(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0016558
(43) 공개일자 2020년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 25/18 (2006.01) *G01K 13/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 25/18 (2013.01)
G01K 13/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0091793
(22) 출원일자 2018년08월07일
심사청구일자 2018년08월07일

(71) 출원인
경북대학교 산학협력단
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
이현우
대구광역시 수성구 범안로 40, 103동 602호 (범물동, 범물청아타운)
김현태
경기도 성남시 수정구 위례동로 61, 5613동 1503호(창곡동, 위례 자연앤 래미안이편한세상)
(74) 대리인
특허법인 무한

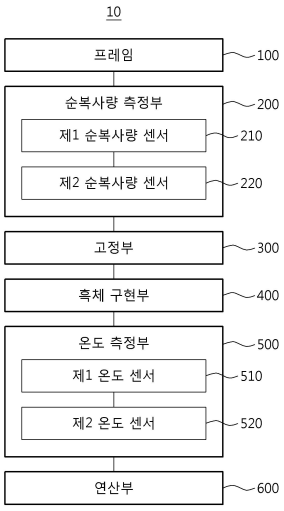
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **온실용 자재의 열특성 측정 시스템**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템은, 온실용 자재가 장착되도록 구성된 프레임; 상기 온실용 자재의 상하부에서 순복사량을 측정하는 순복사량 측정부; 및 상기 온실용 자재의 상부 또는 하부에 배치되어, 상기 온실용 자재의 상부 온도 또는 하부 온도를 측정하는 온도 측정부;를 포함하고, 상기 온실용 자재는 보온재, 단열재 또는 차광재를 포함하고, 상기 온실용 자재는 상기 프레임에 대하여 탈부착 가능하게 마련될 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 717001
부처명 농림축산식품부
연구관리전문기관 농림수산식품기술기획평가원
연구사업명 농림축산식품연구센터지원사업
연구과제명 스마트 온실의 구조시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 경상대학교
연구기간 2017.04.21 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

온실용 자재가 장착되도록 구성된 프레임;

상기 온실용 자재의 상하부에서 순복사량을 측정하는 순복사량 측정부; 및

상기 온실용 자재의 상부 또는 하부에 배치되어, 상기 온실용 자재의 상부 온도 또는 하부 온도를 측정하는 온도 측정부;

를 포함하고,

상기 온실용 자재는 보온재, 단열재 또는 차광재를 포함하고,

상기 온실용 자재는 상기 프레임에 대하여 탈부착 가능하게 마련되는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 순복사량 측정부는,

상기 온실용 자재의 상부에 배치되어 순복사량을 측정하는 제1 순복사량 센서; 및

상기 온실용 자재의 하부에 배치되어 순복사량을 측정하는 제2 순복사량 센서;

를 포함하고,

상기 제1 순복사량 센서 및 상기 제2 순복사량 센서에서 각각 측정된 순복사량을 바탕으로 상기 온실용 자재의 열특성이 산출되는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 순복사량 측정부를 상기 온실용 자재의 상하부에 유지시키는 고정부를 더 포함하고,

상기 고정부는 'ㄷ'자 단면 형상으로 마련되고,

상기 고정부의 상면 단부에 상기 제1 순복사량 센서가 장착되고,

상기 고정부의 하면 단부에 상기 제2 순복사량 센서가 장착되며,

상기 온실용 자재가 상기 고정부의 측면 중앙에 배치되어, 상기 온실용 자재로부터 상기 제1 순복사량 센서 및 상기 제2 순복사량 센서 사이의 거리가 동일하게 되는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프레임에 구비되어, 상기 온실용 자재의 하부에 흑체 표면을 구현하는 흑체 구현부;

를 더 포함하고,

상기 흑체 구현부는 상기 프레임에 장착된 흑색천으로 마련되고,

상기 온도 측정부는 상기 흑체 구현부의 온도를 더 측정하고,

상기 온도 측정부는,

상기 온실용 자재의 상부 온도를 측정하는 제1 온도 센서; 및

상기 온실용 자재의 하부에서 상기 흑체 구현부의 온도를 측정하는 제2 온도 센서;

를 포함하는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 순복사량 측정부 및 상기 온도 측정부에서 측정된 값을 바탕으로 상기 온실용 자재의 열특성을 산출하는 연산부;

를 더 포함하고,

상기 연산부에서는 상기 제1 온도 센서에서 측정된 상기 온실용 자재의 상부 온도로부터 천공 복사에너지가 산출되고, 상기 제2 온도 센서에서 측정된 상기 흑체 구현부의 온도로부터 상기 흑체 구현부의 방사에너지가 산출되고, 상기 순복사량 측정부에서 측정된 상기 온실용 자재의 상하부에서의 순복사량의 차이로부터 상기 온실용 자재의 방사에너지가 산출되며,

상기 연산부에서는 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지 및 상기 온실용 자재의 방사에너지와 상기 순복사량 측정부에서 측정된 상기 온실용 자재 상부에서의 순복사량의 관계식, 그리고 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지 및 상기 온실용 자재의 방사에너지와 상기 순복사량 측정부에서 측정된 온실용 자재 하부에서의 순복사량의 관계식으로부터 상기 온실용 자재의 반사율 및 투과율이 산출되는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 6

온실용 자재가 장착되도록 구성된 프레임;

상기 프레임에 구비되어, 상기 온실용 자재의 하부에 흑체 표면을 구현하는 흑체 구현부;

상기 온실용 자재의 상부에서 순복사량을 측정하는 제1 순복사량 센서 및 상기 온실용 자재의 하부에서 순복사량을 측정하는 제2 순복사량 센서를 포함하는 순복사량 측정부;

상기 온실용 자재의 상부 온도를 측정하는 제1 온도 센서 및 상기 흑체 구현부의 온도를 측정하는 제2 온도 센서를 포함하는 온도 측정부; 및

상기 순복사량 측정부 및 상기 온도 측정부에서 측정된 값을 바탕으로 상기 온실용 자재의 열특성을 산출하는 연산부;

를 포함하고,

상기 온실용 자재의 열특성은 상기 온실용 자재의 반사율, 투과율 또는 방사율을 포함하는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 연산부에서는 상기 제1 온도 센서에서 측정된 상기 온실용 자재의 상부 온도로부터 천공 복사에너지가 산출되고, 상기 제2 온도 센서에서 측정된 상기 흑체 구현부의 온도로부터 상기 흑체 구현부의 방사에너지가 산출되고, 상기 제1 순복사량 센서에서 측정된 순복사량 및 상기 제2 순복사량 센서에서 측정된 순복사량의 차이로

부터 상기 온실용 자재의 방사에너지가 산출되며,

상기 연산부에서는 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지 및 상기 온실용 자재의 방사에너지와 상기 제1 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 상부에서의 순복사량의 관계식, 그리고 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지 및 상기 온실용 자재의 방사에너지와 상기 제2 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 하부에서의 순복사량의 관계식으로부터 상기 온실용 자재의 반사율 및 투과율이 산출되고,

상기 연산부에서는 상기 온실용 자재의 반사율, 투과율 및 방사율에 대한 관계식으로부터 상기 온실용 자재의 방사율이 산출되는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 연산부에서는 아래의 식들에 의해서 천공 복사에너지가 산출되고,

$$R_1 = \sigma T_s^4$$

$$T_s = 0.0559\, T_a^{1.5}$$

이때,

R_1은 천공 복사에너지이고,

σ는 스테판볼츠만 상수이고,

T_S는 천공 온도이고,

T_a는 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도인 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 연산부에서는 아래의 식들에 의해서 상기 흑체 구현부의 방사에너지가 더 산출되고,

$$E_W = \epsilon_W \times \sigma \times T_W^4$$

$$\rho_W = 1 - \epsilon_W$$

이때,

E_w는 상기 흑체 구현부의 방사에너지이고,

ε_w는 상기 흑체 구현부의 방사율이고,

T_w는 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도이고,

ρ_w는 상기 흑체 구현부의 반사율인 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 연산부에는 아래의 식에 의해서 상기 온실용 자재의 방사에너지가 더 산출되고,

$$E_n = \| R_1 - R_2 \| - \| R_3 - R_4 \|$$

이때,

E_n은 상기 온실용 자재의 방사에너지이고,

$\| R_1 - R_2 \|$는 상기 제1 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 상부에서의 순복사량이고,

$\| R_3 - R_4 \|$는 상기 제2 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 하부에서의 순복사량이고,

R_1은 상기 천공 복사에너지이고,

R_2는 상기 온실용 자재 상부에서의 상향 복사에너지이고,

R_3은 상기 온실용 자재 하부에서의 하향 복사에너지이고,

R_4는 상기 온실용 자재 하부에서의 상향 복사에너지인 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 연산부에서는 아래의 관계식들에 의해서 상기 온실용 자재의 반사율, 투과율 및 방사율이 산출되고,

$$R_2 = \rho_n R_1 + E_n + \tau_n E_W$$

$$R_3 = \tau_n R_1 + E_n + \rho_n E_W$$

$$R_4 = \rho_W E_n + E_W + \tau_n \rho_W R_1$$

$$\epsilon_n = 1 - \tau_n - \rho_n$$

이때,

ρ_n은 상기 온실용 자재의 반사율이고,

ε_n은 상기 온실용 자재의 방사율이고,

τ_n은 상기 온실용 자재의 투과율인 온실용 자재의 열특성 측정 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 온실용 자재의 열특성 측정 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 온실에서 피복의 주된 목적은 주간에 온실 내부로 입사하는 태양복사에 의한 내부공기의 온도상승에 있다. 이러한 목적을 위해 사용되는 피복재가 구비해야 할 가장 기본적인 성질은 투광성과 보온성이다. 그러나 이 두 가지 조건은 서로 상반되는 물리적인 성질이기 때문에 동시에 만족시키는 것은 상당히 어렵다. 따라서 가능한 한 투광성이 양호한 동시에 보온 효과가 우수한 피복재와 피복 방법의 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0003] 이때, 온실용 자재의 장파복사 특성, 예를 들어 반사율, 방사율(흡수율), 투과율은 온실의 보온 성능을 분석하는 데 필수적인 성질이다.

[0004] 예를 들어, 2004년 9월 6일에 출원된 선행 문헌 JP2004-257898에서는 단열재의 단열 성능 검사 방법 및 검사 장치에 대하여 개시된다.

[0005] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 발명의 출원 전에

일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예에 따른 목적은 온실용 자재(보온재, 단열재 또는 차광재)의 장파복사 특성(예를 들어, 반사율, 흡수율, 투과율)을 측정하여, 온실용 자재의 보온 성능을 정량적으로 제시할 수 있는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템을 제공하는 것이다.

[0007] 일 실시예에 따른 목적은 국내에 보급되어 있는 모든 온실용 자재에 대한 장파복사 특성을 측정하여 온실용 자재의 종류에 따른 보온 성능을 분석 또는 비교할 수 있는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템을 제공하는 것이다.

[0008] 일 실시예에 따른 목적은 온실용 자재의 상하부에 순복사량 센서를 설치하여 온실용 자재의 장파복사 특성을 실내 또는 실외에서 용이하게 측정할 수 있는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 일 실시예에 따른 목적은 프레임에 온실용 자재가 탈부착 가능하게 마련되어 다양한 온실용 자재의 조합에 따른 장파복사 특성을 용이하게 측정할 수 있는 온실용 자재의 열특성 측정 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템은, 온실용 자재가 장착되도록 구성된 프레임; 상기 온실용 자재의 상하부에서 순복사량을 측정하는 순복사량 측정부; 및 상기 온실용 자재의 상부 또는 하부에 배치되어, 상기 온실용 자재의 상부 온도 또는 하부 온도를 측정하는 온도 측정부;를 포함하고, 상기 온실용 자재는 보온재, 단열재 또는 차광재를 포함하고, 상기 온실용 자재는 상기 프레임에 대하여 탈부착 가능하게 마련될 수 있다.

[0011] 일 측에 의하면, 상기 순복사량 측정부는, 상기 온실용 자재의 상부에 배치되어 순복사량을 측정하는 제1 순복사량 센서; 및 상기 온실용 자재의 하부에 배치되어 순복사량을 측정하는 제2 순복사량 센서;를 포함하고, 상기 제1 순복사량 센서 및 상기 제2 순복사량 센서에서 각각 측정된 순복사량을 바탕으로 상기 온실용 자재의 열특성이 산출될 수 있다.

[0012] 일 측에 의하면, 상기 순복사량 측정부를 상기 온실용 자재의 상하부에 유지시키는 고정부를 더 포함하고, 상기 고정부는 'ㄷ'자 단면 형상으로 마련되고, 상기 고정부의 상면 단부에 상기 제1 순복사량 센서가 장착되고, 상기 고정부의 하면 단부에 상기 제2 순복사량 센서가 장착되며, 상기 온실용 자재가 상기 고정부의 측면 중앙에 배치되어, 상기 온실용 자재로부터 상기 제1 순복사량 센서 및 상기 제2 순복사량 센서 사이의 거리가 동일하게 될 수 있다.

[0013] 일 측에 의하면, 상기 프레임에 구비되어, 상기 온실용 자재의 하부에 흑체 표면을 구현하는 흑체 구현부;를 더 포함하고, 상기 흑체 구현부는 상기 프레임에 장착된 흑색천으로 마련되고, 상기 온도 측정부는 상기 흑체 구현부의 온도를 더 측정하고, 상기 온도 측정부는, 상기 온실용 자재의 상부 온도를 측정하는 제1 온도 센서; 및 상기 온실용 자재의 하부에서 상기 흑체 구현부의 온도를 측정하는 제2 온도 센서;를 포함할 수 있다.

[0014] 일 측에 의하면, 상기 순복사량 측정부 및 상기 온도 측정부에서 측정된 값을 바탕으로 상기 온실용 자재의 열특성을 산출하는 연산부;를 더 포함하고, 상기 연산부에서는 상기 제1 온도 센서에서 측정된 상기 온실용 자재의 상부 온도로부터 천공 복사에너지가 산출되고, 상기 제2 온도 센서에서 측정된 상기 흑체 구현부의 온도로부터 상기 흑체 구현부의 방사에너지가 산출되고, 상기 순복사량 측정부에서 측정된 상기 온실용 자재의 상하부에서의 순복사량의 차이로부터 상기 온실용 자재의 방사에너지가 산출되며, 상기 연산부에서는 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지, 상기 온실용 자재의 방사에너지 및 상기 순복사량 측정부에서 측정된 상기 온실용 자재 상부에서의 순복사량에 대한 관계식, 그리고 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지, 상기 온실용 자재의 방사에너지 및 상기 순복사량 측정부에서 측정된 온실용 자재 하부에서의 순복사량에 대한 관계식으로부터 상기 온실용 자재의 반사율 및 투과율이 산출될 수 있다.

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템은, 온실용 자재가 장착되도록 구성된 프레임; 상기 프레임에 구비되어, 상기 온실용 자재의 하부에 흑체 표면을 구현하는 흑체 구현부; 상기 온실용 자재의 상부에서 순복사량을 측정하는 제1 순복사량 센서 및 상기 온실용 자재의 하부에서 순복사량을

측정하는 제2 순복사량 센서를 포함하는 순복사량 측정부; 상기 온실용 자재의 상부 온도를 측정하는 제1 온도 센서 및 상기 흑체 구현부의 온도를 측정하는 제2 온도 센서를 포함하는 온도 측정부; 및 상기 순복사량 측정부 및 상기 온도 측정부에서 측정된 값을 바탕으로 상기 온실용 자재의 열특성을 산출하는 연산부;를 포함하고, 상기 온실용 자재의 열특성은 상기 온실용 자재의 반사율, 투과율 또는 방사율을 포함할 수 있다.

[0016] 일 측에 의하면, 상기 연산부에서는 상기 제1 온도 센서에서 측정된 상기 온실용 자재의 상부 온도로부터 천공 복사에너지가 산출되고, 상기 제2 온도 센서에서 측정된 상기 흑체 구현부의 온도로부터 상기 흑체 구현부의 방사에너지가 산출되고, 상기 제1 순복사량 센서에서 측정된 순복사량 및 상기 제2 순복사량 센서에서 측정된 순복사량의 차이로부터 상기 온실용 자재의 방사에너지가 산출되며, 상기 연산부에서는 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지, 상기 온실용 자재의 방사에너지 및 상기 제1 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 상부에서의 순복사량에 대한 관계식, 그리고 상기 천공 복사에너지, 상기 흑체 구현부의 방사에너지, 상기 온실용 자재의 방사에너지 및 상기 제2 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 하부에서의 순복사량에 대한 관계식으로부터 상기 온실용 자재의 반사율 및 투과율이 산출되고, 상기 연산부에서는 상기 온실용 자재의 반사율, 투과율 및 방사율에 대한 관계식으로부터 상기 온실용 자재의 방사율이 산출될 수 있다.

[0017] 일 측에 의하면, 상기 연산부에서는 아래의 식들에 의해서 천공 복사에너지가 산출되고,

[0018] $$R_1 = \sigma T_s^4$$

[0019] $$T_s = 0.0559\, T_a^{1.5}$$

[0020] 이때, R_1은 천공 복사에너지이고, σ는 스테판볼츠만 상수이고, T_S는 천공 온도이고, T_a는 상기 제1 온도 센서에서 측정된 온도이다.

[0021] 일 측에 의하면, 상기 연산부에서는 아래의 식들에 의해서 상기 흑체 구현부의 방사에너지가 더 산출되고,

[0022] $$E_W = \epsilon_W \times \sigma \times T_W^4$$

[0023] $$\rho_W = 1 - \epsilon_W$$

[0024] 이때, E_w는 상기 흑체 구현부의 방사에너지이고, ε_w는 상기 흑체 구현부의 방사율이고, T_w는 상기 제2 온도 센서에서 측정된 온도이고, ρ_w는 상기 흑체 구현부의 반사율이다.

[0025] 일 측에 의하면, 상기 연산부에는 아래의 식에 의해서 상기 온실용 자재의 방사에너지가 더 산출되고,

[0026] $$E_n = \| R_1 - R_2 \| - \| R_3 - R_4 \|$$

[0027] 이때, E_n은 상기 온실용 자재의 방사에너지이고, $\| R_1 - R_2 \|$는 상기 제1 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 상부에서의 순복사량이고, $\| R_3 - R_4 \|$는 상기 제2 순복사량 센서에서 측정된 온실용 자재 하부에서의 순복사량이고, R_1은 상기 천공 복사에너지이고, R_2는 상기 온실용 자재 상부에서의 상향 복사에너지이고, R_3은 상기 온실용 자재 하부에서의 하향 복사에너지이고, R_4는 상기 온실용 자재 하부에서의 상향 복사에너지이다.

[0028] 일 측에 의하면, 상기 연산부에서는 아래의 관계식들에 의해서 상기 온실용 자재의 반사율, 투과율 및 방사율이 산출되고,

[0029] $$R_2 = \rho_n R_1 + E_n + \tau_n E_W$$

[0030] $$R_3 = \tau_n R_1 + E_n + \rho_n E_W$$

[0031] $$R_4 = \rho_W E_n + E_W + \tau_n \rho_W R_1$$

[0032] $$\epsilon_n = 1 - \tau_n - \rho_n$$

[0033] 이때, ρ_n은 상기 온실용 자재의 반사율이고, ε_n은 상기 온실용 자재의 방사율이고, τ_n은 상기 온실용 자재의 투과율이다.

발명의 효과

[0034] 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템에 의하면, 온실용 자재(보온재, 단열재 또는 차광재)의 장파복사 특성(예를 들어, 반사율, 흡수율, 투과율)을 측정하여, 온실용 자재의 보온 성능을 정량적으로 제시할 수 있다.

[0035] 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템에 의하면, 국내에 보급되어 있는 모든 온실용 자재에 대한 장파복사 특성을 측정하여 온실용 자재의 종류에 따른 보온 성능을 분석 또는 비교할 수 있다.

[0036] 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템에 의하면, 온실용 자재의 상하부에 순복사량 센서를 설치하여 온실용 자재의 장파복사 특성을 실내 또는 실외에서 용이하게 측정할 수 있다.

[0037] 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템에 의하면, 프레임에 온실용 자재가 탈부착 가능하게 마련되어 다양한 온실용 자재의 조합에 따른 장파복사 특성을 용이하게 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템의 구성을 도시한다.

도 2는 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0040] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0041] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0042] 도 1은 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템의 구성을 도시하고, 도 2는 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템을 개략적으로 도시한다.

[0043] 도 1 또는 2를 참조하여, 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템(10)은 프레임(100), 순복사량 측정부(200), 고정부(300), 흑체 구현부(400), 온도 측정부(500) 및 연산부(600)를 포함할 수 있다.

[0044] 상기 프레임(100)은 온실용 자재(S)가 장착되도록 구성될 수 있다.

[0045] 이때, 온실용 자재(S)는 평면 형태로 마련된 보온재, 단열재 또는 차광재를 포함할 수 있다.

[0046] 구체적으로, 온실용 자재(S)는 보온재, 단열재 및 차광재 중 어느 하나가 되거나, 보온재, 단열재 및 차광재 중 적어도 두 개의 조합으로 될 수 있다.

[0047] 특히, 프레임(100)에 온실용 자재(S)가 탈부착 가능하게 마련되어서, 다양한 조합의 온실용 자재(S)에 대하여 열특성 측정을 수행할 수 있다.

[0048] 또한, 프레임(100)은 온실용 자재(S)가 흑체 구현부(400)로부터 상방으로 이격된 상태에서 유지되도록 마련될 수 있고, 온실용 자재(S) 및 흑체 구현부(400) 사이에서 프레임(100)의 측면은 외부에 개방될 수 있다.

[0049] 한편, 온실용 자재(S)의 열특성 측정이 실외 또는 실내에서 수행될 수 있으며, 프레임(100) 또한 실외 또는 실내에 배치될 수 있다.

[0050] 예를 들어, 프레임(100)이 실외에 배치되는 경우, 온실용 자재(S)에 실제적으로 야간의 천공 복사에너지가 입사

될 수 있다.

[0051] 반면, 프레임(100)이 실내에 배치되는 경우, 프레임(100)의 상부에 별도로 천공 복사 구현부(미도시)가 배치되어, 온실용 자재(S)에 천공 복사 구현부에 의한 천공 복사에너지가 입사될 수 있다.

[0052] 전술된 바와 같이 프레임(100)에 장착된 온실용 자재(S)와 이격되도록 순복사량 측정부(200)가 배치될 수 있다.

[0053] 상기 순복사량 측정부(200)는 온실용 자재(S)의 상하부에서 순복사량을 측정할 수 있다.

[0054] 구체적으로, 순복사량 측정부(200)는 제1 순복사량 센서(210) 및 제2 순복사량 센서(220)를 포함할 수 있다.

[0055] 이때, 제1 순복사량 센서(210) 및 제2 순복사량 센서(220)는 단파복사와 장파복사를 포함한 300-10,000㎚의 넓은 파장 범위의 복사에너지를 측정하기 위한 계기로 마련될 수 있다.

[0056] 상기 제1 순복사량 센서(210)는 온실용 자재(S)의 상부에 배치되어 온실용 자재(S)의 상부에서 순복사량, 다시 말해서 온실용 자재(S)의 상부에서 천공 복사에너지와 상향 복사에너지의 차이를 측정할 수 있다.

[0057] 이때, 제1 순복사량 센서(210)는 온실용 자재(S)의 중앙에서 수직 상부에서 온실용 자재(S)의 상면으로부터 일정한 거리만큼 이격 배치될 수 있다.

[0058] 상기 제2 순복사량 센서(220)는 온실용 자재(S)의 하부에 배치되어 온실용 자재(S)의 하부에서 순복사량, 다시 말해서 온실용 자재(S)의 하부에서 상향 복사에너지와 하향 복사에너지의 차이를 측정할 수 있다.

[0059] 이때, 제2 순복사량 센서(220)는 제1 순복사량 센서(210)와 온실용 자재(S)를 사이에 두고 서로 마주보도록 배치될 수 있으며, 온실용 자재(S)의 중앙에서 수직 하부에서 온실용 자재(S)의 하면으로부터 일정한 거리만큼 이격 배치될 수 있다.

[0060] 예를 들어, 제1 순복사량 센서(210)가 온실용 자재(S)의 상면으로부터 이격된 거리와 제2 순복사량 센서(220)가 온실용 자재(S)의 하면으로부터 이격된 거리는 동일하게 될 수 있다.

[0061] 또한, 순복사량 측정부(200)에서 측정된 순복사량, 구체적으로 제1 순복사량 센서(210) 및 제2 순복사량 센서(220)에서 각각 측정된 순복사량은 연산부(600)에 전달될 수 있으며, 추후 연산부(600)에서 온실용 자재(S)의 열특성을 산출하는 데 활용될 수 있다. 이에 대해서는 이하에서 상술된다.

[0062] 한편, 전술된 순복사량 측정부(200)를 온실용 자재(S)의 상하부에 유지시키기 위해서 프레임(100)의 일측에 고정부(300)가 장착될 수 있다.

[0063] 상기 고정부(300)는 'ㄷ'자 단면 형상으로 마련될 수 있다.

[0064] 구체적으로, 고정부(300)의 상면 단부에는 제1 순복사량 센서(210)가 장착되고, 고정부(300)의 하면 단부에는 제2 순복사량 센서(220)가 장착될 수 있다.

[0065] 또한, 온실용 자재(S)가 고정부(300)의 측면 중앙에 배치되어, 전술된 바와 같이 온실용 자재(S)로부터 제1 순복사량 센서(210) 및 제2 순복사량 센서(220) 사이의 거리가 동일하게 될 수 있다.

[0066] 그러나, 고정부(300)의 형태는 이에 국한되지 아니하며, 제1 순복사량 센서(210) 및 제2 순복사량 센서(220)를 온실용 자재(S)의 상하부에 유지시킬 수 있다면 어느 것이든지 가능하다.

[0067] 한편, 프레임(100)에서 온실용 자재(S)의 하부에 흑체 구현부(400)가 배치될 수 있다.

[0068] 상기 흑체 구현부(400)는 모든 복사선을 완전히 흡수하는 흑체 표면을 구현하기 위한 것으로서, 예를 들어 흑체 구현부(400)는 흑색천으로 마련될 수 있으며, 흑색천이 프레임(100)에 장착될 수 있다.

[0069] 구체적으로, 온실용 자재(S)에 입사되는 천공 복사에너지 중 일부는 온실용 자재(S)로부터 반사되고, 천공 복사에너지 중 나머지 일부는 온실용 자재(S)를 투과하여 흑체 구현부(400)에 흡수될 수 있다.

[0070] 이때, 흑체 구현부(400)의 구성은 이에 국한되지 아니하며, 흑체 표면을 구현할 수 있다면 어느 것이든지 가능하다.

[0071] 한편, 온실용 자재(S)의 상하부에는 온도 측정부(500)가 배치될 수 있다.

[0072] 상기 온도 측정부(500)는 온실용 자재(S)의 상부 온도를 측정하기 위한 제1 온도 센서(510)를 포함할 수 있다.

[0073] 전술된 바와 같이 프레임(100)이 실외에 배치된 경우, 제1 온도 센서(510)는 외기 온도를 측정할 수 있고, 프레

임(100)이 실내에 배치된 경우, 제1 온도 센서(510)는 온실용 자재(S) 및 천공 복사 구현부 사이의 온도를 측정할 수 있다.

[0074] 이때, 제1 온도 센서(510)에서 측정된 온실용 자재(S)의 상부 온도는 연산부(600)에 전달될 수 있으며, 추후 연산부(600)에서 천공 복사에너지를 산출하는 데 활용될 수 있다. 이에 대해서는 이하에서 상술된다.

[0075] 또한, 온도 측정부(500)는 흑체 구현부(400)의 온도를 측정하기 위한 제2 온도 센서(520)를 더 포함할 수 있다.

[0076] 상기 제2 온도 센서(520)는 예를 들어 써모커플(thermocouple)로 마련될 수 있으며, 흑체 구현부(400)의 표면, 예를 들어 흑색천의 표면에 장착되어, 흑체 구현부(400)의 표면 온도, 예를 들어 흑색천의 표면 온도를 측정할 수 있다.

[0077] 이때, 제2 온도 센서(520)에서 측정된 흑체 구현부(400)의 온도는 연산부(600)에 전달될 수 있으며, 추후 연산부(600)에서 흑체 구현부(400)의 방사에너지를 산출하는 데 활용될 수 있다. 이에 대해서는 이하에서 상술된다.

[0078] 전술된 바와 같이 순복사량 측정부(200) 및 온도 측정부(500)에서 측정된 값은 연산부(600)에 전달될 수 있다.

[0079] 상기 연산부(600)는 순복사량 측정부(200) 및 온도 측정부(500)에서 측정된 값을 바탕으로 온실용 자재(S)의 열특성을 산출할 수 있다.

[0080] 이때, 온실용 자재(S)의 열특성은 온실용 자재(S)의 반사율, 투과율 또는 방사율(또는 흡수율)을 포함할 수 있다.

[0081] 구체적으로, 연산부(600)에서는 제1 온도 센서(510)에서 측정된 온실용 자재(S)의 상부 온도로부터 천공 복사에너지가 산출되고, 제2 온도 센서(520)에서 측정된 흑체 구현부(400)의 온도로부터 흑체 구현부(400)의 방사에너지가 산출될 수 있다.

[0082] 또한, 연산부(600)에서는 순복사량 측정부(200)에서 측정된 온실용 자재(S)의 상하부에서의 순복사량의 차이, 예를 들어 제1 순복사량 센서(210)에서 측정된 순복사량과 제2 순복사량 센서(220)에서 측정된 순복사량의 차이로부터 온실용 자재(S)의 방사에너지가 산출될 수 있다.

[0083] 더 나아가서, 연산부(600)에서는 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지 및 온실용 자재(S)의 방사에너지와 온실용 자재(S) 상부에서의 상향 복사에너지에 대한 관계식, 그리고 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지 및 온실용 자재(S)의 방사에너지와 온실용 자재(S) 상부에서의 하향 복사에너지에 대한 관계식으로부터 온실용 자재(S)의 열특성인 온실용 자재(S)의 반사율 및 투과율이 산출될 수 있다.

[0084] 예를 들어, 연산부(600)에는 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지, 온실용 자재(S)의 방사에너지 및 온실용 자재(S) 상부에서의 상향 복사에너지에 대한 제1 관계식, 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지, 온실용 자재(S)의 방사에너지 및 온실용 자재(S) 하부에서의 하향 복사에너지에 대한 제2 관계식, 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지, 온실용 자재(S)의 방사에너지 및 온실용 자재(S) 하부에서의 상향 복사에너지에 대한 제3 관계식이 내장될 수 있고, 제1 관계식 및 제2 관계식에는 온실용 자재(S)의 반사율 및 투과율이 비례상수로 포함되어 있을 수 있고, 제3 관계식에는 온실용 자재(S)의 투과율이 비례상수로 포함되어 있을 수 있다.

[0085] 추가적으로, 연산부(600)에는 온실용 자재(S)의 반사율, 투과율 및 방사율에 대한 제4 관계식이 더 내장될 수 있고, 제4 관계식으로부터 온실용 자재(S)의 방사율이 산출될 수 있다.

[0086] 이와 같이 연산부(600)에 내장된 다양한 관계식으로부터 온실용 자재(S)의 열특성인 온실용 자재(S)의 반사율, 투과율 및 방사율 중 적어도 하나가 산출될 수 있다.

[0087] 이하에서는 연산부(600)에서 온실용 자재(S)의 열특성을 산출하는 과정에 대하여 보다 상세히 설명된다.

[0088] 우선, 연산부(600)에서는 아래의 식들에 의해서 천공 복사에너지가 산출될 수 있다.

[0089] $$R_1 = \sigma T_s^4$$

[0090] $$T_s = 0.0559\, T_a^{1.5}$$

[0091] 이때,

[0092] R_1은 천공 복사에너지이고,

[0093] σ는 스테판볼츠만 상수이고,

[0094] T_S는 천공 온도이고,

[0095] T_a는 제1 온도 센서(510)에서 측정된 온도이다.

[0096] 구체적으로, 연산부(600)에 제1 온도 센서(510)에서 측정된 온도가 전달되어서 천공 온도가 산출된 다음, 산출된 천공 온도를 바탕으로 천공 복사에너지가 산출될 수 있다.

[0097] 또한, 연산부에서는 아래의 식들에 의해서 흑체 구현부(400)의 방사에너지가 더 산출될 수 있다.

[0098] $$E_W = \epsilon_W \times \sigma \times T_W^4$$

[0099] $$\rho_W = 1 - \epsilon_W$$

[0100] 이때,

[0101] E_w는 흑체 구현부(400)의 방사에너지이고,

[0102] ε_w는 흑체 구현부(400)의 방사율이고,

[0103] σ는 스테판볼츠만 상수이고,

[0104] T_w는 제2 온도 센서(520)에서 측정된 온도이고,

[0105] ρ_w는 흑체 구현부(400)의 반사율이다.

[0106] 이때, 흑체 구현부(400)의 방사율은 별도로 측정된 값으로 될 수 있으며, 흑체 구현부(400)의 반사율은 흑체 구현부(400)의 방사율로부터 산출될 수 있다.

[0107] 구체적으로, 연산부(600)에 제2 온도 센서(5200)에서 측정된 온도가 전달되어서 흑체 구현부(400)의 방사에너지가 산출될 수 있다.

[0108] 또한, 연산부(600)에서는 아래의 식에 의해서 온실용 자재(S)의 방사에너지가 더 산출될 수 있다.

[0109] $$E_n = \| R_1 - R_2 \| - \| R_3 - R_4 \|$$

[0110] 이때,

[0111] E_n은 온실용 자재(S)의 방사에너지이고,

[0112] $\| R_1 - R_2 \|$는 제1 순복사량 센서(210)에서 측정된 온실용 자재(S) 상부에서의 순복사량이고,

[0113] $\| R_3 - R_4 \|$는 제2 순복사량 센서(220)에서 측정된 온실용 자재(S) 하부에서의 순복사량이고,

[0114] R_1은 천공 복사에너지이고,

[0115] R_2는 온실용 자재(S) 상부에서의 상향 복사에너지이고,

[0116] R_3은 온실용 자재(S) 하부에서의 하향 복사에너지이고,

[0117] R_4는 온실용 자재(S) 하부에서의 상향 복사에너지이다.

[0118] 구체적으로, 연산부(600)에 제1 순복사량 센서(210) 및 제2 순복사량 센서(220)에서 각각 측정된 온실용 자재(S) 상부에서의 순복사량 및 온실용 자재(S) 하부에서의 순복사량이 전달되어서, 온실용 자재(S) 상부에서의 순복사량 및 온실용 자재(S) 하부에서의 순복사량의 차이에 의해서 온실용 자재(S)의 방사에너지가 산출될 수 있다.

[0119] 또한, 연상부(600)에서는 아래의 관계식들에 의해서 온실용 자재(S)의 반사율, 투과율 및 방사율이 산출될 수

있다.

[0120] 제1 관계식은 다음과 같다.

[0121] $$R_2 = \rho_n R_1 + E_n + \tau_n E_W$$

[0122] 이때,

[0123] R_2는 온실용 자재(S) 상부에서의 상향 복사에너지이고,

[0124] R_1은 천공 복사에너지이고,

[0125] E_n은 온실용 자재(S)의 방사에너지이고,

[0126] E_w는 흑체 구현부(400)의 방사에너지이고,

[0127] ρ_n은 온실용 자재(S)의 반사율이고,

[0128] τ_n은 온실용 자재(S)의 투과율이다.

[0129] 이와 같이 제1 관계식은 온실용 자재(S) 상부에서의 상향 복사에너지, 천공 복사에너지, 온실용 자재(S)의 방사에너지 및 흑체 구현부(400)의 방사에너지에 대한 관계식으로서, 온실용 자재(S)의 반사율 및 온실용 자재(S)의 투과율이 비례상수로 포함될 수 있다.

[0130] 제2 관계식은 다음과 같다.

[0131] $$R_3 = \tau_n R_1 + E_n + \rho_n E_W$$

[0132] 이때,

[0133] R_3은 온실용 자재(S) 하부에서의 하향 복사에너지이고,

[0134] R_1은 천공 복사에너지이고,

[0135] E_n은 온실용 자재(S)의 방사에너지이고,

[0136] E_w는 흑체 구현부(400)의 방사에너지이고,

[0137] ρ_n은 온실용 자재(S)의 반사율이고,

[0138] τ_n은 온실용 자재(S)의 투과율이다.

[0139] 이와 같이 제2 관계식은 온실용 자재(S) 하부에서의 하향 복사에너지, 천공 복사에너지, 온실용 자재(S)의 방사에너지 및 흑체 구현부(400)의 방사에너지에 대한 관계식으로서, 온실용 자재(S)의 반사율 및 온실용 자재(S)의 투과율이 비례상수로 포함될 수 있다.

[0140] 제3 관계식은 다음과 같다.

[0141] $$R_4 = \rho_W E_n + E_W + \tau_n \rho_W R_1$$

[0142] 이때,

[0143] R_4는 온실용 자재(S) 하부에서의 상향 복사에너지이고,

[0144] R_1은 천공 복사에너지이고,

[0145] E_n은 온실용 자재(S)의 방사에너지이고,

[0146] E_w는 흑체 구현부(400)의 방사에너지이고,

[0147] ρ_w는 흑체 구현부(400)의 반사율이고,

[0148] τ_n은 온실용 자재(S)의 투과율이다.

[0149] 이와 같이 제3 관계식은 온실용 자재(S) 하부에서의 상향 복사에너지, 천공 복사에너지, 온실용 자재(S)의 방사에너지 및 흑체 구현부(400)의 방사에너지에 대한 관계식으로서, 온실용 자재(S)의 투과율 및 흑체 구현부(400)의 반사율이 비례상수로 포함될 수 있다.

[0150] 제4 관계식은 다음과 같다.

[0151] $$\epsilon_n = 1 - \tau_n - \rho_n$$

[0152] 이때,

[0153] ρ_n은 온실용 자재(S)의 반사율이고,

[0154] ε_n은 온실용 자재(S)의 방사율이고,

[0155] τ_n은 온실용 자재(S)의 투과율이다.

[0156] 이와 같이 제4 관계식은 온실용 자재(S)의 반사율, 투과율 및 방사율에 대한 관계식이다.

[0157] 전술된 제1 관계식 내지 제3 관계식을 이용하여 $\| R_1 - R_2 \|$ 및 $\| R_3 - R_4 \|$ 에 대한 두 개의 수식이 정리될 수 있다.

[0158] 구체적으로, 연산부(600)에서는 천공 복사에너지 및 제1 관계식을 이용하여 $\| R_1 - R_2 \|$에 대한 제1 수식이 정리될 수 있다. 이때, 제1 수식에서, $\| R_1 - R_2 \|$의 값은 제1 순복사량 센서(210)에서 측정된 온실용 자재(S) 상부에서의 순복사량이고, 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지 및 온실용 자재(S)의 방사에너지는 연산부(600)에서 미리 산출될 수 있다. 따라서 $\| R_1 - R_2 \|$에 대한 제1 수식에서 온실용 자재(S)의 반사율 및 온실용 자재(S)의 투과율이 미지수가 될 수 있다.

[0159] 또한, 연산부(600)에서는 제2 관계식 및 제3 관계식을 이용하여 $\| R_3 - R_4 \|$에 대한 제2 수식이 정리될 수 있다. 이때, 제2 수식에서, $\| R_3 - R_4 \|$의 값은 제2 순복사량 센서(220)에서 측정된 온실용 자재(S) 하부에서의 순복사량이고, 천공 복사에너지, 흑체 구현부(400)의 방사에너지 및 온실용 자재(S)의 방사에너지는 연산부(600)에서 미리 산출될 수 있다. 그리고 흑체 구현부(400)의 반사율 또한 연산부(600)에서 미리 산출될 수 있다. 따라서 $\| R_3 - R_4 \|$에 대한 제2 수식에서 온실용 자재(S)의 투과율만이 미지수가 될 수 있다.

[0160] 이와 같이 연산부(600)에서는 $\| R_1 - R_2 \|$에 대한 제1 수식 및 $\| R_3 - R_4 \|$에 대한 제2 수식을 연립하여 온실용 자재(S)의 열특성인 온실용 자재(S)의 반사율 및 온실용 자재(S)의 투과율이 산출될 수 있다. 그런 다음, 연산부(600)에서는 제4 관계식을 이용하여 온실용 자재(S)의 방사율이 산출될 수 있다.

[0161] 전술된 바와 같이 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템(10)은 온실용 자재(보온재, 단열재 또는 차광재)의 장파복사 특성(예를 들어, 반사율, 흡수율, 투과율)을 측정하여, 온실용 자재의 보온 성능을 정량적으로 제시할 수 있으며, 온실용 자재의 상하부에 순복사량 센서를 설치하여 온실용 자재의 장파복사 특성을 실내 또는 실외에서 용이하게 측정할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 온실용 자재의 열특성 측정 시스템(10)은 국내에 보급되어 있는 모든 온실용 자재에 대한 장파복사 특성을 측정하여 온실용 자재의 종류에 따른 보온 성능을 분석 또는 비교할 수 있고, 프레임에 온실용 자재가 탈부착 가능하게 마련되어 다양한 온실용 자재의 조합에 따른 장파복사 특성을 용이하게 측정할 수 있다.

[0162] 이상과 같이 비록 한정된 도면에 의해 실시예들이 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구조, 장치 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

부호의 설명

[0163] 10: 온실용 자재의 열특성 측정 시스템

100: 프레임

200: 순복사량 측정부

210: 제1 순복사량 센서

220: 제2 순복사량 센서

300: 고정부

400: 흑체 구현부

500: 온도 측정부

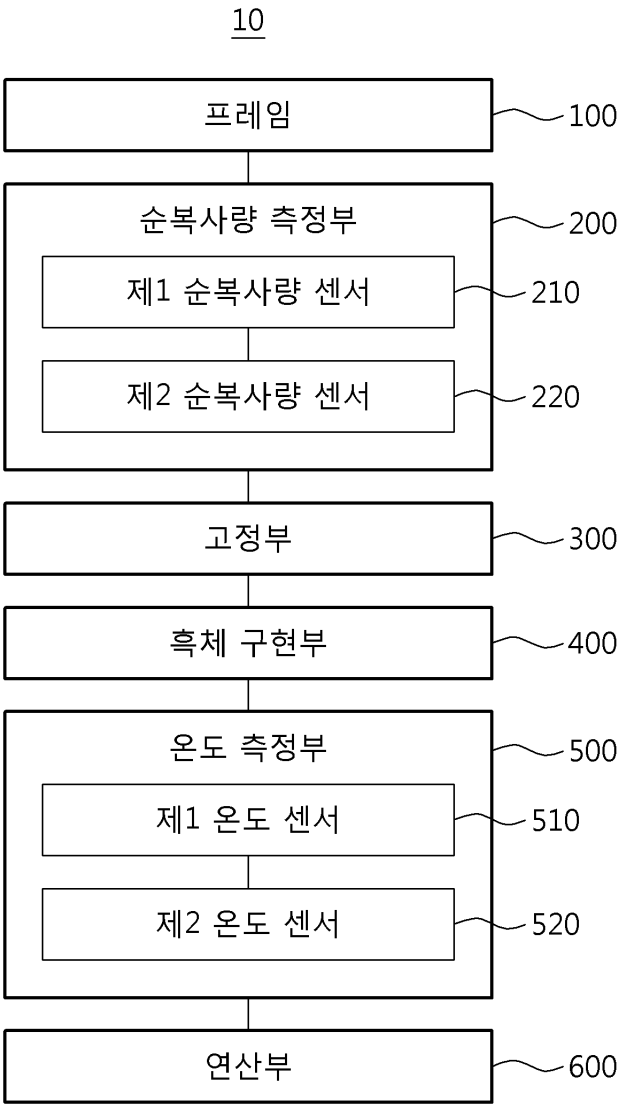
510: 제1 온도 센서

520: 제2 온도 센서

600: 연산부

도면

도면1



도면2

