 때문에, 전단 건조 구간에서 건조 세기를 증감하더라도, 이에 따른 건조량 보정 효과가, 그 이후 구간에서의 건조량 보정 효과와 비교해 미비하다. 따라서, 본 발명의 제어부는 오븐을 구획하는 복수의 건조 구간 중, 전단 건조 구간을 제외한 나머지 건조 구간에서, 건조 세기를 증감하도록 제어한다.
- [0081] 하나의 구체적 예에서, 상기 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을, 정상, 과건조, 미건조, 심한 과건조 및 심한 미건조의 5개의 등급 중의 하나로 판단할 수 있다. 상기 제어부는, 설정된 기준값을 기준으로 전극 시트의 건조 수준을 판단하는데, 측정부에 의해 수집된 건조량 정보가, 설정된 기준값을 벗어나지만, 그 차이가 근소하다면 과건조 또는 미건조로 판단하고, 측정부에 의해 수집된 건조량 정보가, 설정된 기준값과 차이가 큰 경우에는, 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한다.
- [0082] 본 발명의 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을, 단순히 정상, 과건조, 미건조 상태로만 구분하지 않고, 여기에 더하여 과건조 및 미건조의 정도를 정량적으로 파악해, 심한 과건조 및 심한 미건조의 등급도 구분한다. 이에 따라 건조 수준에 따라, 보다 최적화된 건조 세기의 제어를 수행할 수 있다.
- [0083] 구체적으로, 전극 시트의 건조 수준이 정상인 경우에는, 건조 세기를 변경할 필요가 없으므로, 상기 제어부는 오븐의 건조 세기를 증감하는 제어를 수행하지 않는다. 즉, 오븐에 건조 세기의 증감을 위한 명령을 송출하지 않는다.
- [0084] 본 발명의 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 심한 과건조로 판단한 경우에, 상기 오븐의 건조 세기를 감소하도록 제어하고, 전극 시트의 건조 수준을 미건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 상기 오븐의 건조 세기를 증가하도록 제어한다.
- [0085] 또한 본 발명의 제어부는, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단한 경우에는, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하도록 제어하고, 전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한

경우에, 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어한다.

- [0086] 전극 시트의 건조 수준이 과건조 또는 미건조인 경우는, 전극 시트의 건조 수준이, 기준값과 근소한 차이가 있는 경우이므로, 복수의 건조 구간에 대해 일률적으로 건조 세기를 증감하는 경우, 오히려 역효과를 낼 수 있다. 예컨대, 미건조 상태를 보정하기 위해, 모든 건조 구간에 대해 건조 세기를 증가시키면, 전극 시트가 필요 이상으로 건조되어 과건조를 야기할 수 있으므로, 본 발명의 제어부는 우선 하나의 건조 구간에서 건조 세기를 증가하도록 제어하고, 측정부로부터 건조량 정보를 피드백 받아, 그 결과에 따라 후속 제어를 수행한다.
- [0087] 그리고, 후속 제어를 수행함에 있어서, 피드백 받은 건조량 정보가 기준값을 벗어나, 여전히 미건조 상태로 판단된다면, 이전에 건조 세기를 제어했던 건조 구간의 다음 건조 구간에서 건조 세기를 증가하도록 제어한다. 또한, 이와는 다르게 피드백 받은 건조량 정보가 기준값의 범위에 해당된다면, 건조 세기의 증감이 필요하지 않은 경우이므로, 건조 세기의 증감하는 제어를 수행하지 않는다.
- [0088] 또한, 본 발명의 제어부는, 전극 시트의 건조 수준이 과건조로 판단되어, 건조 세기를 감소하는 제어를 수행할 때에는, 후단 건조 구간부터 중단 건조 구간에 이르기까지 순차적으로 건조 세기를 감소시키는 제어를 수행하고, 반대로 전극 시트의 건조 수준이 미건조로 판단되어, 건조 세기를 증가하는 제어를 수행할 때에는, 중단 건조 구간으로부터 후단 건조 구간에 이르기까지 순차적으로 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행할 수 있다. 이렇게 과건조와 미건조에 따라, 건조 세기의 제어 순서를 다르게 하는 것은, 건조량 보정 효율을 높이기 위함이다.
- [0089] 위와 같이, 건조 구간의 시계열적 순서에 따라 순차적으로 건조 세기를 제어할 때에는, 중단 건조 구간에 대해서는, 건조 세기를 제어하지 않는데, 전단의 건조 구간은 초기 건조 구간으로, 건조 세기를 제어하더라도 건조량의 보정 효과가 작기 때문에, 건조량 보정의 효율성을 높이기 위해, 중단 건조 구간 이후의 건조 구간에 대해서, 순차 제어를 실시한다.
- [0090] 한편, 전극 시트의 건조 수준이 심한 과건조 또는 심한 미건조인 경우는, 전극 시트의 건조 수준이, 기준값과 비교해 그 차이가 상대적으로 큰 경우로, 일부 건조 구간에서만 건조 세기를 증감하는 경우, 건조량 보정 효과가 미비하다. 따라서, 이러한 경우에는, 건조 세기의 증감량을 상대적으로 크게 하기 위해서, 본 발명의 제어부는 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어한다.
- [0091] 구체적으로 전극 시트의 건조 수준이 심한 과건조로 판단되어, 건조 세기를 감소하는 제어를 수행할 때에는, 제어부는, 중단 건조 구간 및 후단 건조 구간에 이르는 건조 구간에서, 동시에 건조 세기를 감소하는 제어를 수행한다. 반대로 전극 시트의 건조 수준이 심한 미건조로 판단되어, 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행할 때에는, 제어부는 중단 건조 구간 및 후단 건조 구간에 이르는 건조 구간에서, 동시에 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행한다.
- [0093] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전극 건조 자동 제어 시스템의 구조를 나타낸 개략도이다. 도 4를 참조하면, 오븐의 입구 및 출구에 각각 전극 시트의 로딩량 측정을 위한 웹-게이지(221a, 221b)가 설치되어 있고, 제 1 건조 구간(211)과 제 2 건조 구간(212)의 사이, 제 2 건조 구간(212)과 제 3 건조 구간(213)의 사이 및 오븐의 출구에 각 온도 측정기(222)가 설치되어 있다. 상기 온도 측정기는 전극 표면의 온도를 측정할 수 있다. 아울러, 도 4에서는 온도 측정기(222)가 전극 시트(10)의 상부에 위치하는 것으로 도시되었으나, 전극 활물질층이 집전체의 양면에 형성된 경우 상기 온도 측정기(222)가 전극의 상부 및 하부에 모두 위치할 수 있다.
- [0094] 하나의 예에서, 상기 온도 측정기(222)는 오븐(110) 내부에 위치하여 전극 시트(10) 표면의 온도를 측정할 수 있다. 상기 온도 측정기는 전극 표면의 온도를 측정할 수 있는 것이라면 그 종류는 한정되지 아니하며, 구체적으로는 열전대와 같은 온도 센서 또는 열화상 카메라일 수 있다.
- [0095] 상기 온도 측정기(222)가 열화상 카메라인 경우에는 오븐의 외벽을 관통하여 배치될 수 있고, 열화상 카메라가 지나친 고온에 노출되는 것을 방지하기 위하여, 오븐(210) 내에서 상대적으로 저온인 곳에 위치하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 열화상 카메라는 오븐(210) 내의 열풍 노즐(214) 및 히터(215)에 의해 촬영 시야가 가리지 않는 곳에 위치하는 것이 바람직하다. 따라서 열화상 카메라는 열풍 노즐(214) 및 적외선 히터(215)가 미배치된 곳에 위치할 수 있다.
- [0097] 또한, 오븐 내부에 설치된 온도 측정기의 파손을 방지하기 위해, 상기 온도 측정기를 냉각하는 냉각 장치(미도

시)를 더 포함할 수 있다. 상기 냉각 장치는 온도 측정기가 오븐 내 고온 환경에 의해 손상되는 것을 방지하여 지속적인 전극 표면의 온도 측정을 가능하게 한다.

[0098] 상기 냉각 장치는 오븐 내부의 온도 변화를 방지하기 위해 오븐의 외부에서 상기 온도 측정기에 체결 또는 부착될 수 있다. 상기 냉각 장치는 온도 측정기를 냉각할 수 있으면 그 형상에 특별한 제한은 없으나, 예를 들어 온도 측정기를 감싸며, 내부에 냉매 등이 포함된 쿨링 자켓(cooling jacket)일 수 있다.

[0100] 또한, 본 발명은 전극 건조 자동 제어 방법을 제공한다.

[0101] 도 5는 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 방법의 순서를 나타낸 흐름도이다.

[0102] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 방법은, (a) 복수의 건조 구간으로 구획되고, 건조 수단을 구비한 오븐에 전극 시트를 투입하는 단계; (b) 측정부를 통해 전극 시트의 건조량 정보를 수집하는 단계; 및 (c) 상기 수집된 건조량 정보와 기준값을 비교하여 전극의 건조 수준을 판단하고, 판단된 건조 수준에 따라, 상기 오븐의 건조 세기를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 (c) 단계는, 복수의 건조 구간들을 독립적으로 제어한다.

[0103] 본 발명의 전극 건조 자동 제어 방법에 따르면, 상기 (b) 단계는, 일정한 시간적 간격마다 주기적으로, 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 상기 (c) 단계는, 상기 (b) 단계에 의해 건조량 정보를 수신할 때마다, 전극 시트의 건조 수준을 판단해, 오븐의 건조 세기를 주기적으로 제어한다. 따라서, 본 발명의 전극 건조 자동 제어 방법은, 실시간으로 전극 시트의 건조량 정보를 피드백 받아, 설정된 기준값에 부합하도록 건조량을 보정하므로, 자동으로 건조량을 균일하게 제어할 수 있다.

[0104] 이하 본 발명에 따른 전극 건조 자동 제어 방법의 각 단계에 대해 자세히 설명한다.

[0106] <전극의 제조>

[0107] 먼저, 집전체 시트 상에 전극 활물질을 포함하는 전극 형성용 슬러리를 도포하여 전극 시트가 제조된다. 상기 전극 시트에 관한 구체적인 내용은 앞서 설명한 바와 동일하다. 전극 시트가 제조되면, 앞서 설명한 바와 같은 오븐에 투입하여 건조를 시작한다.

[0109] <전극 시트의 건조 및 건조량 정보 수집>

[0110] 전극 시트가 오븐에 투입되면, 전극 시트는 오븐 내부를 주행하면서, 히터 및 열풍 노즐과 같은 건조 수단에 의해, 슬러리 내의 용매가 제거되어 건조된다. 그리고, 측정부는 전극 시트의 건조량 정보를 수집한다. 상기 건조량 정보는, 전극 시트의 고형분 함량 및 전극 시트 표면의 온도 중의 하나 이상이다. 측정부에 의한 건조량 정보의 수집 과정은, 오븐의 내부 또는 외부에 설치된 온도 측정기를 통해 전극 시트의 표면 온도를 측정하거나, 또는 오븐의 입구 및 출구에 각 설치된 웹-게이지와 같은 전극 로딩량 측정 수단을 통해 이루어진다.

[0111] 하나의 구체적 예에서 측정부는, 건조 전/후 전극 시트의 로딩량으로부터 고형분 함량을 계산하는 연산부를 더 포함할 수 있다.

[0113] <건조 수준 판단 및 건조 세기 제어>

[0114] 상기 측정부로부터 고형분 함량 또는 전극 시트 표면의 온도와 같은 건조량 정보를 수득하게 되면, 이를 기준값과 비교하여 전극 시트의 건조 수준을 판단하는 단계가 수행된다. 측정된 건조량이 기준값과 비교해 작은 경우에는 건조가 충분치 못한 것이므로, 건조 세기를 증가시키기 위해, 오븐 내의 열풍 노즐의 열풍 온도, 풍속, 풍량 및 히터의 온도 중 하나 이상의 인자를 증가시킬 수 있다. 반대로 측정된 건조량이 기준값과 비교해 큰 경우에는 과건조가 일어나 것이므로, 건조 세기를 감소시키기 위해 오븐 내의 열풍 노즐의 열풍 온도, 풍속, 풍량 및 히터의 온도 중 하나 이상의 인자를 감소시킬 수 있다.

[0115] 한편, 오븐은 전술한 바와 같이 복수의 건조 구간으로 구획 가능하고, 이들은, 전단 건조 구간, 중단 건조 구간 및 후단 건조 구간으로 구분될 수 있는데, 본 발명의 전극 건조 자동 제어 방법은, 전단 건조 구간에서는, 건조

세기의 제어를 수행하지 않는다. 전단 건조 구간은 코팅 공정을 종료한 직후의 전극 시트가 건조되는 초기 건조 구간으로, 전극 시트가 안정화되는 초기 건조 구간에서 건조 세기를 주기적으로 변경하는 것은 바람직하지 않고, 건조량 보정 효율 측면에서, 중단 건조 구간 및 후단 건조 구간에서의 건조량 보정으로 족하기 때문이다.

- [0116] 따라서, 건조 세기의 제어가 필요한 경우라도, 전단 건조 구간에 대해서는, 전단 건조 구간내 구비된 열풍 노즐 또는 히터의 운전 조건을 변경하지 않고, 중단 건조 구간 및 후단 건조 구간 내에 설치된 열풍 노즐 또는 히터의 운전 조건을 변경해 건조 세기를 제어한다.
- [0117] 또한, 본 발명의 전극 건조 자동 제어 방법은, 상기와 같은 방법으로 판단된 전극 시트의 건조 수준과, 목표로 하는 설정 건조 수준과의 정량적 차이에 따라 제어 방법을 달리할 수 있다. 구체적으로, 상기 (c) 단계는, 전극 시트의 건조 수준을, 판단함에 있어서, 정상, 과건조, 미건조, 심한 과건조 및 심한 미건조의 5개의 등급 중의 하나로 판단하고, 등급에 따라 제어 방법을 달리한다.
- [0118] 본 발명의 제어방법은, 측정부에 의해 수집된 전극 시트의 건조량 정보와, 목표로 하는 기준값을 비교하였을 때, 전극 시트의 건조량 정보가 기준값에 부합하면, 정상으로 판단하고, 측정부에 의해 수집된 전극 시트의 건조량 정보와 기준값을 비교하였을 때, 그 차이가 소정의 범위 내라면, 과건조 또는 미건조로 판단하며, 그 차이가 소정의 범위를 초과해 큰 경우라면, 해당 전극 시트의 건조 수준은 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한다.
- [0119] 예컨대, 전극 시트의 건조 수준을 고형분 함량을 통해 판단하고, 미리 설정된 고형분 함량의 기준값이 88% 내지 89%인 경우를 가정하면, 측정부가 수집한 전극 시트의 건조량 정보가, 상기 기준값과 비교해  $\pm 1\%$  이내의 값인 경우는, 과건조 또는 미건조로 판단하고, 측정부가 수집한 전극 시트의 건조량 정보가, 상기 기준값과 비교해  $\pm 1\%$ 를 초과하는 값인 경우에는, 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단하며, 측정부가 수집한 전극 시트의 건조량 정보가, 상기 기준값 범위에 포함되는 경우에는 정상으로 판단하는 것이다.
- [0120] 본 발명의 전극 건조 자동 제어 방법은, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단한 경우에, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하도록 제어하고, 전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조 또는 심한 미건조로 판단한 경우에, 두 개 이상의 건조 구간들의 건조 세기를 함께 증감하도록 제어한다. 그리고, 전극 시트의 건조 수준을 정상으로 판단한 경우에는, 오븐의 건조 세기가 적절한 것이므로, 오븐의 건조 세기를 증감하는 제어를 수행하지 않는다.
- [0121] 전극 시트의 건조 수준이 과건조 또는 미건조인 경우에는, 우선 하나의 건조 구간에 대해서 건조 세기를 증감시키고, 건조 세기의 증감에 따른 건조량 보정 효과가 나타날 때까지 일정 시간이 경과된 후, 측정부로부터 건조량 정보를 피드백 받아 건조 수준을 다시 판단해, 그에 따른 오븐의 건조 세기 제어를 수행함으로써, 보다 정밀하게 건조량을 보정할 수 있다.
- [0122] 그리고, 전극 시트의 건조 수준을 과건조 또는 미건조로 판단하여, 하나의 건조 구간에 대해 건조 세기를 증감하는 방법은, 과건조와 미건조에 따라서도 그 방법이 다를 수 있다. 구체적으로, 전극 시트의 건조 수준을 과건조로 판단한 경우에, 건조 세기를 감소시키는 제어를 해야하는데, 이때 오븐의 출구로부터 가까운 건조 구간부터 순차적으로 건조 세기를 감소시킨다. 가령, 복수의 건조 구간들로 구획된 오븐에서, 입구로부터 출구까지의 각 건조 구간들에 순번을 매겨서, 제 1 건조 구간 내지 제 N 건조 구간으로 칭한다면, 전극 시트의 건조 수준을 과건조로 판단한 경우, 오븐의 출구와 가장 가까운 제 N 건조 구간에서 건조 세기를 감소시키는 제어를 수행한다. 그리고 일정한 시간이 경과되어, 측정부가 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 이를 기준값과 비교하였을 때, 만약 전극 시트의 건조 수준이 여전히 과건조라면, 이번에는 N-1 건조 구간에서 건조 세기를 감소시키는 제어를 수행한다.
- [0123] 이와 반대로, 전극 시트의 건조 수준을 미건조로 판단한 경우에는, 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행해야 하는데, 이 때에는 과건조와 다르게, 오븐의 입구로부터 가까운 건조 구간부터 순차적으로 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행한다. 본 발명에서는, 오븐의 입구와 가까운 초기 건조 구간에서는 본 발명의 건조 세기를 증감하는 제어를 수행하지 않으므로, 가령 제 1 건조 구간 내지 제 8 건조 구간이 초기 건조 구간이라면, 이들 건조 구간의 다음인 제 9 건조 구간에서, 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행한다. 그리고 일정한 시간이 경과되어, 측정부가 전극 시트의 건조량 정보를 수집하고, 이를 기준값과 비교하였을 때, 만약 전극 시트의 건조 수준이 여전히 미건조라면, 이번에는 제 10 건조 구간에서 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행한다.
- [0124] 한편, 전극 시트의 건조 수준이 심한 과건조 또는 심한 미건조인 경우에는, 하나의 건조 구간에 대해서만 건조 세기를 변경하는 것으로는, 건조량 보정 효과가 나타나기에 충분하지 않을 수 있으므로, 두 개 이상의 건조 구

간들의 건조 세기를 동시에 증감하도록 제어함으로써, 전극 시트의 건조 수준에 따른 적절한 건조 세기의 제어를 수행할 수 있다.

[0126] 상기와 같이 오븐의 건조 세기를 증감하는 제어를 수행한 후에는, 일정 시간 동안 증감된 건조 세기로 전극 시트를 건조하는 과정을 수행한다. 이에 따라 증감된 건조 세기에 의해, 전극 시트의 건조량이 일정량 보정될 수 있다. 그리고 다시 전극 시트의 건조 수준을 파악하기 위해 전술한 바와 같은 방법으로 건조량 정보 수집 과정을 수행한다.

[0127] 이때, 건조량 정보 수집은, 후속하는 건조 세기 제어가 예정된 시점 직전의 1분 내지 5 분 동안 건조량 정보를 수집하는 것일 수 있다. 즉, 다음의 건조 세기제어를 수행하기 직전의 2분 동안, 또는 다음의 건조 세기 제어를 수행하기 직전의 3분 동안, 또는 다음의 건조 세기 제어를 수행하기 이전의 4분 동안, 전극 시트의 건조량 정보를 수집할 수 있다. 그리고 이렇게 소정의 시간 동안 수집된 건조량 정보의 평균값 또는 중위값을 건조량 정보로 파악할 수 있다.

[0128] 이 같이 파악된 건조량 정보를 바탕으로 전술한 바와 동일하게 전극 시트의 건조 수준을 판단하고 오븐의 건조 세기를 제어하는 과정을 수행하며, 건조량 정보 수집 과정, 건조 수준 판단 및 건조 세기 제어 과정을 주기적으로 반복하여 수행함으로써, 전극 시트의 건조 수준을 균일하게 제어할 수 있다.

[0130] 이하, 본 발명의 실시예를 통해 본 발명의 자동 제어 시스템을 보다 상세히 설명하기로 한다. 아래의 표 1은 본 발명의 일 실시예에서, 전극 시트의 건조 수준을 판단하는 기준값과, 이에 따른 판단 결과 및 제어 방법을 나타내고 있다.

표 1

기준값	측정부에서 수집한 전극 시트의 고형분 함량	건조 수준 판단	건조 세기 제어방법
기준값: 고형분 함량이 88%~89%	87% 미만	심한 미건조	전단 건조 구간을 제외한 건조 구간에서, 건조 세기를 증가시킴 (투 플러스 제어)
	87% 이상 88% 미만	미건조	전단 건조 구간의 다음 건조 구간에서 부터 건조 세기를 증가시킴 (원 플러스 제어)
	88%~89%	정상	건조 세기 제어를 수행하지 않음.
	89% 초과 90% 이하	과건조	전단 건조 구간을 제외한 건조 구간 중, 후단의 건조 구간에서 부터 건조 세기를 감소시킴. (원 마이너스 제어)
	90% 초과	심한 과건조	전단 건조 구간을 제외한 건조 구간에서 건조 세기를 감소시킴 (투 마이너스 제어)

[0133] 상기 표 1을 참조하면, 설정된 고형분 함량의 기준값은 88 %내지 89%이다. 만약 측정된 고형분 함량이 상기 설정값보다 작은 경우에는 그 만큼 건조가 충분치 못한 것이므로, 건조 세기를 증가시키고, 반대로 측정된 고형분 함량이 상기 설정값보다 큰 경우에는 그 만큼 과건조가 된 것이므로, 건조 세기를 감소시킨다.

[0134] 오븐의 입구로부터 출구에 이르기까지 순차 배열된 복수의 건조 구간들을, 각각 제 1 건조 구간, 제 2 건조 구간... 제 N-1 건조 구간, 제 N 건조 구간으로 구분하여, 건조 세기 제어 방법을 상세히 설명한다.

[0135] 우선, 측정된 고형분 함량이 88% 내지 89%의 범위 내에 있다면, 건조 수준이 정상이므로, 종전의 건조 세기를 유지해도 되므로, 건조 세기를 증감하는 제어를 수행할 필요가 없다.

[0136] 측정된 고형분 함량이, 87% 미만이어서 심한 미건조로 판단한다면, 전단 건조 구간을 제외한 건조 구간에 대해서, 건조 세기를 증가시키는 제어를 수행한다. 전단 건조 구간이 제 1 건조 구간부터 제 N/3 까지라면, 그 다음



의 건조 구간부터 제 N 건조 구간에서, 건조 세기를 증가시킨다. 이를 편의상 투 플러스 제어로 칭한다.

[0137] 측정된 고형분 함량이, 90%를 초과하여 심한 과건조로 판단한다면, 전단 건조 구간을 제외한 건조 구간에 대해서, 건조 세기를 감소시키는 제어를 수행한다. 이를 편의상 투 마이너스 제어로 칭한다.

[0138] 측정된 고형분 함량이, 87% 이상 88% 미만이어서 미건조로 판단한다면, 전단 건조 구간의 다음 건조 구간에서 건조 세기를 증가시킨다. 이를 편의상 원 플러스 제어로 칭한다. 원 플러스 제어는, 후속하는 건조 세기 제어 시, 이미 건조 세기를 증가시킨 건조 구간에 대해서는 건조 세기를 증가시키지 아니하고, 다음의 건조 구간에서 건조 세기를 증가시킨다. 예컨대, 제 5 건조 구간에서 원 플러스 제어를 수행해, 제 5 건조 구간의 건조 세기를 일정한 양 증가시키는 제어를 수행하고, 일정한 시간이 경과한 후, 측정부로부터 수집한 고형분 함량이 87.5% 라면 여전히 미건조 상태므로 원 플러스 제어를 수행해야 하는데, 이 때에는 제 5 건조 구간의 다음 구간인 제 6 건조 구간의 건조 세기를 일정한 양 증가시키는 제어를 수행하며, 제 5 건조 구간의 건조 세기는 변경하지 않는다.

[0139] 측정된 고형분 함량이, 89% 초과 90% 이하여서, 과건조로 판단한다면, 전단 건조 구간을 제외한 건조 구간 중, 오븐의 출구와 가까운 후단의 건조 구간에서 부터 건조 세기를 감소시킨다. 이를 편의상 원 마이너스 제어로 칭한다. 원 마이너스 제어는, 다음의 건조 세기 제어 시, 이미 건조 세기를 감소시킨 건조 구간에 대해서는, 건조 세기를 감소시키지 아니하고, 그 이전의 건조 구간에서 건조 세기를 감소시킨다. 예컨대, 제 15 건조 구간에서 원 마이너스 제어를 수행해, 제 15 건조 구간의 건조 세기를 일정한 양 감소시키는 제어를 수행하고, 일정한 시간이 경과한 후, 측정부로부터 수집한 고형분 함량이 89.8% 라면, 여전히 과건조 상태이므로, 원 마이너스 제어를 수행해야 하는데, 이 때에는, 제 15 건조 구간의 이전인 제 14 건조 구간의 건조 세기를 일정한 양 감소시키는 제어를 수행하며, 제 15 건조 구간의 건조 세기를 변경하는 제어를 수행하지 않는다.

[0141] 이하, 하기 표 2를 참조하여, 본 발명의 제어 시스템 및 제어 방법을 보다 상세히 설명한다.

표 2

[0142]

순번	시각	고형분 함량	제 10 건조 구간	제 11 건조 구간	제 12 건조 구간	제어 방법
1	09:25	87.9	1	1	1	-
2	09:35	87.6	2	1	1	원 플러스제어
3	09:45	NA	-	-	-	미코팅이므로 제어X
4	09:55	91.8	1	0	0	투 마이너스 제어
5	10:05	88.2	1	0	0	Target
6	10:15	87.7	1	1	0	원 플러스 제어
7	10:25	87.4	1	1	1	원 플러스 제어
8	10:35	87.2	2	1	1	원 플러스 제어
9	10:45	87.5	2	2	1	원 플러스 제어
10	10:55	87.3	2	2	2	원 플러스 제어
11	11:05	87.3	2	2	2	상한
12	11:15	94.6	1	1	1	투 마이너스 제어
13	11:25	88.4	1	1	1	Target
14	11:35	87.8	2	1	1	원 플러스 제어
15	11:45	87.6	2	2	1	원 플러스 제어

[0144] 상기 표 2를 참조하면, 순번 1 에서 순번 15까지 10분 간격으로 고형분 함량을 측정하고, 이에 따라 건조 세기를 증감하는 제어를 수행하였다(다만, 순번 3은 미코팅부이므로 고형분 함량을 측정하지 않음). 그리고 각 순번 별로, 측정된 고형분 함량에 따른 제어 방법이 표 2의 마지막 열에 기재되어 있다. 또한, 제 10 내지 제 12 건조 구간 열에, 각 기재된 0,1,2의 숫자는 건조 세기의 증감량을 나타내는 임의의 값이다.

[0145] 상기 표 2를 참조하여, 본 발명의 자동 제어 시스템 및 자동 제어 방법을 자세히 설명한다.

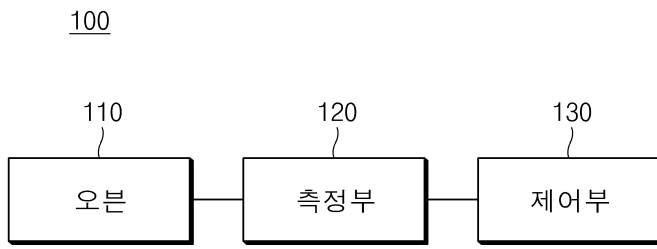
[0146] 순번 2에서는 고형분 함량이 87.6% 이므로, 전극 시트의 건조 수준을 미건조로 판단하고, 원 플러스 제어를 수행한다. 이에 따라 전단에 있는 제 10 건조 구간에 대해서만 건조 세기를 증가시켜, 제 10 건조 구간의 건조 세기는, 순번 1의 건조 세기 1에서 1 만큼 증가한 2가 되고, 나머지 건조 구간에서는 건조 세기를 증가하는 제어

를 수행하지 않아, 순번 1의 건조 세기 1을 그대로 유지한다.

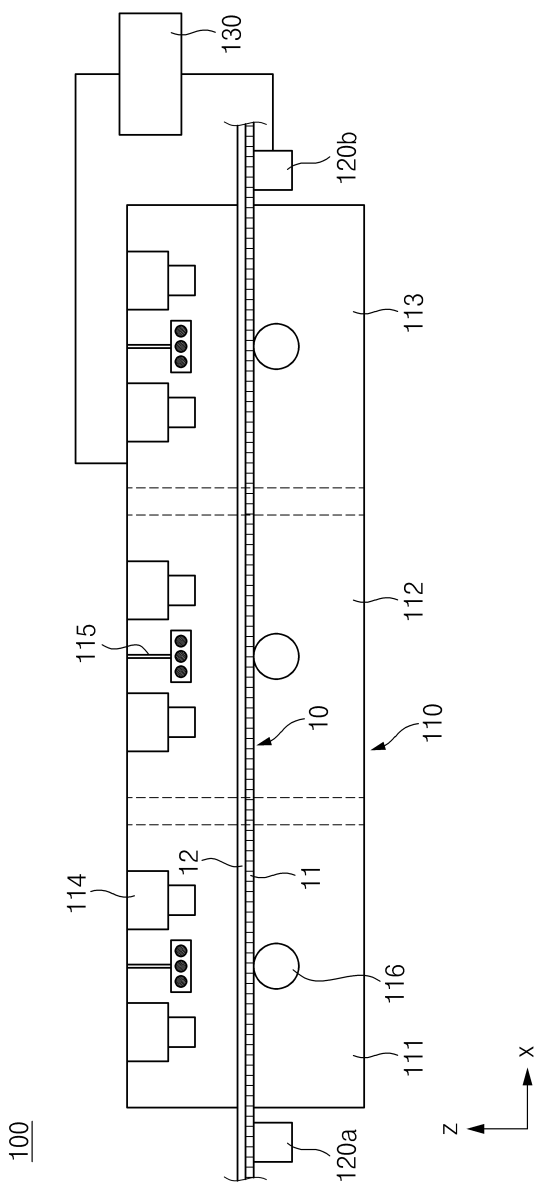
- [0147] 순번 3에서는 미코팅부의 건조이므로, 제어를 수행하지 않는다.
- [0148] 순번 4에서는, 고형분 함량이 91.8% 이므로, 전극 시트의 건조 수준을 심한 과건조로 판단하고, 투 마이너스 제어를 수행한다. 이에 따라 제 10 건조 구간 내지 제 12 건조 구간 모두에 대해서, 건조 세기를 모두 1씩 감소시키는 제어를 수행한다. 이에 따라 순번 2에서의 각 존의 건조 세기 2,1,1에서 1씩 감소한 1,0,0이 되는 것이다.
- [0149] 순번 5에서는, 고형분 함량이 88.2%이므로, 전극 시트의 건조 수준을 정상으로 판단하고, 건조 세기를 증감하는 제어를 수행하지 않는다. 이에 따라 제 10 건조 구간 내지 제 12 건조 구간의 건조 세기는, 순번 4에서의 건조 구간들의 각 건조 세기와 동일하다.
- [0150] 순번 6에서는, 고형분 함량이 87.7% 이므로, 전극 시트의 건조 수준을 미건조로 판단하고, 원 플러스 제어를 수행한다. 이에 따라 순번 2에서 건조 세기를 증가시킨 제 10 건조 구간의 다음 건조 구간인 제 11 건조 구간에서, 건조 세기를 증가시킨다. 이에 따라, 제 10 건조 구간의 건조 세기는 순번 5에서의 건조 세기인 1을 유지하고, 제 11 건조 구간의 건조 세기는, 순번 5 에서 제 11 건조 구간의 건조 세기인 0에서 1만큼 증가시킨 1이 된다.
- [0151] 순번 7에서는, 고형분 함량이 87.4% 이므로, 전극 시트의 건조 수준을 미건조로 판단하고, 원 플러스 제어를 수행한다. 이에 따라 순번 6에서 건조 세기를 증가시킨 제 11 건조 구간의 다음 건조 구간인 제 12 건조 구간에서만, 건조 세기를 1 만큼 증가시킨다. 따라서, 제 10 건조 구간 내지 제 12 건조 구간의 각 건조 세기는, 순번 6에서의 건조 세기 1,1,0에서, 1,1,1이 되는 것이다.
- [0152] 순번 8에서는, 고형분 함량이 87.2% 이므로, 전극 시트의 건조 수준을 미건조로 판단하고, 원 플러스 제어를 수행한다. 앞서서 제 10 건조 구간 내지 제 12 건조 구간에서, 순차적으로 건조 세기를 증가시켰으므로, 다시 제 10 건조 구간에서만 건조 세기를 1만큼 증가시킨다. 이에 따라 제 10 건조 구간 내지 제 12 건조 구간의 각 건조 세기는 순번 7의 1,1,1에서 2,1,1이 되는 것이다.
- [0153] 순번 9 내지 순번 10은 모두 원 플러스 제어를 수행하는데, 그 구체적 방법은 전술한 내용과 동일하다.
- [0154] 순번 11에서는, 고형분 함량이 87.3% 이므로, 전극 시트의 건조 수준을 미건조로 판단하고, 원 플러스 제어를 수행해야 하지만, 앞서 수행한 건조 세기의 제어에 의해, 제 10 건조 구간 내지 제 12 건조 구간의 건조 세기를 상한(2) 만큼 증가시켰으므로, 더 이상 건조 세기를 증가시키지 않기 위해, 제어를 수행하지 않는다.
- [0155] 순번 12 내지 순번 15에서의 제어 방법은, 전술한 내용 중 일부와 동일하므로, 상세한 설명은 생략한다.
- [0156] 도 6은 상술한 실시예에 따라 순번 2 내지 순번 15의 제어에 따라 건조된 전극 시트를 열화상 카메라로 촬영한 사진을 도시하고 있다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자동 건조 제어 시스템에 따라 건조된 전극 시트는 길이 방향을 따라 균일한 온도를 나타내고 있다. 따라서 본 발명의 자동 건조 제어 시스템은 건조 수준이 균일한 전극 시트를 제조하는 효과가 있다.
- [0158] 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 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

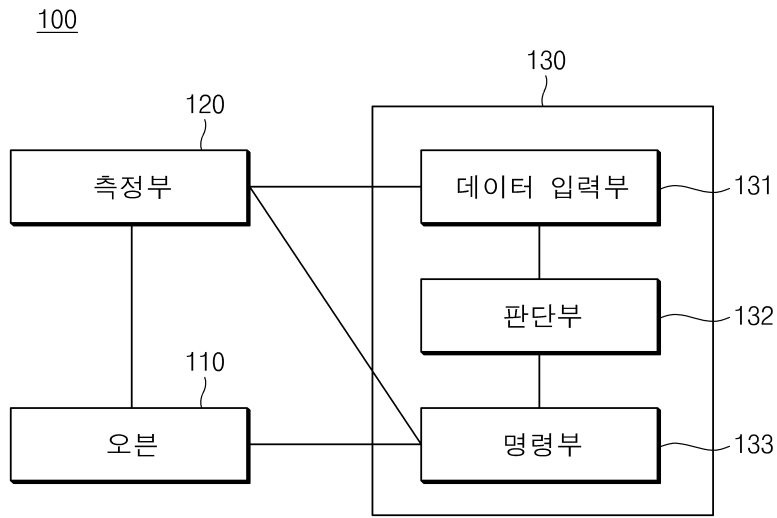
도면1



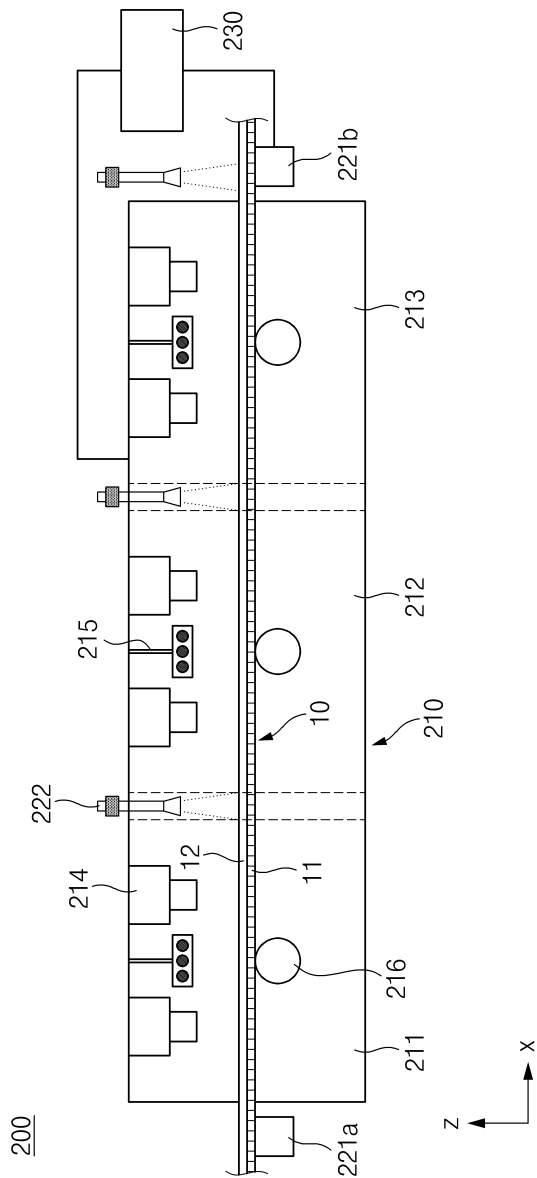
도면2



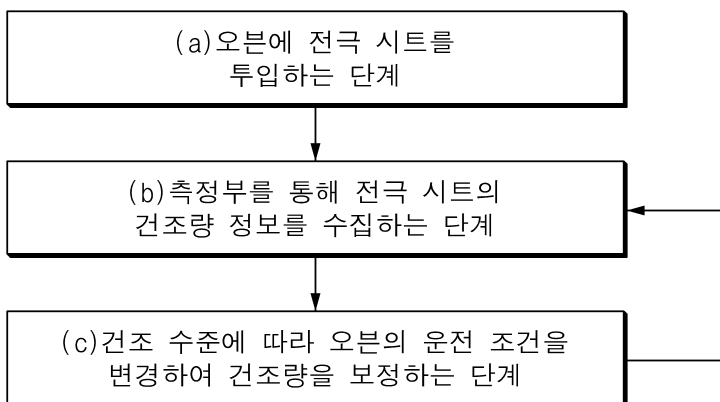
도면3



도면4



도면5



도면6

