



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0007263
(43) 공개일자 2022년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 25/66 (2006.01) G01M 99/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
G01N 25/66 (2013.01)
G01M 99/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0085258
(22) 출원일자 2020년07월10일
심사청구일자 2020년07월10일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
이종진
경상남도 진주시 내동로 348번길 10, 105동 1402호
이도현
울산광역시 중구 도화골길 28 남운력키아파트 101동 1109호
(74) 대리인
특허법인 고려

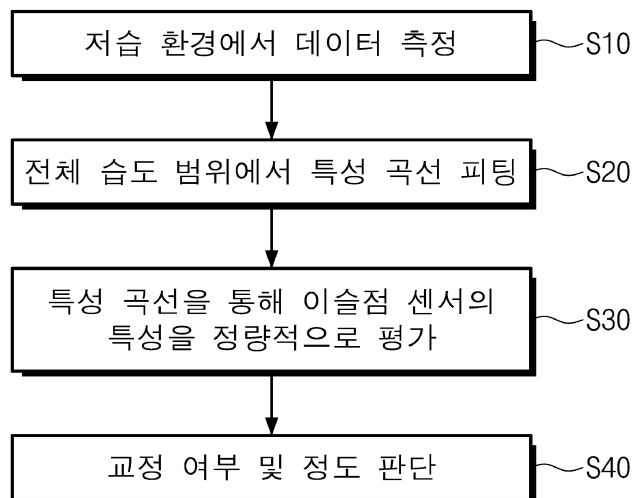
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법

(57) 요약

본 발명은 상대 습도가 80% 이하인 저습 환경에서 데이터를 측정하는 제1 단계, 특성 곡선을 피팅하는 제2 단계, 피팅된 상기 특성 곡선을 통해 이슬점 센서를 정량적으로 평가하는 제3 단계, 및 상기 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 제4 단계를 포함하되, 상기 데이터는 상대 습도에 대한 전기전도도 값이고, 상기 특성 곡선은 상대 습도에 대한 전기전도도를 나타내는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711110308

과제번호 2019R1A2C1007843

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 (유형1-1)중견연구

연구과제명 공기부유입자 중 생물입자 검출 Method 개발 및 센서 적용 - UV-LED / Photodiode를
이용한 시공간 평균방식 생물입자 분포 검출

기 여 율 1/1

과제수행기관명 경상대학교

연구기간 2019.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

상대 습도가 80% 이하인 저습 환경에서 데이터를 측정하는 제1 단계;
 특성 곡선을 피팅하는 제2 단계;
 피팅된 상기 특성 곡선을 통해 이슬점 센서를 정량적으로 평가하는 제3 단계; 및
 상기 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 제4 단계를 포함하되,
 상기 데이터는 상대 습도에 대한 전기전도도 값이고,
 상기 특성 곡선은 상대 습도에 대한 전기전도도를 나타내는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제1 단계는 상기 데이터를 2개 또는 3개 측정하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 제2 단계 이전에 상기 특성 곡선의 x축 및 y축을 변형하는 것을 더 포함하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 특성 곡선의 x축 및 y축을 변형하는 것은 하기 [수학식]에 의해 수행되는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

[수학식]

$$x = \log\left(\frac{RH}{100 - RH}\right)$$

$$y = \log(\sigma_{AC})$$

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 고분자 전도성 입자들을 포함하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제3 단계는 상기 고분자 전도성 입자들의 농도 또는 분산 특성을 정량적으로 평가하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 상대 습도가 증가함에 따라 전기 저항이 증가하고, 전기전도도가 감소하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 교류 인가 시 동일한 상대 습도에서 주파수에 따라 서로 다른 전기전도도를 나타내는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 주파수가 증가할수록 전기전도도가 증가하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 10

상대 습도가 80% 이하인 저습 환경에서 데이터를 측정하는 제1 단계;

특성 곡선을 피팅하는 제2 단계;

피팅된 상기 특성 곡선을 통해 이슬점 센서를 정량적으로 평가하는 제3 단계; 및

상기 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 제4 단계를 포함하되,

상기 데이터는 상대 습도에 대한 전기전도도 값이고,

상기 제2 단계는 하기 [수학식]의 함수에 따라 수행되는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

[수학식]

$$y = y_2 + \frac{y_1 - y_2}{1 + e^{\frac{x - x_0}{dx}}}$$

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 단계는 상기 데이터를 2개 또는 3개 측정하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제1 단계는:

상기 데이터를 2개 측정하는 것;

상기 이슬점 센서로부터 상기 [수학식]의 dx 값의 평균값 및 x_0 값의 평균값을 추출하는 것; 및

상기 특성 곡선으로부터 상기 [수학식]의 y_1 값 및 y_2 값을 결정하는 것을 포함하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제1 단계는:

상기 데이터를 3개 측정하는 것;

상기 이슬점 센서로부터 상기 [수학식]의 dx 값의 평균값을 추출하는 것; 및

상기 특성 곡선으로부터 상기 [수학식]의 y_1 값, y_2 값 및 x_0 값을 결정하는 것을 포함하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 [수학식]의 y_1 , y_2 , x_0 , dx 값들 중 적어도 어느 하나를 통해 상기 이슬점 센서의 정량적 평가와 교정 여부 및 정도 판단이 수행되는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 제2 단계 이전에 상기 특성 곡선의 x 축 및 y 축을 변형하는 것을 더 포함하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 고분자 전도성 입자들을 포함하고,

상기 고분자 전도성 입자들은 흡습성 팽윤제 및 전기전도 물질의 복합체들인 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제3 단계는 상기 고분자 전도성 입자들의 농도 또는 분산 특성을 정량적으로 평가하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 상대 습도가 증가함에 따라 전기 저항이 증가하고, 전기전도도가 감소하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 교류 인가 시 동일한 상대 습도에서 주파수에 따라 서로 다른 전기전도도를 나타내는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 이슬점 센서는 주파수가 증가할수록 전기전도도가 증가하는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 특성 곡선(characteristic curve)의 피팅을 이용한 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적인 습도 센서(humidity sensor)는 공기 중의 상대 습도(relative humidity)에 비례하는 출력을 나타내는 센서이다. 상대 습도란 일정 부피의 공기 중에 실제로 포함되어 있는 수증기량과 포함할 수 있는 최대한의 수증기량을 의미하는 포화 수증기량의 비율로, 포화 수증기량은 온도에 의존한다.

[0003] 반면, 이슬점 센서(dew sensor)는 공기 중의 수증기가 응결되어 물방울로 맺히는 것을 감지하는 센서이다. 이슬점 센서는 공기 중의 절대 수증기량 또는 상대습도와 무관하게 물체의 표면에 실제로 물방울이 맺히기 시작하는 것을 감지할 수 있다. 물방울이 맺히는 조건에 영향을 미치는 변수가 많으므로, 현재 물방울이 맺히기 시작했다는 정보만을 아는 것이 유용할 때가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 기술적 과제는 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법을 통해 이슬점 센서의 정확도를 높이는데 있다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 기술적 과제들을 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법은 상대 습도가 80% 이하인 저습 환경에서 데이터를 측정하는 제1 단계, 특성 곡선을 피팅하는 제2 단계, 피팅된 상기 특

성 곡선을 통해 이슬점 센서를 정량적으로 평가하는 제3 단계, 및 상기 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 제4 단계를 포함하되, 상기 데이터는 상대 습도에 대한 전기전도도 값이고, 상기 특성 곡선은 상대 습도에 대한 전기전도도를 나타낼 수 있다.

[0007] 상기 제1 단계는 상기 데이터를 2개 또는 3개 측정할 수 있다.

[0008] 상기 제2 단계 이전에 상기 특성 곡선의 x축 및 y축을 변형하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 특성 곡선의 x축 및 y축을 변형하는 것은 하기 [수학식]에 의해 수행될 수 있다.

[0010] [수학식]

$$x = \log\left(\frac{RH}{100 - RH}\right)$$

$$y = \log(\sigma_{AC})$$

[0011]

[0012] 상기 이슬점 센서는 고분자 전도성 입자들을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 제3 단계는 상기 고분자 전도성 입자들의 농도 또는 분산 특성을 정량적으로 평가할 수 있다.

[0014] 상기 이슬점 센서는 상대 습도가 증가함에 따라 전기 저항이 증가하고, 전기전도도가 감소할 수 있다.

[0015] 상기 이슬점 센서는 교류 인가 시 동일한 상대 습도에서 주파수에 따라 서로 다른 전기전도도를 나타낼 수 있다.

[0016] 상기 이슬점 센서는 주파수가 증가할수록 전기전도도가 증가할 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법은 상대 습도가 80% 이하인 저습 환경에서 데이터를 측정하는 제1 단계, 특성 곡선을 피팅하는 제2 단계, 피팅된 상기 특성 곡선을 통해 이슬점 센서를 정량적으로 평가하는 제3 단계, 및 상기 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 제4 단계를 포함하되, 상기 데이터는 상대 습도에 대한 전기전도도 값이고, 상기 제2 단계는 하기 [수학식]의 함수에 따라 수행될 수 있다.

[0018] [수학식]

$$y = y_2 + \frac{y_1 - y_2}{1 + e^{\frac{x - x_0}{dx}}}$$

[0019]

[0020] 상기 제1 단계는 상기 데이터를 2개 또는 3개 측정할 수 있다.

[0021] 상기 제1 단계는 상기 데이터를 2개 측정하는 것, 상기 이슬점 센서로부터 상기 [수학식]의 dx 값의 평균값 및 x_0 값의 평균값을 추출하는 것, 및 상기 특성 곡선으로부터 상기 [수학식]의 y_1 값 및 y_2 값을 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 제1 단계는 상기 데이터를 3개 측정하는 것, 상기 이슬점 센서로부터 상기 [수학식]의 dx 값의 평균값을 추출하는 것, 및 상기 특성 곡선으로부터 상기 [수학식]의 y_1 값, y_2 값 및 x_0 값을 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[0023] 상기 [수학식]의 y_1 , y_2 , x_0 , dx 값들 중 적어도 어느 하나를 통해 상기 이슬점 센서의 정량적 평가와 교정 여부 및 정도 판단이 수행될 수 있다.

[0024] 상기 제2 단계 이전에 상기 특성 곡선의 x축 및 y축을 변형하는 것을 더 포함할 수 있다.

- [0025] 상기 이슬점 센서는 고분자 전도성 입자들을 포함하고, 상기 고분자 전도성 입자들은 흡습성 팽윤제 및 전기전도 물질의 복합체들일 수 있다.
- [0026] 상기 제3 단계는 상기 고분자 전도성 입자들의 농도 또는 분산 특성을 정량적으로 평가할 수 있다.
- [0027] 상기 이슬점 센서는 상대 습도가 증가함에 따라 전기 저항이 증가하고, 전기전도도가 감소할 수 있다.
- [0028] 상기 이슬점 센서는 교류 인가 시 동일한 상대 습도에서 주파수에 따라 서로 다른 전기전도도를 나타낼 수 있다.
- [0029] 상기 이슬점 센서는 주파수가 증가할수록 전기전도도가 증가할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법은 저습 환경에서의 데이터 측정을 통해 전체 습도 범위에서의 이슬점 센서의 특성을 예측하고, 이슬점 센서를 정량적으로 평가할 수 있다. 또한, 이슬점 센서의 평가에 따라 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하고, 교정을 통해 이슬점 센서의 정확도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법의 대상이 되는 이슬점 센서의 특성을 나타내는 그래프들이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에 따라 특성 곡선을 피팅하는 방법을 설명하기 위한 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법은 저습 환경에서 데이터를 측정하는 제1 단계(S10), 전체 습도 범위에서 특성 곡선을 피팅하는 제2 단계(S20), 피팅된 특성 곡선을 통해 이슬점 센서의 특성을 정량적으로 평가하는 제3 단계(S30), 및 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 제4 단계(S40)를 포함할 수 있다.
- [0036] 본 발명에 따른 평가 및 교정 방법의 대상이 되는 이슬점 센서는 감습 물질을 포함할 수 있다. 감습 물질은 습도에 따라 팽윤 정도가 달라질 수 있다. 예를 들어, 감습 물질은 상대 습도가 높을수록 더 많이 팽윤될 수 있다.
- [0037] 감습 물질은 고분자 전도성 입자들을 포함할 수 있다. 고분자 전도성 입자들은, 예를 들어, 흡습성 팽윤제 및 전기전도 물질의 복합체들일 수 있다. 흡습성 팽윤제는, 예를 들어, 폴리비닐알콜일 수 있다. 전기전도 물질은, 예를 들어, 카본 블랙 등의 비 이온성 전도성 물질일 수 있다. 감습 물질은 흡습성 팽윤제의 팽윤 정도를 조절하는 물질들을 더 포함할 수 있다.
- [0038] 감습 물질의 팽윤 정도가 달라지면 고분자 전도성 입자들의 농도가 달라질 수 있고, 고분자 전도성 입자들의 농도에 따라 고분자 전도성 입자들 사이의 거리가 변할 수 있다. 고분자 전도성 입자들 사이의 거리는 감습 물질의 전기전도도에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 상대 습도가 높아서 고분자 전도성 입자들의 농도가 낮아지고 고분자 전도성 입자들 사이의 거리가 멀어지면, 감습 물질의 전기전도도가 감소할 수 있다. 고분자 전도성 입자들의 농도와 전기전도도 사이의 관계는 침투 이론(percolation theory)으로 설명될 수 있다.
- [0039] 제1 단계(S10)에서, 저습 환경은 약 80% 이하의 상대 습도(relative humidity, RH)를 갖는 환경으로 정의될 수 있다. 보다 바람직하게는, 저습 환경은 약 70% 이하의 상대 습도(RH)를 갖는 환경으로 정의될 수 있으나, 본 명세서에서 저습 환경은 80% 이하의 상대 습도(RH)를 갖는 환경으로, 고습 환경은 80% 초과인 상대 습도(RH)를 갖

는 환경으로 서술한다.

[0040] 제1 단계(S10)에서 측정되는 데이터는 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도 값일 수 있다. 제1 단계(S10)에서 측정되는 데이터의 개수는 2개 또는 3개일 수 있다. 즉, 제1 단계(S10)에서 측정되는 데이터는 서로 다른 2개 또는 3개의 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도 값들일 수 있다. 데이터의 개수에 따라 제2 단계(S20)에서 피팅된 특성 곡선으로부터 결정할 수 있는 변수의 개수가 다를 수 있다. 예를 들어, 제1 단계(S10)에서 2개의 데이터를 측정하는 경우 피팅된 특성 곡선으로부터 결정할 수 있는 변수들은 2개일 수 있다. 피팅된 특성 곡선으로부터 결정할 수 있는 변수들에 대하여 도 5를 참조하여 후술한다.

[0041] 제2 단계(S20)는 제1 단계(S10)에서 측정된 저습 환경의 데이터를 통해 전체 습도 범위의 특성 곡선을 피팅하는 것일 수 있다. 특성 곡선의 피팅은 볼츠만-시그모이드(Boltzman-Sigmoid) 곡선을 이용할 수 있다.

[0042] 볼츠만-시그모이드 곡선은 일반적으로 도체-부도체 상전이 현상의 특성을 기술하며, 상전이의 변인으로 도체-부도체의 비율을 사용할 수 있다. 본 발명에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에서는 상대 습도(RH)를 변인으로 하는 볼츠만-시그모이드 곡선을 이용할 수 있다.

[0043] 특성 곡선은, 예를 들어, 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도(conductivity, σ_{AC})를 나타내는 곡선일 수 있다. 특성 곡선의 x축 및 y축은 상대 습도(RH) 및 전기전도도(σ_{AC})를 각각 제1 및 제2 함수로 변형한 것일 수 있다. 제1 함수 및 제2 함수는 하기 [수학식 1]과 같다. 상대 습도(RH)는 백분율(%)로 표현되고, 전기전도도(σ_{AC})의 단위는 S/m(Siemens per meter)이다. 하기 [수학식 1]에서 log함수 내의 분모와 분자는 서로 바뀔 수 있다.

수학식 1

$$x = \log\left(\frac{RH}{100 - RH}\right)$$

$$y = \log(\sigma_{AC})$$

[0044]

[0045] 제3 단계(S30)는 제2 단계(S20)에서 피팅된 특성 곡선을 통해 이슬점 센서의 특성을 정량적으로 평가하는 것일 수 있다. 정량적으로 평가되는 이슬점 센서의 특성은, 예를 들어, 이슬점 센서가 포함하는 고분자 전도성 입자들의 농도 및 고분자 전도성 입자들의 분산 특성 등일 수 있다.

[0046] 제4 단계(S40)는 제3 단계(S30)에서 평가한 이슬점 센서의 특성을 통해 이슬점 센서의 교정 여부 및 정도를 판단하는 것일 수 있다. 교정을 통해 이슬점 센서의 정확도가 높아질 수 있다.

[0047] 수증기는 약 90% 이상의 상대 습도(RH)를 갖는 환경에서 물방울로 응결되기 시작하는데, 이러한 환경에서 이슬점 센서의 특성이 급격히 변화하므로 종래의 방법으로는 특성을 정확히 측정하고 교정하는 것이 어려울 수 있다. 본 발명에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에서는 고습 환경에서의 이슬점 센서의 특성을 보다 정확히 측정할 수 있고, 이에 따라 교정 여부 및 정도를 판단할 수 있다.

[0049] 도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법의 대상이 되는 이슬점 센서의 특성을 나타내는 그래프들이다.

[0050] 도 2는 상대 습도(RH)에 대한 전기 저항의 그래프이고, 도 3은 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도(σ_{AC})의 그래프이다. 상대 습도(RH)는 백분율(%)로 표현되고, 전기 저항의 단위는 Ω (ohm)이고, 전기전도도(σ_{AC})의 단위는 S/m(Siemens per meter)이다. 도 2의 전기 저항은 직류(DC) 저항이고, 도 3의 전기전도도(σ_{AC})는 교류(AC) 전기전도도이다.

[0051] 도 2 및 도 3을 참조하면, 이슬점 센서는 상대 습도(RH)가 증가함에 따라 전기 저항이 증가하고, 전기전도도(σ

σ_{AC})가 감소할 수 있다.

[0052] 상대 습도(RH)가 어느 정도 이상으로 증가하면 물방울이 응결되기 시작하고, 이슬점 센서의 흡습성 팽윤제가 물방울을 흡수하여 팽윤될 수 있다. 팽윤된 흡습성 팽윤제는 전기전도 물질들 사이의 접촉을 줄이고, 이에 따라 이슬점 센서의 전기 저항이 커질 수 있다. 전기전도도(σ_{AC})는 전기 저항에 반비례하므로, 전기 저항이 커질수록 전기전도도(σ_{AC})는 감소할 수 있다.

[0053] 도 3을 참조하면, 이슬점 센서는 교류 인가 시에 동일한 상대 습도(RH)에서 주파수(frequency)에 따라 서로 다른 전기전도도(σ_{AC})를 나타낼 수 있다. 주파수가 증가할수록 전기전도도(σ_{AC})가 증가할 수 있다. 예를 들어 주파수가 20Hz인 경우의 측정값을 기준으로 보면, 상대 습도(RH)가 증가할수록 또는 주파수가 증가할수록 기준 전기전도도(주파수가 20Hz인 경우의 전기전도도)와의 차이가 커질 수 있다. 이는 고습 환경에서 감습 물질 내부의 두 개의 도체(예를 들어, 고분자 전도성 입자 또는 이들의 집합) 간 거리(d)가 증가하면서 커패시터 구조가 형성되는 점에 기인할 수 있다. 커패시터 구조에서, 상대 습도(RH)가 높을수록 커패시턴스(capacitance, $C \propto A/d$)가 감소하고, 이에 따라 교류 전기 저항($X_c = 1/j\omega C$)은 증가하고, 교류 전기전도도(σ_{AC})는 감소할 수 있다. 또한, 도체 간 거리(d)가 일정해 커패시턴스(C)가 일정한 경우, 주파수(ω)의 증가는 교류 전기 저항($X_c = 1/j\omega C$)의 감소 및 교류 전기전도도(σ_{AC})의 증가로 이어질 수 있다.

[0055] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법에 따라 특성 곡선을 피팅하는 방법을 설명하기 위한 그래프들이다.

[0056] 도 4는 특성 곡선의 x축 및 y축을 변형하지 않은 채로 특성 곡선을 피팅한 것을 나타낸다.

[0057] 제1 라인(410)은 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도(σ_{AC})의 측정값들을 연결한 선이고, 제2 라인(420)은 볼츠만-시그모이드 곡선을 이용하여 특성 곡선을 피팅한 선이다. 볼츠만-시그모이드 곡선을 이용한 특성 곡선의 피팅은 하기 [수학식 2]의 함수에 따라 수행될 수 있다. 구체적으로, 하기 [수학식 2]의 함수는 $x=x_0$ 에 대해 대칭적이며, $x=x_0$ 에서의 기울기가 dx이고, $x \rightarrow \infty$ 극한에서 y_2 값을 갖고, $x \rightarrow -\infty$ 극한에서 y_1 값을 가질 수 있다.

수학식 2

$$y = y_2 + \frac{y_1 - y_2}{1 + e^{\frac{x - x_0}{dx}}}$$

[0058]

[0059] 도 4의 제1 라인(410)은 고습 환경에서 포화(saturation)되는 경향을 보이지만, 제2 라인(420)은 이와 달리 계속해서 감소하는 경향을 보인다. 이는 볼츠만-시그모이드 곡선이 $x=x_0$ 에 대해 대칭적인 반면, 이슬점 센서의 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도(σ_{AC})의 그래프는 약 90% 내지 100%인 구간과 나머지 구간이 대칭적이지 않은 점에 기인한다. 고습 환경에서의 데이터가 정밀하지 않기 때문이다. 구체적으로, 피팅의 결과로 계산된 y_1 , y_2 , x_0 , dx 값들은 하기 [표 1]과 같다. 이때 y_2 값이 음수인 점은 물리적인 결과가 아니며, 이는 y 변수인 전기전도도(σ_{AC})가 볼츠만-시그모이드 곡선 상에서 대칭적인 것으로 간주됨에 따른 결과이다.

표 1

[0060]

	value	Standard Error
$R^2=0.99823$		
y_1	5.84888	0.12774
y_2	-0.2432	0.08337

x_0	73.42712	0.43354
dx	6.54248	0.40442

[0061] 도 5는 특성 곡선의 x 축 및 y 축을 상기 [수학식 1]에 따라 변형한 후에 특성 곡선을 피팅한 것을 나타낸다. 축 변형을 통해 변수간 선형성이 향상될 수 있다.

[0062] 제1 라인(510)은 상대 습도(RH)에 대한 전기전도도(σ_{AC})의 측정값들을 연결한 선이고, 제2 라인(520)은 볼츠만-시그모이드 곡선을 이용하여 특성 곡선을 피팅한 선이다.

[0063] 도 5의 제1 라인(510)과 제2 라인(520)은 실질적으로 동일한 경향을 보인다. 구체적으로, 피팅의 결과로 계산된 y_1 , y_2 , x_0 , dx 값들은 하기 [표 2]와 같다. 이때 y_2 값이 음수이지만, 상기 [표 1]의 경우와 달리, y_2 값은 $\log$ 를 취한 값이므로, 아주 작은 전기전도도를 갖는 것으로 해석될 수 있다.

표 2

[0064]

$R^2=0.99474$	value	Standard Error
y_1	0.85685	0.08647
y_2	-2.58235	0.23697
x_0	0.96699	0.03769
dx	0.26241	0.03203

[0065] dx 값은 이슬점 센서의 임계값(criticality)을 나타낼 수 있다. 이슬점 센서들은 재료 및 구조가 동일한 경우 각각 동일한 dx 값을 가질 수 있다.

[0066] x_0 값은 상전이가 일어나는 변곡점(inflexion point)을 나타낼 수 있다. 이슬점 센서들은 각각 실질적으로 동일한 x_0 값을 가질 수 있다.

[0067] 다시 도 1을 참조하면, 제1 단계(S10)에서 2개의 데이터를 측정하는 경우, 제2 단계(S20)에서 피팅된 특성 곡선으로부터 y_1 값 및 y_2 값을 결정할 수 있다. 또한, 제1 단계(S10)에서 3개의 데이터를 측정하는 경우, 제2 단계(S20)에서 피팅된 특성 곡선으로부터 y_1 값, y_2 값 및 x_0 값을 결정할 수 있다.

[0068] 구체적으로, 동일한 공정으로 제조되며 동일한 재료를 포함하는 이슬점 센서들로부터 각각 dx 값의 평균값 및 x_0 값의 평균값을 추출하고, 추출된 평균값들과 제1 단계(S10)에서 측정된 2개의 데이터를 통해 y_1 값 및 y_2 값을 결정할 수 있다.

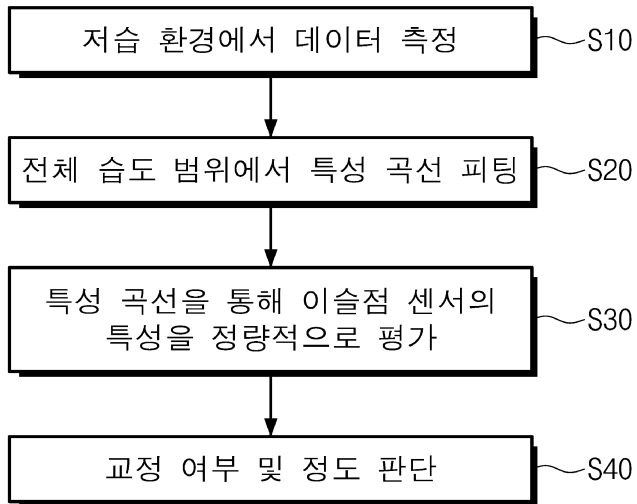
[0069] 이슬점 센서들은 y_1 , y_2 , x_0 , dx 값들 중 적어도 어느 하나를 기준으로 분류될 수 있다. y_1 , y_2 , x_0 , dx 값들 중 적어도 어느 하나를 통해 이슬점 센서의 정량적 평가와 교정 여부 및 정도 판단이 수행될 수 있다.

[0070] 본 발명의 실시예에 따른 이슬점 센서의 평가 및 교정 방법은 저습 환경의 데이터를 통해 고습 환경의 특성 곡선을 피팅하고, 피팅된 특성 곡선을 통해 이슬점 센서의 정량적 특성을 평가할 수 있어서, 이슬점 센서의 정확도를 높이는 데 이용될 수 있다.

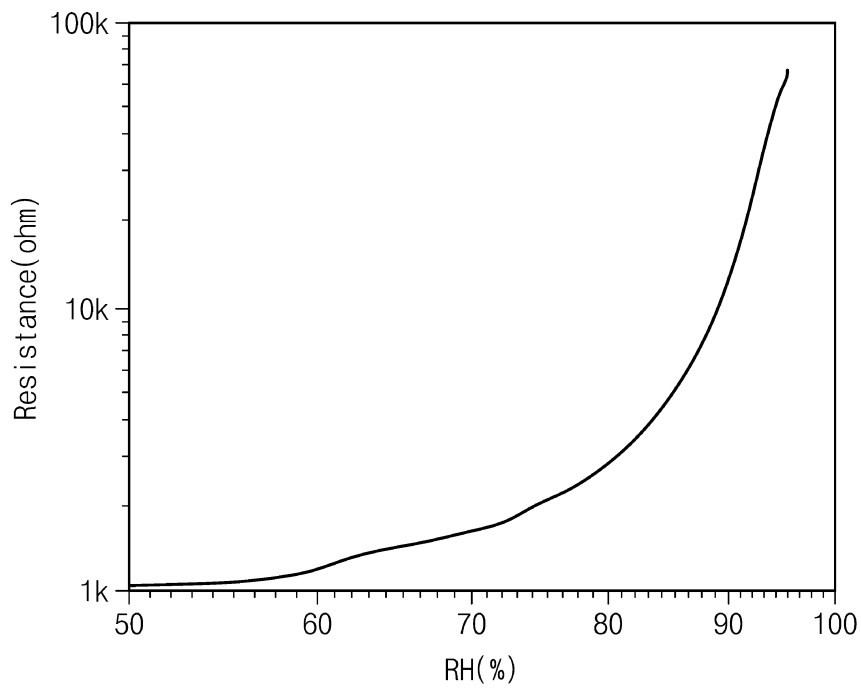
[0072] 이상, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

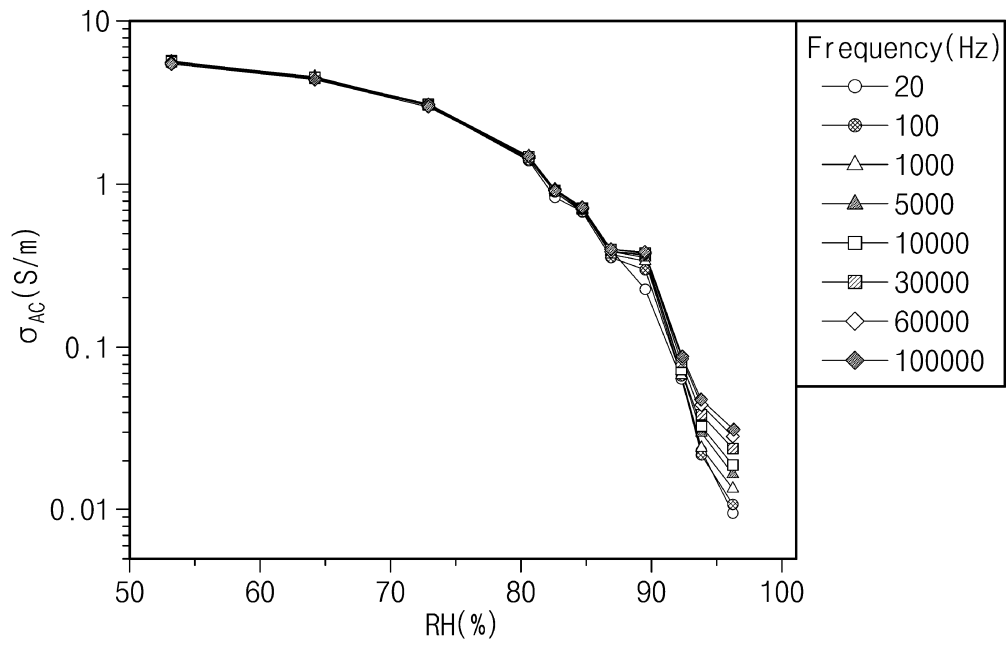
도면1



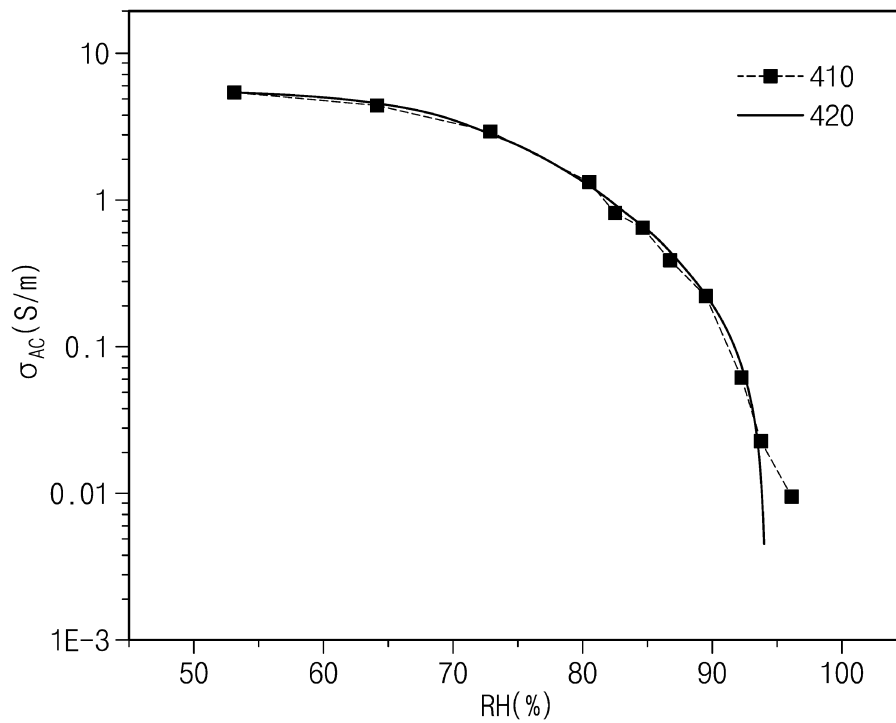
도면2



도면3



도면4



도면5

