



등록특허 10-2538736



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월31일

(11) 등록번호 10-2538736

(24) 등록일자 2023년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/41 (2006.01) G01N 21/03 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/41 (2013.01)
G01N 21/03 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0046635
(22) 출원일자 2021년04월09일
심사청구일자 2021년04월09일
(65) 공개번호 10-2022-0140302
(43) 공개일자 2022년10월18일
(56) 선행기술조사문헌
JP2021056064 A*
KR1020140119033 A*
JP2000193586 A
KR1019990082870 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김민희
대전광역시 유성구 은구비남로 55, 707동 502호(지족동, 열매마을7단지)
심은선
충청남도 천안시 서북구 시청로 73, 206동 1204호(불당동, 불당마을동일하이빌아파트)
화수빈
대전광역시 중구 계룡로 852, 15동 1211호(오류동, 삼성아파트)
(74) 대리인
특허법인오암

전체 청구항 수 : 총 8 항

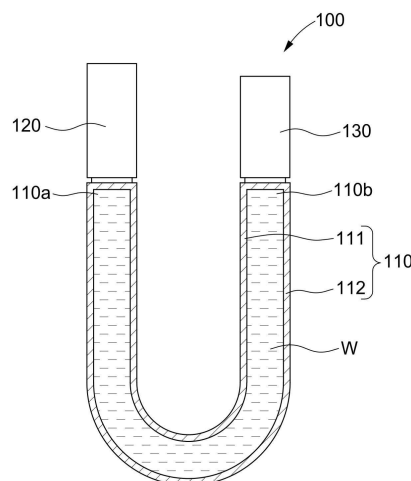
심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 **결로 측정 센서**

(57) 요약

공기의 굴절률 차이를 이용하여 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하는 결로 측정 센서에 관한 것이다. 결로 측정 센서는 내부에 공기보다 큰 굴절률을 갖는 매질이 저장되고, 빛이 유입되는 유입부와 빛이 배출되는 배출부가 형성된 본체부; 상기 본체부의 유입부 측에 제공되고, 상기 본체부 내부로 빛을 제공하는 광원부; 및 상기 본체부의 배출부 측에 제공되어 상기 본체부로부터 반사되는 빛을 수광하며, 상기 수광된 빛의 양에 따른 결로의 양을 검출하는 검출부;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711118149
과제번호	2020R1F1A1053779
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기본연구
연구과제명	다층 강유전체의 특성과 이를 이용한 멀티비트 메모리 트랜지스터 연구
기 여 율	1/3
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425141154
과제번호	S2918196
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소벤처기업부
연구사업명	맞춤형 기술파트너 지원사업
연구과제명	비접촉식 결로 센서 소자 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	한밭대학교산학협력단
연구기간	2020.06.22 ~ 2021.03.21

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345331427
과제번호	2018R1A6A1A03026005
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중점연구소지원사업
연구과제명	인쇄전자3D프린팅공학연구소
기 여 율	1/3
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 공기보다 큰 굴절률을 갖는 매질이 저장되고, 빛이 유입되는 유입부와 빛이 배출되는 배출부가 형성된 본체부;

상기 본체부의 유입부 측에 제공되고, 상기 본체부 내부로 빛을 제공하는 광원부; 및

상기 본체부의 배출부 측에 제공되어 상기 본체부로부터 반사되는 빛을 수광하며, 상기 수광된 빛의 양에 따른 결로의 양을 검출하는 검출부;를 포함하고,

상기 본체부 내부에 상기 매질이 저장되는 저장공간이 상기 광원부가 위치되는 길이방향 일측에서 상기 검출부가 위치되는 길이방향 타측까지 연장 형성되고,

상기 매질은 물이고,

상기 본체부는 굴곡지게 형성되는 것;을 특징으로 하는, 결로 측정 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 본체부에 맺힌 결로의 양이 증가하면 상기 검출부 측으로 수광되는 빛의 양은 감소하는 결로 측정 센서.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

결로의 발생으로 인해 상기 본체부의 외벽에 물방울이 맺히면, 상기 매질과 상기 물방울의 적은 굴절률 차이로 인해 상기 유입부로 입사되는 빛은 상기 본체부를 투과하고,

상기 본체부의 외벽에 물방울이 맺히지 않은 경우에는 상기 빛은 상기 매질과 상기 본체부 외부 공기의 큰 굴절률 차이로 인해 전반사되어 상기 검출부 측으로 제공되는 결로 측정 센서.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 본체부는 내부에 상기 매질이 저장될 수 있도록 저장공간이 형성되고, 상측 중앙이 함몰 형성된 "U"자 형상으로 형성되는 결로 측정 센서.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 본체부는 상기 빛의 경로를 상기 검출부 측으로 제어하기 위하여 하측부에 곡면이 형성되는 결로 측정 센서.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 본체부는 "L"자형 또는 "U"자형과 "∩"자형이 반복 교차하는 형상으로 형성되는 결로 측정 센서.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 본체부의 유입부와 배출부는 상호 이격 배치되고, 동일한 높이로 제공되는 결로 측정 센서.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 본체부는 유리 재질로 형성되는 결로 측정 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유리관 사이에 배치된 물과 공기의 굴절률 차이를 이용하여 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하는 결로 측정 센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광학적 방법으로 결로를 측정하여 부식으로 인한 제품의 손상을 방지할 수 있는 동시에 측정 결과의 신뢰도가 향상된 결로 측정 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 식량안보의 용어 등장과 멀지 않은 미래에 인류의 생존을 위협할 수 있는 식량난이 우려되는 만큼 안정적인 먹거리 확보는 무엇보다 중요한 과제가 되었지만, 자연재해와 같은 예측불가요소에 의해 농산물 가격이 선물(Futures)의 한 종목이 될 만큼 계획한만큼의 결과가 나오지 않는다.

[0004] 이에, 스마트 팜(Smart Farm)이 등장하였는데, 스마트 팜은 식물의 육종 및 유전학 이후, 제3의 녹색혁명이라고 일컬어지고 있을 만큼, 통제된 시설 내에서 생물의 생육환경인 빛, 공기, 열, 양분을 인공적으로 제어하여 공산품처럼 계획하에 작물 생산이 가능한 시스템 농업이다.

[0005] 스마트 팜은 최근 4차 산업혁명 기술 적용으로 더욱 발전하고 있으며, ICT, IoT, 빅데이터, 클라우드, AI 등의 신기술을 농작물 생육에 적용하여 농장 내부의 실시간 상태에 따라 해당 작물의 생장에 요구되는 환경을 자동으로 제어하는 것을 목표로 많은 연구진들이 연구를 수행하고 있다.

[0006] 특히, 스마트 팜의 운영 시 결로를 제어하는 것이 매우 중요한 요소인데, 결로 발생은 주로 두 가지 원인으로 일어난다. 첫번째는 비닐하우스 내의 공기가 따뜻해지면서 비닐하우스 표면에서 응고되어 발생하는 것으로, 이는 태양광선 투과를 감소시킴으로 인한 일조량의 저하 및 물방울 낙하에 의한 작물 결실의 장애를 일으킬 수 있다. 두 번째는, 열용량이 큰 식물의 온도와 비교하여서 주변 공기의 온도가 더 빠르게 올라가기 때문에 식물의 표면에서 결로가 발생하는 것이다.

[0007] 이에 따라, 스마트 팜에는 결로 측정 센서가 필수적으로 구비되기 마련인데, 종래의 결로 측정 센서는 대부분 전극을 이용하여 물과 직접 접촉하는 전기전도도 방식이나 토양수분 센서로 주로 사용되는 고주파 방식을 차용한 RF센서로 제공된다. 그러나 전기전도도 방식은 물과 전극이 직접 접촉하여서 부식이 발생되고 이온으로 인한 이력(hysteresis) 현상이 발생하여 측정이 부정확하다. 또한, RF센서는 공간에 나타나는 변화를 감지하는 방식

으로 표면 현상으로 발생하는 결로센서에서는 그 민감도가 매우 떨어지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 등록특허공보 10-1606916(2016.03.28 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 과제는 광학적 방법으로 결로를 측정하여 부식으로 인한 제품의 손상을 방지할 수 있는 동시에 측정 결과의 신뢰도가 향상된 결로 측정 센서를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 결로 측정 센서는 내부에 공기보다 큰 굴절률을 갖는 매질이 저장되고, 빛이 유입되는 유입부와 빛이 배출되는 배출부가 형성된 본체부; 상기 본체부의 유입부 측에 제공되고, 상기 본체부 내부로 빛을 제공하는 광원부; 및 상기 본체부의 배출부 측에 제공되어 상기 본체부로부터 반사되는 빛을 수광하며, 상기 수광된 빛의 양에 따른 결로의 양을 검출하는 검출부;를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 본체부에 맺힌 결로의 양이 증가하면 상기 검출부 측으로 수광되는 빛의 양은 감소할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 매질은 1.1 ~ 1.5의 굴절률을 갖는 유체로 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 유체는 물로 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 결로의 발생으로 인해 상기 본체부의 외벽에 물방울이 맺히면, 상기 매질과 상기 물방울의 적은 굴절률 차이로 인해 상기 유입부로 입사되는 빛은 상기 본체부를 투과하고, 상기 본체부의 외벽에 물방울이 맺히지 않은 경우에는 상기 빛은 상기 매질과 상기 본체부 외부 공기의 큰 굴절률 차이로 인해 전반사되어 상기 검출부 측으로 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 본체부는 내부에 상기 매질이 저장될 수 있도록 저장공간이 형성되고, 상측 중앙이 함몰 형성된 "U"자 형상으로 형성될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 본체부는 상기 빛의 경로를 상기 검출부 측으로 제어하기 위하여 하측부에 곡면이 형성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 본체부는 "L"자형 또는 "U"자형과 "∩"자형이 반복 교차하는 형상으로 형성될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 본체부의 유입부와 배출부는 상호 이격 배치되고, 동일한 높이로 제공될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 본체부는 유리 재질로 형성될 수 있다.

또한, 내부에 공기보다 큰 굴절률을 갖는 매질이 저장되고, 빛이 유입되는 유입부와 빛이 배출되는 배출부가 형성된 본체부;

상기 본체부의 유입부 측에 제공되고, 상기 본체부 내부로 빛을 제공하는 광원부; 및

상기 본체부의 배출부 측에 제공되어 상기 본체부로부터 반사되는 빛을 수광하며, 상기 수광된 빛의 양에 따른 결로의 양을 검출하는 검출부;를 포함하고, 상기 본체부 내부에 상기 매질이 저장되는 저장공간이 상기 광원부가 위치되는 길이방향 일측에서 상기 검출부가 위치되는 길이방향 타측까지 연장 형성되고, 상기 매질은 유체인 것;을 특징으로 한다.

또한, 내부에 공기보다 큰 굴절률을 갖는 매질이 저장되고, 빛이 유입되는 유입부와 빛이 배출되는 배출부가 형성된 본체부; 상기 본체부의 유입부 측에 제공되고, 상기 본체부 내부로 빛을 제공하는 광원부; 및 상기 본체부의 배출부 측에 제공되어 상기 본체부로부터 반사되는 빛을 수광하며, 상기 수광된 빛의 양에 따른 결로의 양을 검출하는 검출부;를 포함하고, 상기 본체부 내부에 상기 매질이 저장되는 저장공간이 상기 광원부가 위치되는 길이방향 일측에서 상기 검출부가 위치되는 길이방향 타측까지 연장 형성되고, 상기 매질은 물이고, 상기 본체

부는 굴곡지게 형성되는 것;을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따르면, 유리 재질의 본체부(110)를 사이에 두고 배치된 유체와 공기의 굴절률 차이를 이용한 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하므로, 부식으로 인한 제품의 손상을 방지할 수 있는 동시에 측정 결과의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 즉, 종래에는 전극을 이용하여 물과 직접적인 접촉을 통해 변화하는 저항 값을 측정하기 때문에 부식이 일어나기 쉽고, 이온의 결합으로 인한 이력현상(hysteresis)이 발생하여 측정 값이 부정확한 문제가 있었으나, 본 발명에 따른 결로 측정 센서의 경우 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있다.
- [0024] 또한, 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하기 때문에 감전이나 기계의 단락이 발생할 수 있는 환경에서도 사용할 수 있다는 장점이 있다.
- [0025] 또한, 유리 재질의 본체부를 사이에 두고 배치된 유체와 공기의 굴절률 차이와 본체부의 형상을 이용하여 빛의 방향을 제어할 수 있으므로, 별도의 반사부재 없이도 본체부 내부로 입사되는 빛의 방향을 검출부 측으로 유도할 수 있다.
- [0026] 또한, 본체부 내부에 열용량체인 유체를 제공하여 식물의 잎과 유사한 환경을 조성함에 따라, 식물의 성장에 악영향을 주는 결로의 양을 보다 정확하게 센싱할 수 있다.
- [0027] 아울러, 본체부 내부에 열용량체로서 물이 구비됨에 따라 본체부의 외벽에 결로가 보다 명확히 발생하게 되고, 이는 센싱의 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결로 측정 센서의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 결로 측정 센서로 입사되는 빛의 경로를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 3 내지 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 결로 측정 센서의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 5는 도 1의 결로 측정 센서를 이용한 결로발생 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 6(a)는 본 발명에 따른 결로 측정 센서를 이용한 결로 발생 실험 결과를 도시한 그래프이고, 도 6(b)는 RF 센서를 이용한 결로 발생 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 결로 측정 센서 5개를 이용하여 10회 반복 실험한 그래프이다.
- 도 8은 열용량체에 따른 측정 신호의 변화를 도시한 그래프이다.
- 도 9는 열용량체에 따른 결로 측정 결과를 시뮬레이션하기 위한 도면이다.
- 도 10은 도 9의 시뮬레이션 결과를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 결로 측정 센서에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결로 측정 센서의 구성을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 결로 측정 센서로 입사되는 빛의 경로를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0032] 도 1 내지 도 2를 참조하면, 결로 측정 센서(100)는 본체부(110)와, 광원부(120), 및 검출부(130)를 포함할 수 있다.
- [0033] 본체부(110)는 내부에 공기보다 큰 굴절률을 갖는 매질(W)이 저장되고, 빛이 유입되는 유입부(110a)와 빛이 배출되는 배출부(110b)가 형성될 수 있다. 예를 들어, 본체부(110)는 내부에 매질(W)이 저장될 수 있도록 저장공간이 형성되고, 내부로 입사되는 빛의 경로를 후술되는 검출부(130) 측으로 제어하기 위하여 하측부에 곡면이

형성될 수 있다.

- [0034] 본 실시예에서의 매질(W)은 1.1 ~ 1.5의 굴절률을 갖는 유체로 제공될 수 있다. 예를 들어, 매질(W)은 1.2 ~ 1.4의 굴절률을 갖도록 제공될 수 있는데, 이는 본체부(110) 내부로 입사되는 빛의 전반사가 원활하게 발생하도록 하여 센싱의 정확도를 향상시키기 위함이다.
- [0035] 본체부(110)는 상측 중앙이 함몰 형성된 “U” 자 형상으로 형성될 수 있다. 이와 같이, 본체부(110)가 “U” 자 형상으로 형성됨에 따라 본체부(110)의 상부 일측에는 유입부(110a)가 형성되고 타측에는 배출부(110b)가 형성될 수 있다. 이때, 유입부(110a)와 배출부는 상호 이격 배치되며, 동일한 높이로 제공될 수 있다.
- [0036] 이 밖에도 본체부(110)는 도 3에 도시된 바와 같이 “L” 자형으로 형성되거나, 도 4에 도시된 바와 같이 “U” 자형과 “∩”자형이 반복 교차하는 형상으로 형성될 수 있다. 다만, “U”자 형상이 구부러진 부분이 많고 후술되는 광원부(120)와 검출부(130)를 같은 위치에 놓을 수 있어서 제품을 구성하기에 좋은 이점이 있다.
- [0037] 한편, 도시하지는 않았지만 본체부(110)를 곡면 없이 없는 일자 형상으로 형성할 수도 있는데, 이 경우에는 광원부(120)를 경사지게 배치하여 빛이 경사지게 입사하도록 구성할 수 있다.
- [0038] 본체부(110)는 투명한 유리 재질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 본체부(110)는 내벽(111)과 외벽(112)을 포함하는 유리관 형상으로 형성될 수 있다. 이러한 본체부(110)의 재질은 예시된 바에 한정되지 않으며, 빛을 흡수하는 재질이 아니라면 투명 플라스틱과 같이 다양하게 구현 가능하다.
- [0039] 본체부(110)의 내부에 저장된 유체(W)는 열용량체로서, 물로 제공될 수 있다. 이와 같이 본체부(110) 내부에 유체(W)가 저장되는 경우, 유체(W)와 본체부(110) 사이에는 제1 계면(L1)이 존재하고, 본체부(110)와 외부의 공기 사이에는 제2 계면(L2)이 존재하게 된다. 이에 따라, 본체부(110) 내부로 제공되는 빛은 유체(W)와, 본체부(110), 및 공기의 굴절률 차이로 인해 제2 계면(L2)에서 전반사되어 검출부(130) 측으로 제공될 수 있다. 즉, 공기의 굴절률은 약 1.0이고, 유리 재질의 본체부(110)의 굴절률은 약 1.5이고, 물로 제공되는 유체(W)의 굴절률은 약 1.33이므로, 이러한 굴절률 차로 인하여 제1 계면(L1)에서는 굴절이 적게 일어나게 되고, 이는 결국 본체부(110)와 공기 사이의 제2 계면(L2)으로 입사되는 빛의 입사각을 작게 만들어주기 때문에 제2 계면(L2)에서는 전반사가 많이 일어나게 된다.
- [0040] 특히, 본체부(110) 내부에 물이 저장되는 경우 식물의 잎과 유사한 환경을 조성하여, 농업생산환경에서 유용하게 사용될 수 있다. 이에 따라, 본체부(110)의 외벽(112)에 형성된 결로의 양을 측정하는 경우, 식물의 성장에 악영향을 주는 결로의 양을 보다 정확하게 측정할 수 있게 되는데, 결로의 양을 측정하기 위한 자세한 설명은 후술하기로 한다.
- [0041] 광원부(120)는 본체부(110)의 유입부(110a) 측에 제공되고, 본체부(110) 내부로 빛을 제공할 수 있다. 예를 들어, 광원부(120)는 유입부(110a)의 상부에 결합되어 본체부(110)의 내부로 빛을 제공할 수 있는 발광 다이오드로 제공될 수 있다. 이에 따라, 본체부(110) 내부에 물이 가득 찬 상태에서 광원부(120)를 통해 유입부(110a)의 상부에서 하부로 빛을 제공하면, 빛은 전반사되어 검출부(130) 측으로 제공될 수 있다. 일례로 도 2에 도시된 바와 같이 본체부(110)가 “U” 자 형상으로 형성되는 경우, 도면 상에서 본체부(110)의 좌측 상부에서 하부로 입사되는 빛은 본체부(110)의 곡면의 형상으로 인해 우측으로 반사되고, 우측으로 반사된 빛은 다시 상부로 반사될 수 있다. 즉, 빛은 본체부(110)의 내부에서 전반사를 통해서 본체부(110)의 형상을 따라 이동할 수 있다. 즉, 굴절률 차이와 본체부(110)의 형상을 이용하여 빛의 방향을 제어할 수 있으며, 이로 인해 별도의 반사부재 없이도 후술되는 검출부(130) 측으로 빛을 유도할 수 있다.
- [0042] 검출부(130)는 본체부(110)의 배출부(110b) 측에 제공되어 본체부(110)로부터 반사되는 빛을 수광하며, 수광된 빛의 양에 따른 결로의 양을 검출할 수 있다. 즉, 검출부(130)는 유리 재질의 본체부(110)를 사이에 두고 배치된 물과 공기의 굴절률 차를 이용하여 결로의 양을 측정할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 결로의 발생으로 인해 본체부(110)의 외벽(112)에 물방울(D)이 맺히면, 유체(W)와 물방울(D)의 적은 굴절률 차이로 인해 유입부(110a)로 입사되는 빛은 본체부(110)를 투과하고, 본체부(110)의 외벽(112)에 물방울(D)이 맺히지 않은 경우에는 빛은 유체(W)와 본체부(110) 외부 공기의 큰 굴절률 차이로 인해 전반사되어 검출부(130) 측으로 제공될 수 있다. 본 실시예에서는 물방울(D)과 유체(W) 사이에서는 빛이 모두 투과 하는 것으로 도시하였으나, 일부는 투과하고 일부는 반사될 수도 있다.
- [0044] 다시 말하면, 결로의 양이 증가할수록 본체부(110)를 투과하는 빛의 양이 동시에 증가하여 검출부(130) 측으로 제공되는 빛의 양은 줄어들 수 있다. 즉, 본체부(110)에 맺힌 결로의 양이 증가할수록 검출부(130) 측으로 수광

되는 빛의 양은 감소하게 되고, 이러한 성질을 이용하여 결로의 양을 측정하는 것이다. 예를 들어, 검출부(130)는 배출부(110b) 측으로 반사된 빛의 강도(intensity)를 측정함으로써, 결로의 양을 결정할 수 있다.

- [0045] 전술한 바와 같이, 결로 측정 센서(100)는 유리 재질의 본체부(110)를 사이에 두고 배치된 유체와 공기의 굴절률 차이를 이용한 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하므로, 부식으로 인한 제품의 손상을 방지할 수 있는 동시에 측정 결과의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 즉, 종래에는 전극을 이용하여 물과 직접적인 접촉을 통해 변화하는 저항 값을 측정하기 때문에 부식이 일어나기 쉽고, 이온의 결합으로 인한 이력현상(hysteresis)이 발생하여 측정 값이 부정확한 문제가 있었으나, 본 발명에 따른 결로 측정 센서(100)의 경우 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있다.
- [0046] 또한, 광학적 방법으로 결로의 양을 측정하기 때문에 감전이나 기계의 단락이 발생할 수 있는 환경에서도 사용할 수 있다는 장점이 있다.
- [0047] 또한, 유리 재질의 본체부(110)를 사이에 두고 배치된 유체와 공기의 굴절률 차이와 본체부(110)의 형상을 이용하여 빛의 방향을 제어할 수 있으므로, 별도의 반사부재 없이도 본체부(110) 내부로 입사되는 빛의 방향을 검출부(130) 측으로 유도할 수 있다.
- [0048] 또한, 본체부(110) 내부에 열용량체인 유체를 제공하여 식물의 잎과 유사한 환경을 조성함에 따라, 식물의 성장에 악영향을 주는 결로의 양을 보다 정확하게 센싱할 수 있다.
- [0049] 아울러, 본체부(110) 내부에 열용량체로서 물이 구비됨에 따라, 본체부(110)의 외벽(112)에 결로가 보다 명확히 발생하게 되고, 이는 센싱의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0051] 도 5는 도 1의 결로 측정 센서를 이용한 결로발생 실험 결과를 도시한 그래프이다. 그리고, 도 6(a)는 본 발명에 따른 결로 측정 센서를 이용한 결로 발생 실험 결과를 도시한 그래프이고, 도 6(b)는 RF 센서를 이용한 결로 발생 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0052] 본 실험에서는 빛의 양을 측정하기 위한 회로에서 반전증폭기를 사용하였으며, 이로 인해 검출부(130)에 도달하는 빛의 양이 줄어들었음에도 불구하고 측정되는 값은 증가할 수 있다.
- [0053] 구체적으로, 도 5(a)는 측정 대상(10)에 수증기를 제공하였을 때의 그래프와 사진이고, 도 5(b)는 측정 대상(10)에 수증기로 인한 결로가 발생하였을 때의 그래프와 사진이고, 도 5(c)는 환풍을 시작하여 측정 대상(10)에 결로가 제거된 상태의 그래프와 사진이고, 도 5(d)는 측정 대상(10)에 수증기를 제공하여 결로가 발생하였을 때의 그래프와 사진이고, 도 5(e)는 환풍을 시작하여 측정 대상(10)에 결로가 제거되었을 때의 그래프이다.
- [0054] 도 5 내지 도 6을 참조하면, 종래의 RF 센서의 경우 1회 실험 후, 반복 실험을 진행하였을 때 데이터 변화 속도가 느린 것을 확인할 수 있다. 반면, 본원발명에 따른 결로 측정 센서(100)의 경우, 종래의 RF 센서에 비하여 반복실험에도 빠른 동작 속도를 보이는 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 7은 본 발명에 따른 결로 측정 센서 5개를 이용하여 10회 반복 실험한 그래프이다.
- [0056] 도 7을 참조하면, 측정 결과 동일한 결과 값이 반복되는 것을 확인할 수 있으며, 이는 장치가 안정적으로 동작하는 것을 증명할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 결로 측정 센서(100)에 대한 신뢰도가 향상될 수 있다.
- [0057] 도 8은 열용량체에 따른 측정 신호의 변화를 도시한 그래프이다.
- [0058] 도 8(a)는 내부가 비어있는 유리관인, 즉 열용량체가 공기일 때의 결과로서, 공기의 굴절율은 약 1로 변화가 거의 없는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 도 8(b)는 내부에 물이 찬 유리관인, 즉 열용량체가 물일 때의 결과로서, 물의 굴절율은 약 1.33으로 약 300의 디지털 신호 변화가 있는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 도 8(c)는 전체가 유리막대로 형성된 유리관, 즉 열용량체가 유리일 때의 결과로서, 유리의 굴절율은 약 1.5로 약 70의 디지털 신호 변화가 있는 것을 확인할 수 있다. 이를 참조하면, 열용량체로 물을 이용하였을 때 변화의 차이가 가장 큰 것을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 9는 열용량체에 따른 결로 측정 결과를 시뮬레이션하기 위한 도면이고, 도 10은 도 9의 시뮬레이션 결과를 도시한 그래프이다.
- [0060] 도 9 내지 도 10을 참조하면, 광학적인 측면에서도 본체부(110) 내부에 위치한 유체의 구성이 매우 중요한 것을 확인할 수 있다. 즉, 내부 유체로서 물이 사용된 경우 결로가 보다 명확하게 발생하고, 이는 센싱의 정확도를 향상시킬 수 있다. 여기서, 유리의 굴절율은 약 1.5이고, 물의 굴절율을 약 1.33이고, 실리콘 오일의 굴절율은

약 1.405이며, 공기의 굴절율은 약 1.0이다.

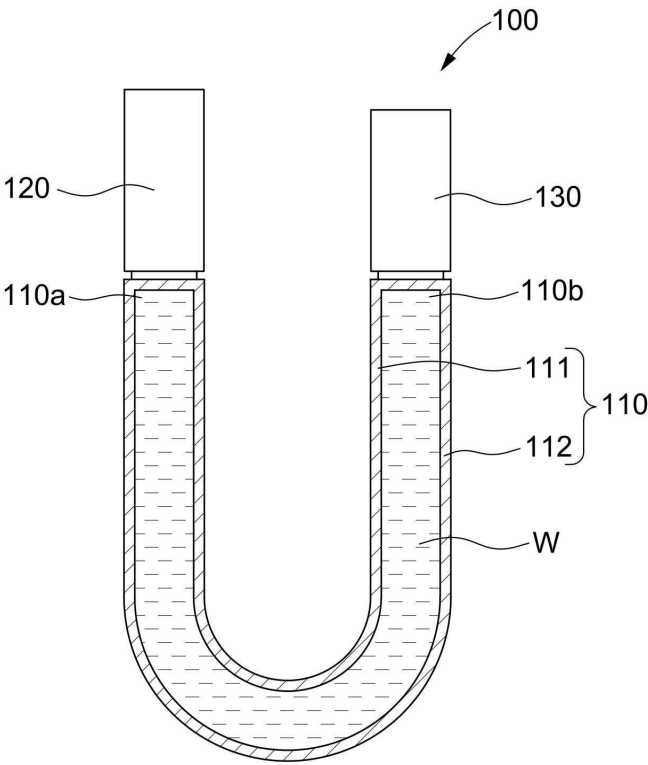
[0061] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

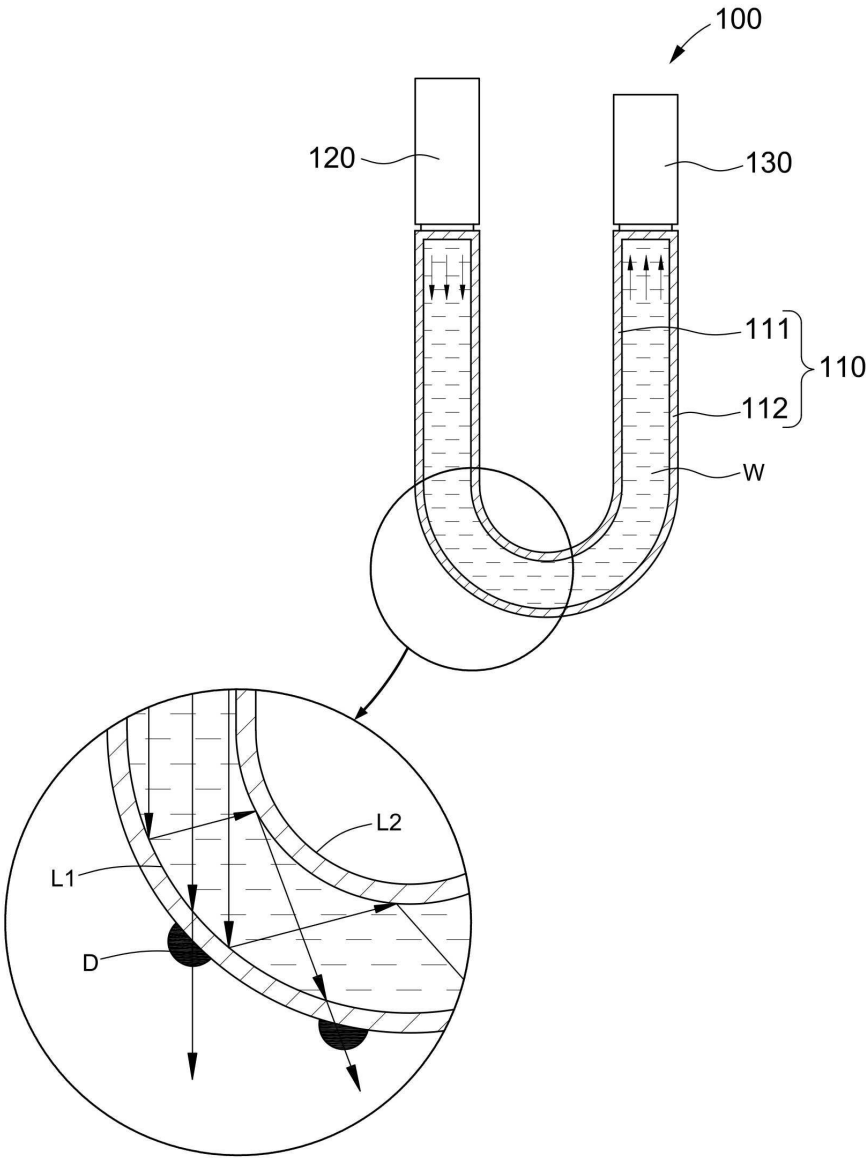
- [0063] 110: 본체부
111: 내벽
112: 외벽
120: 광원부
130: 검출부

도면

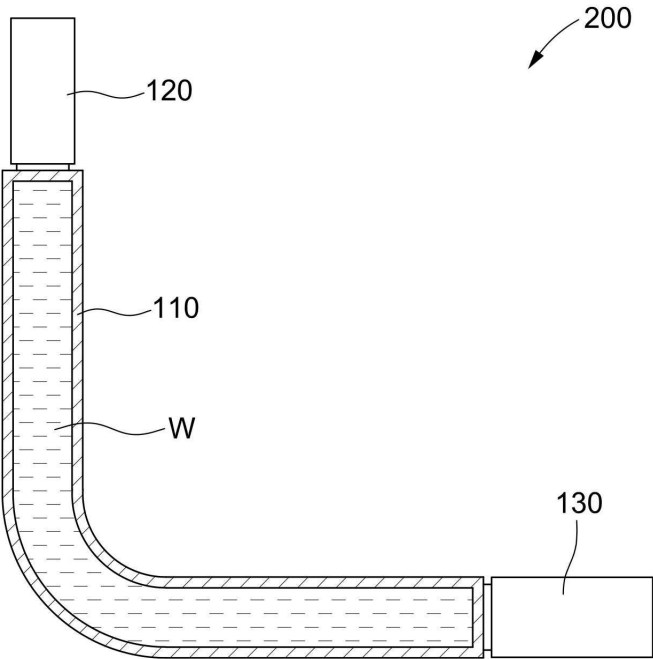
도면1



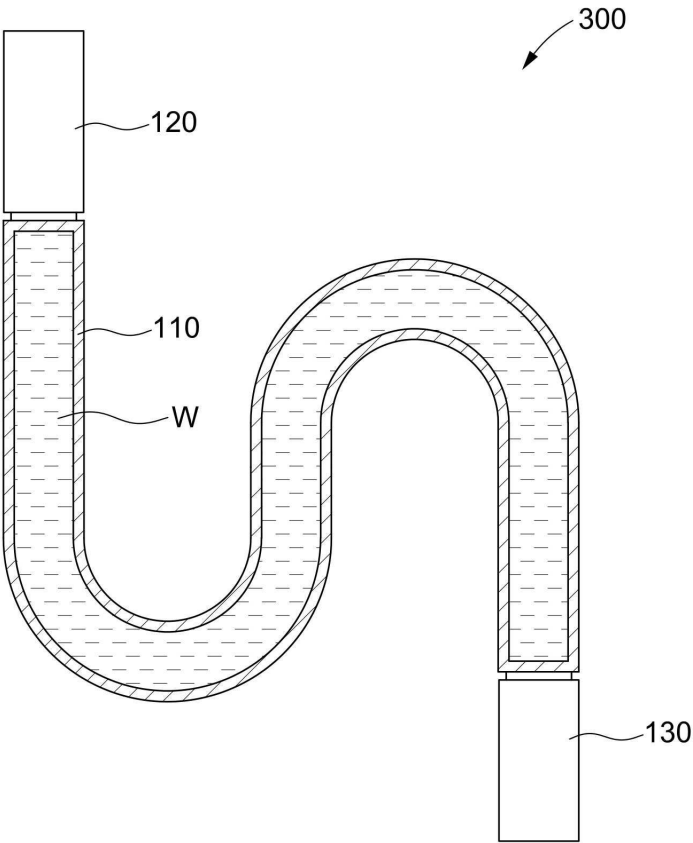
도면2



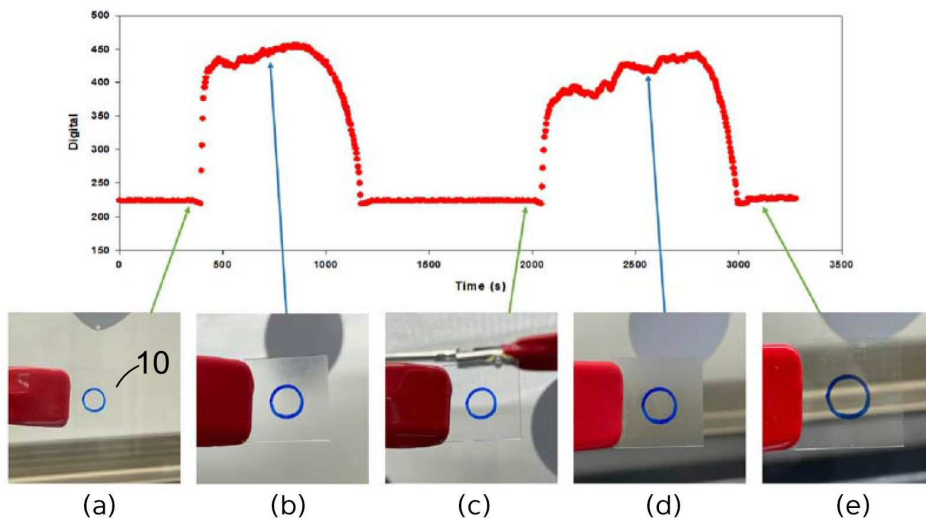
도면3



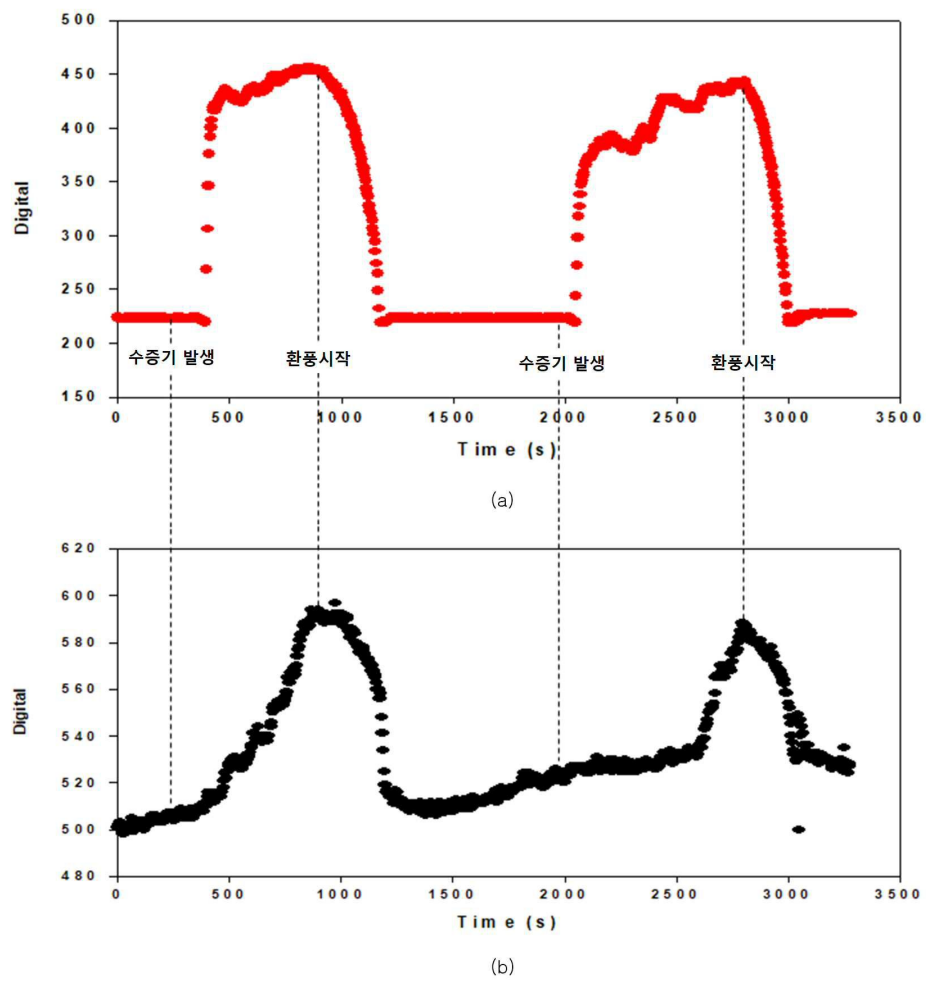
도면4



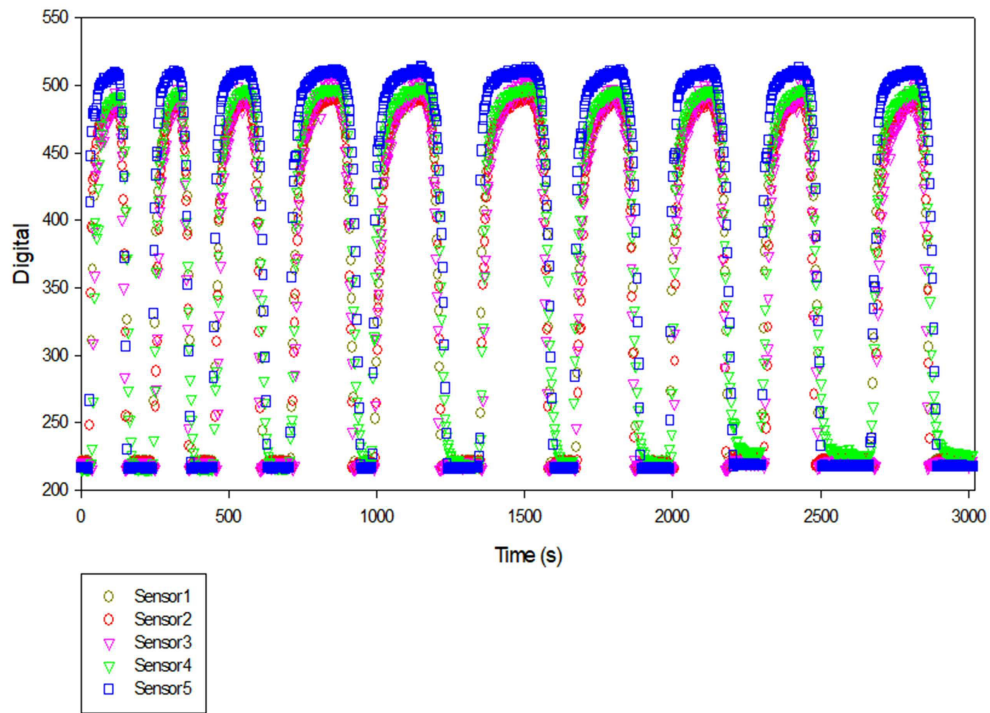
도면5



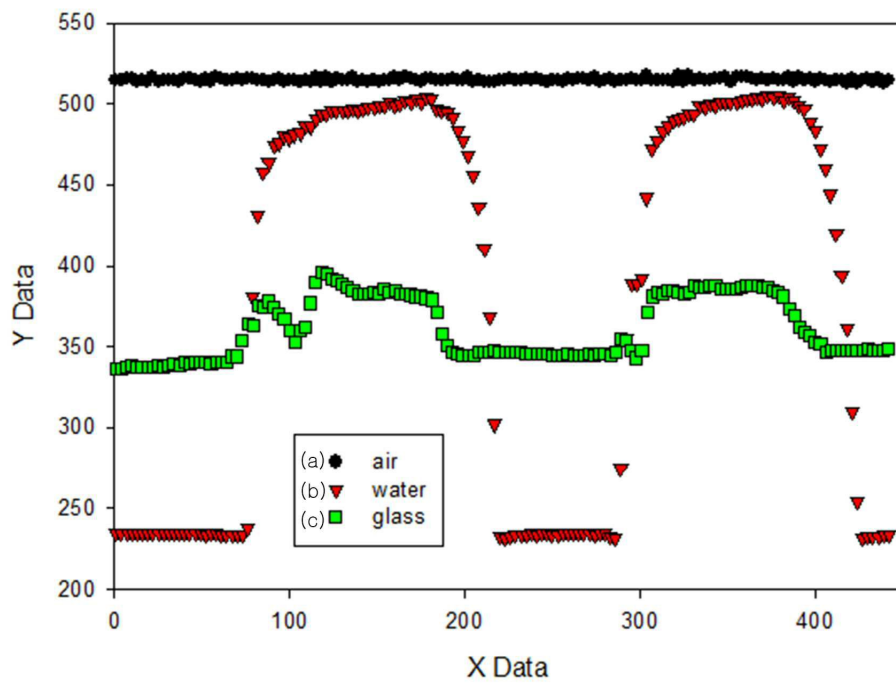
도면6



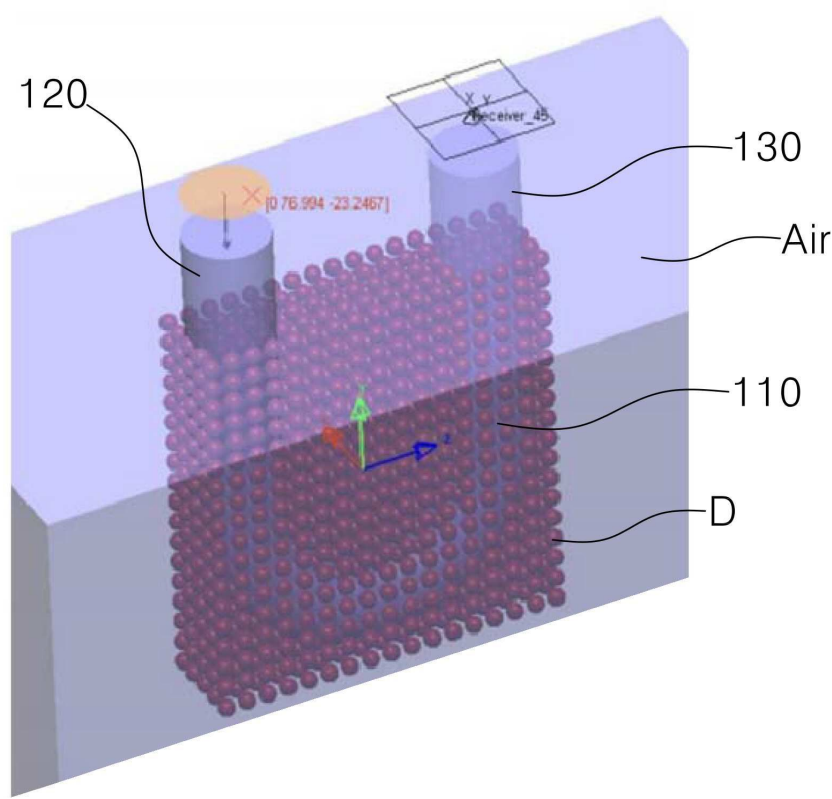
도면7



도면8



도면9



도면10

