



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월16일
(11) 등록번호 10-2000616
(24) 등록일자 2019년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01K 11/00 (2006.01) G01K 15/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01K 11/006 (2013.01)
G01K 15/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0046242
(22) 출원일자 2018년04월20일
심사청구일자 2018년04월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP4058032 B2
JP3117277 B2
JP3961516 B2
JP5791482 B2

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
정진호
서울특별시 양천구 목동서로2길 22, 116동 601호 (목동, 한신청구아파트)
박우진
서울특별시 성북구 아리랑로6길 30, A동 201호 (동선동5가)
(74) 대리인
특허법인 수

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 홍정훈

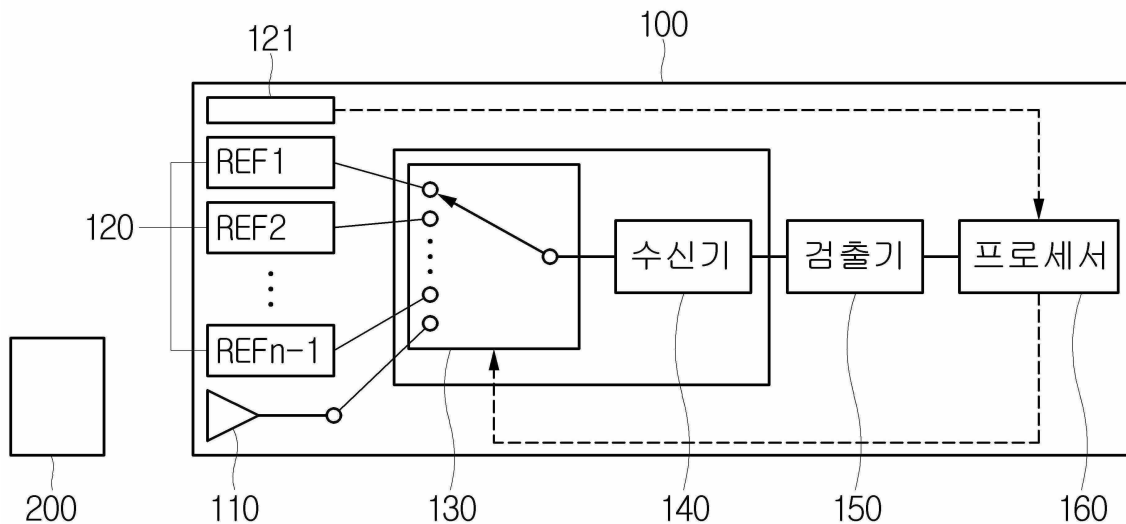
(54) 발명의 명칭 저항 잡음원을 이용한 물체 내부 온도 측정장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명에 따르면, 물체 내부 온도를 측정하는 방법에 있어서, 물체 내부 온도 측정장치가, 복수의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성된 스위치 - 상기 복수의 입력단자는 안테나 및 복수의 잡음원과 연결되어 있고, 하나의 출력단자는 수신기와 연결되어 있는 스위치임 - 를 포함하고 있는 상태에서, (a) 상기 물체 내부 온도 측정장치

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



가, 상기 스위치를 스위칭하여 (i) 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보를 획득하며, (ii) 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득하는 단계; (b) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 상기 측정된 물리적 온도를 이용하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득하는 단계; (c) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 계산하는 단계; 및 (d) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, (i) 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산하고, (ii) 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 단계: 를 포함하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711065719

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(미래부)

연구과제명 마이크로파를 이용한 비침습적 인체 내부 온도 이미징 연구

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

물체 내부 온도를 측정하는 방법에 있어서,

물체 내부 온도 측정장치가, 복수의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성된 스위치 - 상기 복수의 입력단자는 안테나 및 복수의 잡음원과 연결되어 있고, 하나의 출력단자는 수신기와 연결되어 있는 스위치임 - 를 포함하고 있는 상태에서,

(a) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 스위치를 스위칭하여 (i) 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보를 획득하며, (ii) 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득하는 단계;

(b) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 상기 측정된 물리적 온도를 이용하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득하는 단계;

(c) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 계산하는 단계; 및

(d) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, (i) 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산하고, (ii) 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 잡음원 각각은 적어도 하나의 저항을 포함하고, 상기 복수의 잡음원 각각에 포함된 저항의 합계는 상기 복수의 잡음원마다 서로 다른 것을 특징으로 하며, 상기 저항의 합계가 상기 수신기의 기준 임피던스의 값과 동일한 경우 잡음원에 대응되는 등가 잡음 온도가 최대값인 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 (a) 단계에서, (i) 상기 스위치를 스위칭하여 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각을 기설정된 개수만큼 획득하고, (ii) 상기 획득한 기설정된 개수의 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각의 평균값을 계산하는 것을 특징으로 하고,

상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 계산된 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 각각에 대한 평균값을 상기 (c) 단계 및 상기 (d) 단계의 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보로 이용하고, 상기 계산된 안테나 전압에 대한 평균값을 상기 (d) 단계의 상기 안테나 전압에 대한 정보로 이용하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계 이전에,

(a0) 상기 (a) 단계에서 사용될 상기 스위치를 보정하는 단계를 더 포함하되,

상기 (a0) 단계에서,

상기 복수의 입력단자 각각에 같은 테스트 저항을 연결하여 각각의 입력단자에 대응되는 복수의 테스트 출력전압을 측정하고, 상기 측정된 복수의 테스트 출력전압을 비교하여 다른 수치의 테스트 출력전압이 측정된 경우, 상기 다른 수치의 테스트 출력전압에 대응되는 입력단자에 오프셋 전압을 추가하여 상기 복수의 테스트 출력전압의 수치가 동일하게 측정되도록 하여, 상기 스위치를 보정하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 (d) 단계에서,

상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 측정 대상 물체에 대응되는 상기 입사 잡음 온도에서 상기 물체 내부 온도 측정장치의 외부환경에 의해 발생하는 외부환경 잡음 온도 및 상기 안테나의 전송선에 의해 발생하는 전송선 잡음 온도를 제거하여 상기 측정 대상 물체에 대응되는 안테나 잡음 온도에 대한 정보를 획득하고, 상기 측정 대상 물체에 대응되는 상기 안테나 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 잡음원에 대응되는 상기 등가 잡음 온도 T_{REF} 는,

$$T_{REF} = (1 - |\Gamma_{REF}|^2) T_r \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, T_r 은 잡음원의 물리적 온도이고, Γ_{REF} 은 상기 잡음원의 반사계수이며,

$$\Gamma_{REF} = (Z_0 - R_{REF}) / (Z_0 + R_{REF}) \text{로부터 상기 잡음원의 반사계수 } \Gamma_{REF} \text{이 구해지며,}$$

여기에서, R_{REF} 는 상기 잡음원에 포함된 저항의 값이고, Z_0 는 상기 수신기의 기준 임피던스 값을 나타내는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 잡음원이 적어도 제1 잡음원과 제2 잡음원을 포함한다고 할 때,

상기 (c) 단계에서, 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득 G_T 는,

$$G_T = (V_{OUT2} - V_{OUT1}) / (T_{REF2} - T_{REF1}) \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, V_{OUT1} 은 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 잡음원 전압이고, V_{OUT2} 는 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 잡음원 전압이며, T_{REF1} 은 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 등가 잡음 온도이고, T_{REF2} 는 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 등가 잡음 온도를 나타내는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 (d) 단계에서, 상기 측정 대상 물체에 대응되는 상기 입사 잡음 온도 T_{IN} 은,

$$T_{IN} = (1/2)(T_{IN1} + T_{IN2}) \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, T_{IN1} 및 T_{IN2} 는,

$$T_{IN1}=T_{REF1}+((V_{OUT,A}-V_{OUT1})/G_T) \text{ 및}$$

$$T_{IN2}=T_{REF2}+((V_{OUT,A}-V_{OUT2})/G_T) \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, $V_{OUT,A}$ 는 상기 안테나 전압을 나타내는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법.

청구항 9

물체 내부 온도를 측정하는 물체 내부 온도 측정장치에 있어서,

복수의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성되고, 상기 복수의 입력단자는 안테나 및 복수의 잡음원과 연결되어 있고, 상기 하나의 출력단자는 수신기와 연결되어 있는 스위치; 및

(1) 상기 스위치를 스위칭하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보를 획득하고, 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득하는 프로세스, (2) 상기 복수의 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 상기 측정된 물리적 온도를 이용하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득하는 프로세스, (3) 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정 장치의 이득을 계산하는 프로세스, 및 (4) (i) 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정 장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산하고, (ii) 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 프로세스를 수행하는 프로세서

를 포함하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 복수의 잡음원 각각은 적어도 하나의 저항을 포함하고, 상기 복수의 잡음원 각각에 포함된 저항의 합계는 상기 복수의 잡음원마다 서로 다른 것을 특징으로 하며, 상기 저항의 합계가 상기 수신기의 기준 임피던스의 값과 동일한 경우 잡음원에 대응되는 등가 잡음 온도가 최대값인 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 프로세서가, 상기 (1) 단계에서, (i) 상기 스위치를 스위칭하여 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각을 기설정된 개수만큼 획득하고, (ii) 상기 획득한 기설정된 개수의 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각의 평균값을 계산하는 것을 특징으로 하고,

상기 프로세서가, 상기 계산된 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 각각에 대한 평균값을 상기 (3) 프로세스 및 상기 (4) 프로세스의 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보로 이용하고, 상기 계산된 안테나 전압에 대한 평균값을 상기 (4) 프로세스의 상기 안테나 전압에 대한 정보로 이용하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 (1) 프로세스 이전에,

(1-0) 상기 (1) 프로세스에서 사용될 상기 스위치를 보정하는 프로세스를 더 포함하되,

상기 (1-0) 프로세스에서,

상기 복수의 입력단자 각각에 같은 테스트 저항을 연결하여 각각의 입력단자에 대응되는 복수의 테스트 출력전압을 측정하고, 상기 측정된 복수의 테스트 출력전압을 비교하여 다른 수치의 테스트 출력전압이 측정된 경우,

상기 다른 수치의 테스트 출력전압에 대응되는 입력단자에 오프셋 전압을 추가하여 상기 복수의 테스트 출력전압의 수치가 동일하게 측정되도록 하여, 상기 스위치를 보정하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 (4) 프로세스에서,

상기 프로세서가, 상기 측정 대상 물체에 대응되는 상기 입사 잡음 온도에서 상기 물체 내부 온도 측정장치의 외부환경에 의해 발생하는 외부환경 잡음 온도 및 상기 안테나의 전송선에 의해 발생하는 전송선 잡음 온도를 제거하여 상기 측정 대상 물체에 대응되는 안테나 잡음 온도에 대한 정보를 획득하고, 상기 측정 대상 물체에 대응되는 상기 안테나 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 잡음원에 대응되는 상기 등가 잡음 온도 T_{REF} 는,

$$T_{REF} = (1 - |\Gamma_{REF}|^2) T_r \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, T_r 은 잡음원의 물리적 온도이고, Γ_{REF} 은 상기 잡음원의 반사계수이며,

$$\Gamma_{REF} = (Z_0 - R_{REF}) / (Z_0 + R_{REF}) \text{로부터 상기 잡음원의 반사계수 } \Gamma_{REF} \text{이 구해지며,}$$

여기에서, R_{REF} 는 상기 잡음원에 포함된 저항의 값이고, Z_0 는 상기 수신기의 기준 임피던스 값을 나타내는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수의 잡음원이 적어도 제1 잡음원과 제2 잡음원을 포함한다고 할 때,

상기 (3) 프로세스에서, 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득 G_T 는,

$$G_T = (V_{OUT2} - V_{OUT1}) / (T_{REF2} - T_{REF1}) \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, V_{OUT1} 은 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 잡음원 전압이고, V_{OUT2} 는 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 잡음원 전압이며, T_{REF1} 은 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 등가 잡음 온도이고, T_{REF2} 는 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 등가 잡음 온도를 나타내는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 (4) 프로세스에서, 상기 측정 대상 물체에 대응되는 상기 입사 잡음 온도 T_{IN} 은,

$$T_{IN} = (1/2)(T_{IN1} + T_{IN2}) \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, T_{IN1} 및 T_{IN2} 는,

$$T_{IN1} = T_{REF1} + ((V_{OUT,A} - V_{OUT1}) / G_T) \text{ 및}$$

$$T_{IN2} = T_{REF2} + ((V_{OUT,A} - V_{OUT2}) / G_T) \text{로부터 구해지고,}$$

여기에서, $V_{OUT,A}$ 는 상기 안테나 전압을 나타내는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

청구항 17

제9항에 있어서,

상기 수신기의 출력단자에 검출기가 결합되어 있고, 상기 검출기는 상기 수신기의 출력전력을 상기 검출기의 입력으로 하여 상기 수신기의 출력전력을 전압으로 변환하여 출력하며, 상기 검출기에 입력된 상기 수신기의 출력전력과 상기 검출기가 출력하는 출력전압은 서로 로그 함수 관계인 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저항 잡음원을 이용한 물체 내부 온도 측정장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 물체 내부 온도 측정장치가, 복수의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성된 스위치 - 상기 복수의 입력단자는 안테나 및 복수의 잡음원과 연결되어 있고, 하나의 출력단자는 수신기와 연결되어 있는 스위치임 - 를 포함하고 있는 상태에서, (a) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 스위치를 스위칭하여 (i) 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보를 획득하며, (ii) 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득하는 단계; (b) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 상기 측정된 물리적 온도를 이용하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득하는 단계; (c) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 계산하는 단계; 및 (d) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, (i) 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산하고, (ii) 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 안테나와 RF수신기로 이루어져 있는 라디오미터(Radiometer)는 안테나로 입사하는 전자기파의 전력을 측정하는 장치로 주로 인공위성에 장착되어 지구의 지면, 바다 등의 온도 측정에 사용되어 왔다.

[0003] 이러한 라디오미터를 이용하여 물리적 온도에 비례하는 전자기파를 방출하는 물체의 전자기파의 전력을 측정하여 그 물체의 온도를 계산할 수 있다.

[0004] 또한, 라디오미터를 이용하여 비침습적으로 인체 표면 및 인체 내부 온도를 측정할 수 있다. 하지만, 인체 내부 온도는 인체 조직에 의해 감쇄가 심하여 적외선으로 측정하기에 어려움이 있어 인체 내부 온도 측정을 위해서는 감쇄가 크지 않고 파장이 좀 더 긴 마이크로파를 사용하고 있으나, 마이크로파 대역의 전력이 크지 않아 수신기의 이득이 매우 큰 라디오미터가 필요하다.

[0005] 하지만 이러한 라디오미터 수신기의 이득은 주변 온도, 바이어스 전압, 주변상황, 수신기의 특성 변화 등에 따라 그 값이 미세하게 바뀌게 되고, 이 미세한 변화는 내부 온도 계산에 큰 오차를 발생시키는 문제점이 있다.

[0006] 따라서, 수신기의 이득을 보정하는 과정이 필요하고, 잡음원을 이용하여 수신기의 이득을 보정하는 라디오미터가 많이 사용되고 있다.

[0007] 하지만, 기존 라디오미터의 잡음원은 균일한 잡음 출력을 위해 별도의 온도 제어 시스템이나 부피가 큰 냉각 시스템이 필요한 문제점이 있다.

[0008] 또한, 라디오미터의 잡음원으로 다이오드 또는 트랜지스터를 사용하거나 MMIC로 잡음원을 설계할 경우, 비싼 비용이 문제가 되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상술한 문제점을 모두 해결하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 또한, 본 발명은 실시간으로 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 이를 이용하여 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 보정하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 상기 물체 내부 온도 측정장치의 보정된 이득을 이용하여 측정 대상 물체의 내부 온도를 획득하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하고, 후술하는 본 발명의 특징적인 효과를 실현하기 위한, 본 발명의 특징적인 구성은 하기와 같다.
- [0013] 본 발명의 일 태양에 따르면, 물체 내부 온도를 측정하는 방법에 있어서, 물체 내부 온도 측정장치가, 복수의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성된 스위치 - 상기 복수의 입력단자는 안테나 및 복수의 잡음원과 연결되어 있고, 하나의 출력단자는 수신기와 연결되어 있는 스위치임 - 를 포함하고 있는 상태에서, (a) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 스위치를 스위칭하여 (i) 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보를 획득하며, (ii) 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득하는 단계; (b) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 상기 측정된 물리적 온도를 이용하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득하는 단계; (c) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 계산하는 단계; 및 (d) 상기 물체 내부 온도 측정장치가, (i) 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산하고, (ii) 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 방법을 제공한다.
- [0014] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 물체 내부 온도를 측정하는 물체 내부 온도 측정장치에 있어서, 복수의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성되고, 상기 복수의 입력단자는 안테나 및 복수의 잡음원과 연결되어 있고, 상기 하나의 출력단자는 수신기와 연결되어 있는 스위치; 및 (1) 상기 스위치를 스위칭하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보를 획득하고, 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득하는 프로세스, (2) 상기 복수의 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 상기 측정된 물리적 온도를 이용하여 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득하는 프로세스, (3) 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 계산하는 프로세스, 및 (4) (i) 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산하고, (ii) 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득하는 프로세스를 수행하는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 하는 물체 내부 온도 측정 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 의하면, 다음과 같은 효과가 있다.
- [0016] 또한, 본 발명은 실시간으로 잡음원의 물리적 온도를 측정하고, 이를 이용하여 물체 내부 온도 측정장치의 이득을 보정하는 효과가 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은 상기 물체 내부 온도 측정장치의 보정된 이득을 이용하여 측정 대상 물체의 내부 온도를 획득하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 내부 온도 측정장치 및 측정 대상 물체를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 물체 내부 온도를 측정하는 개략적인 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 내부 온도 측정장치를 이용한 측정 대상 물체의 온도를 측정하는 실험에 대하여 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 3 실험에서 측정된 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0020] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 내부 온도 측정장치(100) 및 측정 대상 물체(200)를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0022] 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명인 물체 내부 온도 측정장치(100)는 안테나(110), 잡음원(120), 온도센서(121), 스위치(130), 수신기(140), 검출기(150) 및 프로세서(160)를 포함할 수 있다.
- [0023] 물체 내부 온도 측정장치(100)의 안테나(110)는 측정 대상 물체(200)가 방출하는 전자기 에너지를 수신하는 부분으로, 높은 지향성을 지닌 혼 안테나(Horn antenna)가 사용될 수 있다. 하지만 이에 한정되지 않으며 물체가 방출하는 전자기 에너지를 수신할 수 있는 모든 안테나가 포함될 수 있다.
- [0024] 잡음원(120)은 복수이고, 복수의 잡음원(120) 각각은 적어도 하나의 저항을 포함하며, 각 잡음원(120)에 포함된 저항의 합계는 각각 서로 다른 것을 특징으로 하며, 이에 대해서는 뒤에서 상세한 설명을 통하여 자세히 알아보기로 한다.
- [0025] 그리고, 온도센서(121)는 잡음원(120)의 물리적 온도를 측정하는 부분으로, 상기 온도 센서(121)는 상기 측정된 물리적 온도에 대한 정보를 프로세서(160)로 전달할 수 있다.
- [0026] 또한, 스위치(130)는 안테나(110) 및 잡음원(120)과 수신기(140) 사이를 스위칭하며 연결하는 부분으로, n개의 입력단자 및 하나의 출력단자로 구성될 수 있다. 상기 n개의 입력단자 중 n-1개의 입력단자에는 상기 잡음원(120)이 연결되고, 상기 n개의 입력단자 중 n-1개의 입력단자를 제외한 나머지 하나의 입력단자에는 안테나(110)가 연결될 수 있다. 또한, 상기 하나의 출력단자는 상기 수신기(140)의 입력단자와 연결될 수 있다.
- [0027] 다음으로, 수신기(140)는 안테나(110)에 수신된 측정 대상 물체(200)의 전자기 에너지 및 잡음원(120)의 잡음 전력을 증폭하여 출력하는 부분으로, 상기 수신기(140)는 저잡음 증폭기(Low-Noise Amplifier) 및 대역 통과 필터(Band-Pass Filter)를 포함할 수 있다.
- [0028] 다음으로, 검출기(150)는 수신기(140)의 출력전력을 상기 검출기(150)의 입력으로 하여 상기 수신기(140)의 출력전력을 전압으로 변환하여 출력하는 부분으로, 상기 수신기(140)의 출력단자에 결합되어 위치할 수 있다.
- [0029] 이때, 상기 검출기(150)에 입력된 상기 수신기(140)의 출력전력과 상기 검출기(150)가 출력하는 출력전압은 서로 로그 함수 관계일 수 있다.
- [0030] 다음으로, 프로세서(160)는 물체 내부 온도 측정장치(100)가 측정 대상 물체(200)의 내부 온도를 획득하도록 지원하며, 이에 대해서는 뒤에서 상세한 설명을 통하여 자세하게 알아보기로 한다.

- [0031] 이와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 내부 온도 측정장치(100)를 이용하여 측정 대상 물체(200)의 내부 온도를 측정하는 방법을 도 2를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [0032] 먼저, 물체 내부 온도 측정장치(100)의 프로세서(160)는 스위치(130)를 제어하여, 상기 스위치(130)가 복수의 잡음원(120) 각각 및 안테나가 연결된 상기 스위치(130)의 복수의 입력단자 사이를 스위칭하도록 하게 하고, 상기 복수의 잡음원(120) 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나를 통하여 수신된 측정 대상 물체 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보를 획득할 수 있다(S210).
- [0033] 이때, 상기 프로세서(160)는 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각을 기 설정된 개수만큼 획득할 수 있고, 상기 획득한 기설정된 개수의 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각의 평균값을 계산할 수 있다.
- [0034] 그리고, 상기 프로세서(160)는 상기 상기 계산된 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 각각에 대한 평균값을 상기 복수의 잡음원(120) 각각에 대응되는 복수의 잡음원 전압에 대한 정보로 이용할 수 있고, 상기 계산된 안테나 전압에 대한 평균값을 상기 안테나 전압에 대한 정보로 이용할 수 있다.
- [0035] 예를 들어, 상기 복수의 잡음원(120)이 적어도 제1 잡음원 및 제2 잡음원을 포함하고, 상기 기설정된 개수가 500개라고 할 때, 상기 프로세서(160)는 스위치(130)를 제어하여 상기 제1 잡음원이 연결되어 있는 스위치의 입력단자와 상기 수신기(140)가 연결되어 있는 스위치(130)의 출력단자를 연결하고, 상기 제1 잡음원이 방출하는 잡음 전력에 대응하는 제1 잡음원 전압에 대한 정보 500개를 획득할 수 있다.
- [0036] 그리고, 상기 제1 잡음원 전압 500개를 획득하면, 상기 프로세서(160)는 상기 제1 잡음원에 연결되어 있는 스위치(120)를 제어하여 상기 수신기(140)와 상기 제2 잡음원이 연결될 수 있도록 스위칭하고, 상기 제2 잡음원이 방출하는 잡음 전력에 대응하는 제2 잡음원 전압에 대한 정보 500개를 획득할 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 제2 잡음원 전압 500개를 획득하면, 상기 프로세서(160)는 상기 제2 잡음원에 연결되어 있는 스위치(120)를 제어하여 상기 수신기(140)와 상기 안테나(110)가 연결될 수 있도록 스위칭하며, 상기 안테나(110)를 통하여 수신된 측정 대상 물체(200) 내부의 전자기 에너지에 대응되는 안테나 전압에 대한 정보 500개를 획득할 수 있다.
- [0038] 이때, 상기 프로세서(160)는 제1 잡음원 → 제2 잡음원 → 안테나(110) 순서로 스위치(120)를 스위칭할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 안테나(110) → 제2 잡음원 → 제1 잡음원 순서 또는 제1 잡음원 → 안테나(110) → 제2 잡음원 순서 등의 다양한 순서로 스위치(120)를 스위칭할 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 프로세서(160)는 상기 스위치(130) 각 입력단자를 한번씩만 스위칭하여 각 입력단자에 대응하는 500개의 전압을 획득할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 상기 기설정된 개수인 500개의 전압을 획득할 수 있도록 다양한 횟수로 스위칭할 수 있다.
- [0040] 그리고, 상기 프로세서(160)는 상기 제1 잡음원 전압에 대한 정보 500개의 평균값, 상기 제2 잡음원 전압에 대한 정보 500개의 평균값 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 500개의 평균값을 계산할 수 있다.
- [0041] 이때, 상기 프로세서(160)는 상기 평균값을 계산할 때, 상기 500개를 소정의 개수로 분리하고, 상기 분리된 개수씩 평균값을 계산하여 복수의 평균값 샘플을 획득할 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 상기 프로세서(160)는, 상기 제1 잡음원 전압에 대한 정보 500개를 250개씩 두 개로 나누어 각각에 대한 평균값을 계산하여 두 개의 평균값 샘플을 획득하고, 상기 제2 잡음원 전압에 대한 정보 500개를 250개씩 두 개로 나누어 각각에 대한 평균값을 계산하여 두 개의 평균값 샘플을 획득하며, 상기 안테나 전압에 대한 정보 500개를 250개씩 두 개로 나누어 각각에 대한 평균값을 계산하여 두 개의 평균값 샘플을 획득할 수 있다.
- [0043] 이와 같이, 상기 프로세서(160)가 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각을 기설정된 개수만큼 획득하고, 상기 획득한 기설정된 개수의 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각의 평균값을 계산하여 평균값 샘플을 획득하는 과정까지를 1회 측정이라고 할 때, 상기 프로세서(160)는 상기 1회 측정을 소정의 횟수만큼 반복 수행하여 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각에 대한 복수의 평균값 샘플을 획득할 수 있다.
- [0044] 그리고, 상기 프로세서(160)는 상기 측정 대상 물체(200)의 내부 온도를 획득하기 위한 프로세스 과정에서의 오류를 감소시키기 위해 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 안테나 전압에 대한 정보 각각에 대한 복수의 평균값 샘플에 대하여 이동 평균 기법(moving average technique)을 사용할 수 있다. 하지만 이에 한정되

지 않고 오류를 감소시키기 위한 모든 신호 처리 기술을 포함할 수 있다.

[0045] 한편, 물체 내부 온도 측정장치(100)의 온도센서(121)는 상기 복수의 잡음원(120)의 물리적 온도를 측정할 수 있다(s220).

[0046] 그리고 상기 온도센서(121)는 상기 측정된 복수의 잡음원(120)의 물리적 온도에 대한 정보를 프로세서(160)로 전달할 수 있다.

[0047] 또한, 상기 프로세서(160)는, 온도센서(121)로부터 전달받은 상기 측정된 복수의 잡음원(120)의 물리적 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 복수의 잡음원(120) 각각에 대응되는 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 획득할 수 있다(s225).

[0048] 이때, 상기 프로세서(160)는 다음 수식을 이용하여 상기 잡음원(120)에 대응되는 등가 잡음 온도 T_{REF} 를 계산할 수 있다.

[0049]
$$T_{REF} = (1 - |\Gamma_{REF}|^2) T_r$$

[0050] 여기에서, T_r 은 상기 온도센서(121)에서 측정된 상기 잡음원(120)의 물리적 온도이고, Γ_{REF} 은 상기 잡음원(120)의 반사계수이다.

[0051] 또한, 상기 프로세서(160)는 다음 수식을 이용하여 상기 잡음원(120)의 반사계수 Γ_{REF} 를 계산할 수 있다.

[0052]
$$\Gamma_{REF} = (Z_0 - R_{REF}) / (Z_0 + R_{REF})$$

[0053] 여기에서, R_{REF} 는 상기 잡음원(120)에 포함된 저항의 값이고, Z_0 는 수신기(140)의 기준 임피던스 값이다.

[0054] 예를 들어, 상기 복수의 잡음원(120)이 적어도 제1 잡음원 및 제2 잡음원을 포함하고, 상기 제1 잡음원에 포함된 저항값 R_{REF1} 이 22Ω, 상기 제2 잡음원에 포함된 저항값 R_{REF2} 가 50Ω, 상기 수신기(140)의 기준 임피던스 Z_0 가 50Ω이며, 상기 온도센서(121)에서 측정한 상기 제1 잡음원 및 상기 제2 잡음원의 물리적 온도 T_r 이 290K라고 할 때, 상기 프로세서(160)는 상기 수식 $\Gamma_{REF} = (Z_0 - R_{REF}) / (Z_0 + R_{REF})$ 및 상기 수식 $T_{REF} = (1 - |\Gamma_{REF}|^2) T_r$ 을 이용하여 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 등가 잡음 온도 T_{REF1} 및 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 등가 잡음 온도 T_{REF2} 를 계산하여, 상기 제1 등가 잡음 온도 T_{REF1} 의 값인 246K 및 제2 등가 잡음 온도 T_{REF2} 의 값인 290K를 획득할 수 있다.

[0055] 그리고, 상기 프로세서(160)는, 상기 수식 $T_{REF} = (1 - |\Gamma_{REF}|^2) T_r$ 을 이용하여 상기 잡음원(120)의 반사계수 $\Gamma_{REF} = 0$ 일 때, 등가 잡음 온도 T_{REF} 의 최대값을 획득할 수 있다.

[0056] 즉, 상기 프로세서(160)는 잡음원(120)에 포함된 저항의 합계가 상기 수신기(140)의 기준 임피던스 값과 동일하면 상기 $\Gamma_{REF} = (Z_0 - R_{REF}) / (Z_0 + R_{REF})$ 수식을 이용하여 $\Gamma_{REF} = 0$ 의 결과를 획득하고, 상기 수식 $T_{REF} = (1 - |\Gamma_{REF}|^2) T_r$ 을 이용하여 상기 잡음 온도 T_{REF} 의 최대값을 획득할 수 있다.

[0057] 그리고, 물체 내부 온도 측정장치(100)의 상기 프로세서(160)는 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보 및 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 물체 내부 온도 측정장치(100)의 이득을 계산할 수 있다(s230).

[0058] 이때, 상기 프로세서(160)는 다음 수식을 이용할 수 있다.

[0059]
$$V_{OUT} = G_T (T_{REF} + T_{REC})$$

[0060] 여기에서, V_{OUT} 은 잡음원(120)에 대응되는 잡음원 전압이고, G_T 는 물체 내부 온도 측정장치(100)의 이득이며, T_{REF} 는 잡음원(120)에 대응되는 등가 잡음 온도이고, T_{REC} 는 수신기(140)에서 발생하는 잡음에 대응되는 등가 잡음 온도이다.

- [0061] 즉, 상기 복수의 잡음원(120)이 적어도 제1 잡음원 및 제2 잡음원을 포함한다고 할 때, 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 잡음원 전압 V_{OUT1} 및 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 잡음원 전압 V_{OUT2} 는 다음 수식으로 나타낼 수 있다.
- [0062] $V_{OUT1}=G_T(T_{REF1}+T_{REC})$
- [0063] $V_{OUT2}=G_T(T_{REF2}+T_{REC})$
- [0064] 그리고, 상기 프로세서(160)는 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 잡음원 전압 V_{OUT1} 및 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 잡음원 전압 V_{OUT2} 의 차이를 이용하여 다음의 수식을 획득할 수 있고, 상기 물체 내부 온도 측정장치(100)의 이득 G_T 를 계산할 수 있다.
- [0065] $G_T=(V_{OUT2}-V_{OUT1})/(T_{REF2}-T_{REF1})$
- [0066] 여기에서, T_{REF1} 은 상기 제1 잡음원에 대응되는 제1 등가 잡음 온도이고, T_{REF2} 는 상기 제2 잡음원에 대응되는 제2 등가 잡음 온도이다.
- [0067] 또한, 상기 프로세서(160)는 상기 계산된 물체 내부 온도 측정장치(100)의 이득 G_T 를 이용하여 수신기(140)의 이득을 획득할 수 있다.
- [0068] 즉, 상기 프로세서(160)는 다음 수식을 이용하여 상기 수신기(140)의 이득 G_{REC} 를 계산할 수 있다.
- [0069] $G_T=rwG_{RECK}B$
- [0070] 여기에서, rw 는 검출기(150)의 감도(detector sensitivity)이고, k 는 볼츠만 상수이며, B 는 상기 수신기(140)의 대역폭이다.
- [0071] 또한, 물체 내부 온도 측정장치(100)의 상기 프로세서(160)는 상기 안테나 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 전압에 대한 정보, 상기 복수의 잡음원 각각에 대응되는 상기 복수의 등가 잡음 온도에 대한 정보, 및 상기 물체 내부 온도 측정장치의 이득에 대한 정보를 이용하여 상기 수신기(140)에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 계산할 수 있다(s240).
- [0072] 이때, 상기 안테나 전압 $V_{OUT,A}$ 는 다음 수식으로 나타낼 수 있으며,
- [0073] $V_{OUT,A}=G_T(T_{IN}+T_{REC})$
- [0074] 상기 복수의 잡음원(120)이 적어도 제1 잡음원 및 제2 잡음원을 포함한다고 할 때, 상기 프로세서(160)는 상기 안테나 전압 $V_{OUT,A}$ 와 상기 제1 잡음원 전압 V_{OUT1} 의 차이 및 상기 안테나 전압 $V_{OUT,A}$ 와 상기 제2 잡음원 전압 V_{OUT2} 의 차이를 이용하여 상기 수신기(140)에 입력되는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도 T_{IN} 을 계산할 수 있다.
- [0075] 즉, 상기 프로세서(160)는 다음 수식으로 상기 안테나 전압 $V_{OUT,A}$ 와 상기 제1 잡음원 전압 V_{OUT1} 의 차이를 이용하여 계산한 상기 측정 대상 물체에 대응되는 제1 입사 잡음 온도 T_{IN1} 및 상기 안테나 전압 $V_{OUT,A}$ 와 상기 제2 잡음원 전압 V_{OUT2} 의 차이를 이용하여 계산한 상기 측정 대상 물체(200)에 대응되는 제2 입사 잡음 온도 T_{IN2} 를 계산할 수 있다.
- [0076] $T_{IN1}=T_{REF1}+((V_{OUT,A}-V_{OUT1})/G_T)$
- [0077] $T_{IN2}=T_{REF2}+((V_{OUT,A}-V_{OUT2})/G_T)$
- [0078] 또한, 상기 프로세서(160)는 상기 T_{IN1} 의 값 및 상기 T_{IN2} 의 값의 평균값을 계산하여 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도 T_{IN} 을 계산할 수 있다.
- [0079] $T_{IN}=(1/2)(T_{IN1}+T_{IN2})$

- [0080] 다음으로, 상기 물체 내부 온도 측정장치(100)의 상기 프로세서(160)는 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득할 수 있다(s250).
- [0081] 이때, 상기 프로세서(160)는 다음 수식과 같이 상기 측정 대상 물체에 대응되는 입사 잡음 온도 T_{IN} 에서 상기 물체 내부 온도 측정장치의 외부환경에 의해 발생하는 외부환경 잡음 온도 T_{ENV} 및 상기 안테나의 전송선에 의해 발생하는 전송선 잡음 온도 T_{TRL} 를 제거하여 상기 측정 대상 물체에 대응되는 안테나 잡음 온도 T_A 에 대한 정보를 획득할 수 있다.
- [0082] $T_A = T_{IN} - T_{TRL} - T_{ENV}$
- [0083] 그리고, 상기 전송선 잡음 온도 T_{TRL} 은,
- [0084] $T_{TRL} = (1 + |\Gamma|^2/L)(1 - 1/L)T_{pl}$ 로부터 구해지고,
- [0085] 여기에서, L 은 삽입 손실(insertion loss)이고, T_{pl} 은 전송선의 물리적 온도이며, Γ 는 안테나의 반사계수(reflection coefficient)이다.
- [0086] 또한, 상기 외부환경 잡음 온도 T_{ENV} 는,
- [0087] $T_{ENV} = (1 - \varepsilon) \xi (1 - |\Gamma|^2)(T_0/L) + \varepsilon' \xi (1 - |\Gamma|^2)(T_0/L)$ 로부터 구해지고,
- [0088] 여기에서, T_0 는 현재 측정 장소의 온도이고, ξ 는 안테나 효율(antenna efficiency)이며, ε 은 측정 대상 물체(200)의 방사율(emissivity)이고, ε' 은 외부 신호 및 외부 잡음을 차단하기 위해 측정 대상 물체(200)를 감싸는 차폐 용기의 방사율(emissivity)이며, 상기 ε 및 ε' 는 프레넬 방정식(Fresnel equations)으로부터 획득할 수 있다.
- [0089] 또한, 상기 프로세서(160)는 상기 측정 대상 물체(200)에 대응되는 상기 안테나 잡음 온도에 대한 정보를 이용하여 상기 측정 대상 물체 내부의 온도에 대한 정보를 획득할 수 있다.
- [0090] 즉, 상기 프로세서(160)는 상기 측정 대상 물체(200)에 대응되는 상기 안테나 잡음 온도 T_A 및 다음 수식을 이용하여 상기 측정 대상 물체의 내부 온도 T 에 대한 정보를 획득할 수 있다.
- [0091] $T'_A = (LT_A)/(1 - |\Gamma|^2)$
- [0092] $T_B = \{T'_A - (1 - \xi)T_{pa}\}/\xi$
- [0093] $T = T_B/\varepsilon$
- [0094] 여기에서, T_{pa} 는 안테나(110)의 물리적 온도이다.
- [0095] 한편, 상기 측정 대상 물체(200)에 대한 내부 온도 측정을 시작하기 전에 상기 물체 내부 온도 측정장치(100)에 포함된 상기 스위치(130)를 보정할 수 있다.
- [0096] 이때, 상기 스위치(130)의 보정은, 상기 스위치(130)에 포함되는 상기 복수의 입력단자 각각에 같은 테스트 저항을 연결하여 각각의 입력단자에 대응되는 복수의 테스트 출력전압을 측정하고, 상기 측정된 복수의 테스트 출력전압을 비교하여 다른 수치의 테스트 출력전압이 측정된 경우, 상기 다른 수치의 테스트 출력전압에 대응되는 입력단자에 오프셋 전압을 추가하여 상기 복수의 테스트 출력전압의 수치가 동일하게 측정되도록 하는 방법이 사용될 수 있다. 하지만 이에 한정되지 않고 상기 복수의 입력단자 각각이 동일 조건에서 동일한 출력 결과를 획득할 수 있도록 상기 스위치(130)를 보정하는 모든 방법이 포함될 수 있다.
- [0097] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 내부 온도 측정장치를 이용한 측정 대상 물체의 온도를 측정하는 실험에 대하여 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0098] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 실험은, 소정 온도의 물(310)이 자연 냉각되는 동안에 본 발명인 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 주기적으로 상기 물(310)의 온도를 획득하고, 온도계(370)를 이용하여 상기 물(310)의

물리적 온도를 주기적으로 측정하며, 상기 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 상기 물(310)의 온도와 상기 온도계(370)를 이용하여 측정한 물(310)의 물리적 온도를 비교하여 다양한 온도에서의 상기 물체 내부 온도 측정장치의 정확도를 알아보는 실험이다.

- [0099] 상기 실험에서는 물(310)의 온도를 측정하기 위해 공기의 유전율과 유사한 스트로폼으로 이루어진 욕조(320)에 물(310)을 담았고, 상기 욕조(320)를 공기로 가정하였다.
- [0100] 그리고, 상기 실험에서는 외부 신호 및 외부 잡음을 차단 또는 감쇄하기 위해 상기 욕조(320)의 전면을 차폐 용기 및 차폐 커튼으로 감싸고, 상기 물(310) 표면 소정의 거리에 물체 내부 온도 측정장치의 안테나(350)를 위치시켰다.
- [0101] 도 4는 도 3 실험에서 측정된 결과를 나타내는 도면이다.
- [0102] 먼저, 도 4a는, 온도계로 측정한 물의 물리적 온도가 43.1℃에서 34.5℃로 자연 냉각되는 75분의 시간동안 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도를 나타내는 도면이다.
- [0103] 여기에서, Thermocouple은 상기 온도계로 측정한 물의 온도를 나타내고, Log Fitting은 상기 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도를 나타낸다.
- [0104] 이때, 상기 도 4a에서, 상기 온도계로 측정한 물의 물리적 온도와 상기 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도의 오차가 평균 0.62℃인 실험 결과를 획득하였다.
- [0105] 도 4b는, 온도계로 측정한 물의 물리적 온도가 27.8℃에서 25.0℃로 자연 냉각되는 50분의 시간동안 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도를 나타내는 도면이다.
- [0106] 이때, 상기 도 4b에서, 상기 온도계로 측정한 물의 물리적 온도와 상기 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도의 오차가 평균 0.85℃인 실험 결과를 획득하였다.
- [0107] 도 4c는, 온도계로 측정한 물의 물리적 온도가 23℃의 주변 온도일 때의 20분 시간동안 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도를 나타내는 도면이다.
- [0108] 이때, 상기 도 4c에서, 상기 온도계로 측정한 물의 물리적 온도와 상기 물체 내부 온도 측정장치를 이용하여 획득한 물의 온도의 오차가 평균 0.73℃인 실험 결과를 획득하였다.
- [0109] 이상 설명된 본 발명에 따른 실시예들은 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0110] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.
- [0111] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

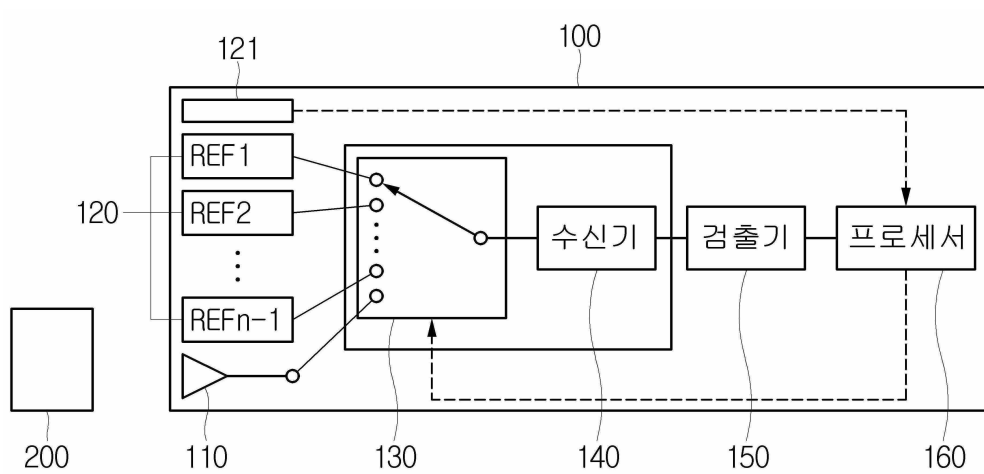
부호의 설명

- [0112] 100: 물체 내부 온도 측정장치

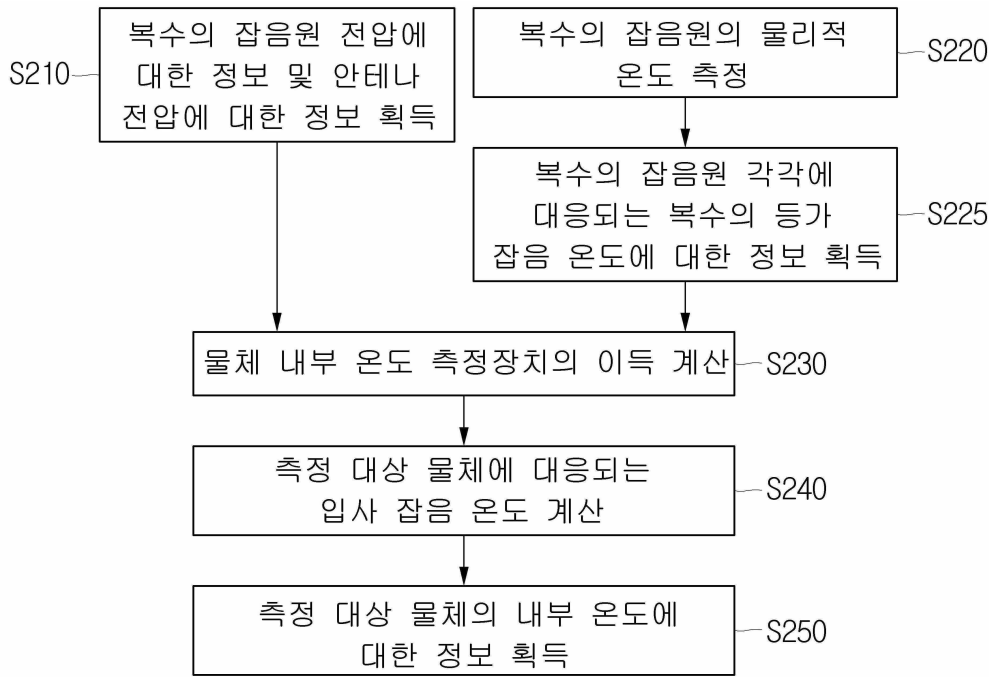
- 110: 안테나
- 120: 잡음원
- 121: 온도센서
- 130: 스위치
- 140: 수신기
- 150: 검출기
- 160: 프로세서
- 200: 측정 대상 물체
- 310: 물
- 320: 욕조
- 330: 차폐 용기
- 340: 차폐 커튼
- 350: 안테나
- 360: 안테나 전송선
- 370: 온도계

도면

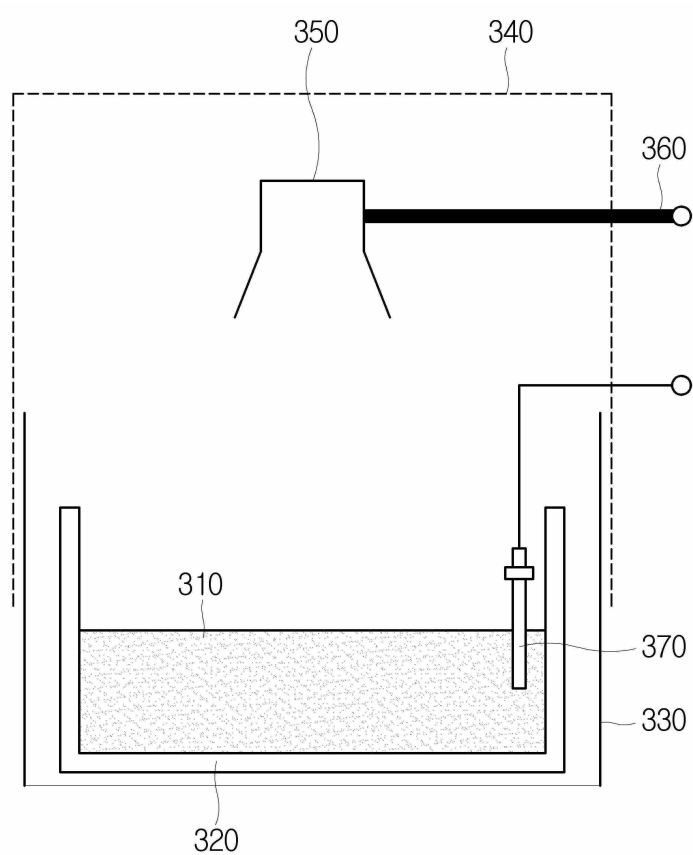
도면1



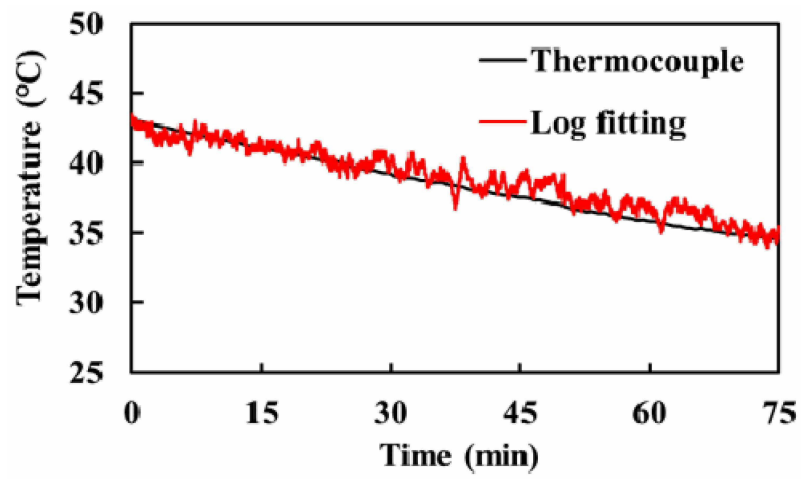
도면2



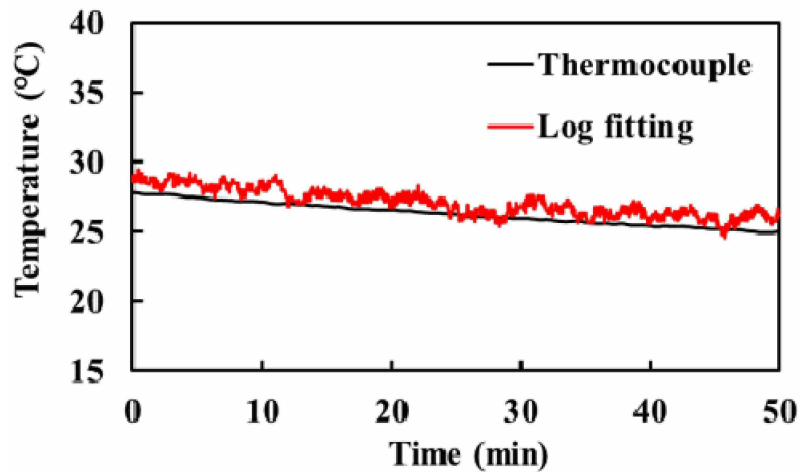
도면3



도면4a



도면4b



도면4c

