



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0077811
(43) 공개일자 2017년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/01 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
G01K 13/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/01 (2013.01)
A61B 5/7271 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0177619
(22) 출원일자 2016년12월23일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2015-256971 2015년12월28일 일본(JP)

(71) 출원인
세이코 엡슨 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 신주쿠구 신주쿠 4초메 1반 6고
(72) 발명자
이께다 아끼라
일본 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3-5 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 내
시미즈 사끼코
일본 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3-5 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 내
니시다 가즈히로
일본 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3-5 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
양영준, 이중희

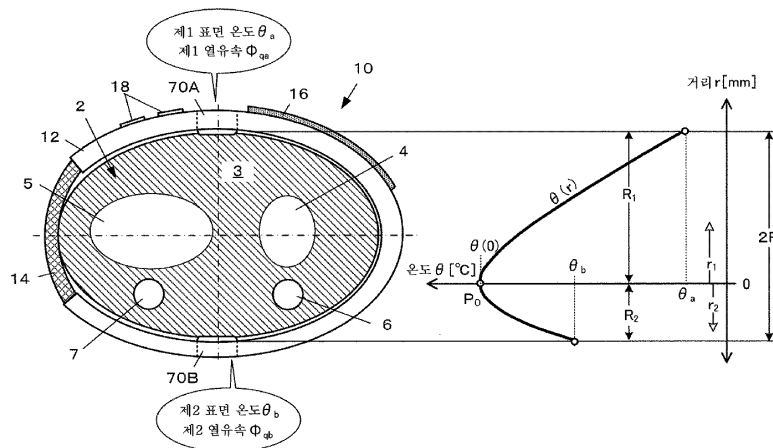
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 내부 온도 측정 장치, 리스트 장착형 장치 및 내부 온도 측정 방법

(57) 요약

측정의 간편성이나 쾌적성을 확보하면서, 오차의 영향을 저감시킨 내부 온도의 새로운 측정 기술을 제공하는 것이다. 피측정체의 일방측 면측의 일방측 온도 및 일방측 열유속과, 상기 피측정체의 타방측 면측의 타방측 온도 및 타방측 열유속을 취득하는 취득부와, 상기 일방측 온도, 상기 일방측 열유속, 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는 연산부를 구비한 내부 온도 측정 장치를 구성한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01K 13/002 (2013.01)

A61B 2562/0271 (2013.01)

A61B 2562/04 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

피측정체의 일방측 면측의 일방측 온도 및 일방측 열유속과, 상기 피측정체의 타방측 면측의 타방측 온도 및 타방측 열유속을 취득하는 취득부와,

상기 일방측 온도, 상기 일방측 열유속, 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는 연산부를 구비한 내부 온도 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 피측정체의 상기 일방측 면측에 상기 일방측 온도 및 상기 일방측 열유속을 측정하기 위한 일방측 센서부와, 상기 피측정체의 상기 타방측 면측에 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 측정하기 위한 타방측 센서부를 갖는 측정부를 더 구비하고,

상기 취득부는 상기 일방측 센서부와 상기 타방측 센서부에 의한 측정 결과를 취득하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 일방측 센서부는 복수의 온도 센서를 갖고,

상기 타방측 센서부는 복수의 온도 센서를 갖고,

상기 취득부는, 상기 일방측 센서부에 의해 측정된 복수의 온도로부터 상기 일방측 열류를 취득하고, 상기 타방측 센서부에 의해 측정된 복수의 온도로부터 상기 타방측 열류를 취득하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 측정부는,

상기 피측정체의 제1 내부 위치를 사이에 두도록 하여 설치된 제1 센서부 페어와,

상기 피측정체의 제2 내부 위치를 사이에 두도록 하여 설치된 제2 센서부 페어를 갖고,

상기 연산부는, 상기 제1 센서부 페어에 의한 측정 결과를 사용하여 제1 내부 온도를 추정하고, 상기 제2 센서부 페어에 의한 측정 결과를 사용하여 제2 내부 온도를 추정하고, 상기 제1 내부 온도 및 상기 제2 내부 온도를 사용하여 최종적인 상기 내부 온도를 결정하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피측정체의 표면을 둘러싸도록 원주 형상으로 배치되는, 온도 및 열유속을 측정하기 위한 N개($N \geq 3$)의 센서부를 갖는 측정부를 더 구비하고,

상기 취득부는, 상기 N개의 센서부 중에서 상기 일방측 면측의 센서부와 상기 타방측 면측의 센서부의 조합으로 이루어지는 복수의 센서부 페어를 선택하여, 각 센서부 페어에 의한 측정 결과를 취득하고,

상기 연산부는, 상기 센서부 페어마다, 상기 취득부에 의해 취득된 당해 센서부 페어의 측정 결과를 사용하여 상기 내부 온도의 후보를 추정하고, 당해 후보 중에서 소정 조건을 만족시키는 후보를 최종적인 상기 내부 온도로서 결정하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

온도 및 열유속을 측정하기 위한 센서부를, 상기 일방측 면측 및 상기 타방측 면측에 배치 변경 가능하게 구비하고,

상기 취득부는, 상기 센서부가 상기 일방측 면측에 배치되었을 때의 측정 결과를 상기 일방측 온도 및 상기 일방측 열유속으로서 취득하고, 상기 타방측 면측에 배치되었을 때의 측정 결과를 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속으로서 취득하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 피측정체 내의 온도를 나타내는 소정의 온도 분포를 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 온도 분포는, 상기 피측정체의 내부 온도를 온도 피크로 하는 N 차 함수($N \geq 2$)로 나타내어지는 내부 온도 측정 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피측정체는 인체의 사지이고,

상기 연산부는, 또한, 상기 일방측 열유속 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 기초 대사를 연산하는 내부 온도 측정 장치.

청구항 10

제2항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피측정체는 인체의 사지이고,

상기 측정부는, 환상 형상을 갖고 상기 사지에 장착되는 장착 기기에 내장되어 있고,

상기 취득부 및 상기 연산부는 본체 장치에 내장되어 있고,

상기 장착 기기와 상기 본체 장치가 통신 접속되어 구성된 내부 온도 측정 장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 내부 온도 측정 장치를 구비하고, 상기 피측정체를 인체의 손목으로 하고, 환상 형상을 갖고 상기 손목에 장착되는 리스트 장착형 장치.

청구항 12

컴퓨터에 의한 연산 처리에 의해 피측정체의 내부 온도를 측정하는 방법으로서,

상기 피측정체의 일방측 면측의 일방측 온도 및 일방측 열유속과, 상기 피측정체의 타방측 면측의 타방측 온도 및 타방측 열유속을 취득하는 것과,

상기 일방측 온도, 상기 일방측 열유속, 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는 것을 포함하는 내부 온도 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 내부 온도 측정 장치 등에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사람에 관한 생체 정보로서, 내부 체온과 기초 대사가 있다. 내부 체온이란, 인체의 부위에 상관없이, 인체의 피부 표면보다도 깊은 장소(내부)에 있어서의 온도를 말한다.

[0003] 내부 체온을 측정하는 기술로서는, 예를 들어 히터를 내장한 프로브를 생체 표면에 장착하고, 히터로부터 열을 제공하는 한편 생체로부터 방출되는 열류가 「0」으로 되었을 때의 온도를 측정함으로써, 내부 온도를 연산하는 기술(예를 들어, 특허문헌 1을 참조)이나, 생체 내의 열전도를 전기 회로의 등가 회로로서 치환하여 내부 온도를 측정하는 기술(예를 들어, 특허문헌 2를 참조) 등이 알려져 있다. 또한, 외이도에 장치를 삽입하여 내부 체온을 측정하는 기기도 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 3을 참조).

[0004] 기초 대사를 측정하는 기술로서는, 열유속을 측정하기 위한 열류 서미스터 및 복수의 온도 센서를 탑재한 기기를 피측정자의 팔 등에 부착하고, 열유속과 온도차로부터 기초 대사를 구하는 기술이 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 4를 참조).

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2002-202205호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2014-052350호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2011-072637호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 제2011-120917호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 사람의 생체 정보, 특히 내부 체온이나 기초 대사와 같은 온도에 관한 생체 정보를 장시간(예를 들어, 1일 이상)에 걸쳐 연속적으로, 그리고 정확하게 측정하기 위해서는, 각종 오차의 영향을 어떻게 작게 할지가 중요하다.

[0007] 측정의 간편성이나 쾌적성의 관점에서 보면, 특허문헌 3에 개시된 바와 같은 형태의 기기에서는, 외이도에 장치를 계속해서 삽입해야만 하여 바람직하다고는 할 수 없다. 특허문헌 4와 같은 형태의 기기이면, 바람직할지도 모른다.

[0008] 그러나, 특허문헌 4에서 개시되어 있는 기술에서는, 피측정부의 형상에 기인하는 오차나, 생체 내부에 있어서의 열원 위치의 치우침에 기인하는 오차의 영향이 고려되어 있지 않다. 즉, 일반적으로 생체의 팔 등은 열원의 위치가 중심으로부터 치우쳐 있는 경우가 많고, 예를 들어 손목에서는 손등측인지 손바닥측인지라고 하는 부위의 표리의 차이에 의해 표면 온도와 열류가 상이하다고 하는 특징을 갖는다. 특허문헌 4에서는 이들 측정 부위의 표리의 차이에 의한 측정 오차를 보상하고 있지 않기 때문에, 측정 부위의 표리의 차이에 의한 측정 오차를 포함해 버린다.

[0009] 그렇다면, 특허문헌 4와 같은 형태의 기기에, 특허문헌 1의 기술을 적용하면 될가라고 하면, 특허문헌 1의 기술은 히터를 필요로 하므로 간편성과 쾌적성에 양호한 사이즈의 기기로서 실현하는 것은 어렵다. 또한, 히터를 필요로 하기 때문에, 장시간의 측정 동안, 히터를 계속해서 구동할 것인지, 단속적으로 구동할 것인지, 전원을 어떻게 하여 확보할 것인지 등의 문제도 있다.

[0010] 히터를 필요로 하지 않는 특허문헌 2의 기술을 적용하면 될가라고 하면, 생체 내부에 있어서의 열원 위치의 치우침에 기인하는 오차의 영향이 포함되어 버린다. 즉, 애당초 실제의 생체 내는, 조직의 대사에 의한 발열과

혈액으로부터 조직에의 열 유입을 포함하는 열전도계이며, 생체 내의 깊이에 따라서 열류가 상이하다.

[0011] 또한, 상술한 문제는, 사람의 내부 온도의 측정에 한하지 않고, 다른 동물의 내부 온도의 측정에도 동일하다고 할 수 있다. 또한, LSI(Large Scale Integration) 등의 반도체 칩의 내부 온도의 해석이나, 내부에 열원이 있는 기계 부품이나 구조체의 내부 온도의 해석에 관해서도 동일하다고 할 수 있다.

[0012] 본 발명은 이러한 배경을 바탕으로 고안된 것이며, 그 목적으로 하는 바는, 오차의 영향을 저감시킨 내부 온도의 새로운 측정 기술을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 이상의 과제를 해결하기 위한 제1 발명은, 피측정체의 일방측 면측의 일방측 온도 및 일방측 열유속과, 상기 피측정체의 타방측 면측의 타방측 온도 및 타방측 열유속을 취득하는 취득부와, 상기 일방측 온도, 상기 일방측 열유속, 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는 연산부를 구비한 내부 온도 측정 장치이다.

[0014] 또한, 제2 발명은, 상기 피측정체의 상기 일방측 면측에 상기 일방측 온도 및 상기 일방측 열유속을 측정하기 위한 일방측 센서부와, 상기 피측정체의 상기 타방측 면측에 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 측정하기 위한 타방측 센서부를 갖는 측정부를 더 구비하고, 상기 취득부는, 상기 일방측 센서부와 상기 타방측 센서부에 의한 측정 결과를 취득하는, 제1 발명의 내부 온도 측정 장치이다.

[0015] 제1 또는 제2 발명에 따르면, 측정에 히터를 필요로 하지 않으므로 측정의 간편성이나 쾌적성을 확보할 수 있다. 또한, 피측정체의 내부 온도의 분포 경향을 가정하고, 일방측으로부터 측정한 표면 온도 및 열유속과, 타방측으로부터 측정한 표면 온도 및 열유속으로부터 내부 온도를 연산하므로, 피측정체의 형상에 기인하는 오차나, 피측정체의 내부에 있어서의 열원 위치의 치우침에 기인하는 오차의 영향을 낮게 억제할 수 있다.

[0016] 제3 발명은, 상기 일방측 센서부는 복수의 온도 센서를 갖고, 상기 타방측 센서부는 복수의 온도 센서를 갖고, 상기 취득부는, 상기 일방측 센서부에 의해 측정된 복수의 온도로부터 상기 일방측 열류를 취득하고, 상기 타방측 센서부에 의해 측정된 복수의 온도로부터 상기 타방측 열류를 취득하는, 제2 발명의 내부 온도 측정 장치이다.

[0017] 제3 발명에 따르면, 열유속을 측정하는 센서를 설치하지 않고, 복수의 온도 센서의 측정 결과로부터 열유속을 얻을 수 있게 된다. 구조의 간소화나 제조 비용의 저감을 도모할 수 있다.

[0018] 제4 발명은, 상기 측정부가, 상기 피측정체의 제1 내부 위치를 사이에 두도록 하여 설치된 제1 센서부 페어와, 상기 피측정체의 제2 내부 위치를 사이에 두도록 하여 설치된 제2 센서부 페어를 갖고, 상기 연산부는, 상기 제1 센서부 페어에 의한 측정 결과를 사용하여 제1 내부 온도를 추정하고, 상기 제2 센서부 페어에 의한 측정 결과를 사용하여 제2 내부 온도를 추정하고, 상기 제1 내부 온도 및 상기 제2 내부 온도를 사용하여 최종적인 상기 내부 온도를 결정하는, 제2 또는 제3 발명의 내부 온도 측정 장치이다.

[0019] 제4 발명에 따르면, 예를 들어 내부의 열원 위치를 내부 위치로 하고, 각각의 내부 위치에 대응하는 센서부 페어를 설치함으로써, 보다 정확한 내부 온도를 측정할 수 있게 된다.

[0020] 제5 발명은, 상기 피측정체의 표면을 둘러싸도록 원주 형상으로 배치되는, 온도 및 열유속을 측정하기 위한 N개($N \geq 3$)의 센서부를 갖는 측정부를 더 구비하고, 상기 취득부는, 상기 N개의 센서부 중으로부터 상기 일방측 면측의 센서부와 상기 타방측 면측의 센서부의 조합으로 이루어지는 복수의 센서부 페어를 선택하여, 각 센서부 페어에 의한 측정 결과를 취득하고, 상기 연산부는, 상기 센서부 페어마다, 상기 취득부에 의해 취득된 당해 센서부 페어의 측정 결과를 사용하여 상기 내부 온도의 후보를 추정하고, 당해 후보 중으로부터 소정 조건을 만족시키는 후보를 최종적인 상기 내부 온도로서 결정하는, 제1 내지 제3 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치이다.

[0021] 제5 발명에 따르면, 보다 정밀도가 높은 내부 온도의 측정이 가능해진다.

[0022] 제6 발명은, 온도 및 열유속을 측정하기 위한 센서부를, 상기 일방측 면측 및 상기 타방측 면측에 배치 변경 가능하게 구비하고, 상기 취득부는, 상기 센서부가 상기 일방측 면측에 배치되었을 때의 측정 결과를 상기 일방측 온도 및 상기 일방측 열유속으로서 취득하고, 상기 타방측 면측에 배치되었을 때의 측정 결과를 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속으로서 취득하는, 제1 내지 제3 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치이다.

[0023] 제6 발명에 따르면, 1개의 센서부에 의해 일방측 면측 및 타방측 면측의 온도와 열유속을 측정할 수 있으므로,

구조의 간소화와 제조 비용의 저감을 도모할 수 있다.

- [0024] 제7 발명은, 상기 연산부가, 상기 피측정체 내의 온도를 나타내는 소정의 온도 분포를 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는, 제1 내지 제6 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치이다.
- [0025] 제7 발명에 따르면, 보다 정밀도가 높은 내부 온도의 측정이 가능해진다.
- [0026] 또한, 제8 발명으로서, 상기 온도 분포가, 상기 피측정체의 내부 온도를 온도 피크로 하는 N차 함수($N \geq 2$)로 나타내어지는 제1 내지 제7 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치를 구성할 수 있다.
- [0027] 또한, 내부 온도를 측정하는 것을 이용하여, 제9 발명과 같이, 상기 피측정체는 인체의 사지이고, 상기 연산부는, 또한, 상기 일방측 열유속 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 기초 대사를 연산하는, 제1 내지 제8 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치를 실현할 수도 있다.
- [0028] 또한, 장치는 일체에 한하지 않고, 제10 발명으로서, 상기 피측정체는 인체의 사지이고, 상기 측정부는, 환상 형상을 갖고 상기 사지에 장착되는 장착 기기에 내장되어 있고, 상기 취득부 및 상기 연산부는, 본체 장치에 내장되어 있고, 상기 장착 기기와 상기 본체 장치가 통신 접속되어 구성된, 제2 내지 제9 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치를 구성할 수 있다.
- [0029] 제11 발명은, 제1 내지 제10 중 어느 하나의 발명의 내부 온도 측정 장치를 구비하고, 상기 피측정체를 인체의 손목으로 하고, 환상 형상을 갖고 상기 손목에 장착되는 리스트 장착형 장치이다.
- [0030] 제11 발명에 따르면, 측정의 간편성이나 쾌적성을 보다 향상시킬 수 있다.
- [0031] 제12 발명은, 컴퓨터에 의한 연산 처리에 의해 피측정체의 내부 온도를 측정하는 방법으로서, 상기 피측정체의 일방측 면측의 일방측 온도 및 일방측 열유속과, 상기 피측정체의 타방측 면측의 타방측 온도 및 타방측 열유속을 취득하는 것과, 상기 일방측 온도, 상기 일방측 열유속, 상기 타방측 온도 및 상기 타방측 열유속을 사용하여 상기 피측정체의 내부 온도를 연산하는 것을 포함하는 내부 온도 측정 방법이다.
- [0032] 제12 발명에 따르면, 제1 발명과 마찬가지로의 효과를 얻는 내부 온도 측정 방법을 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 제1 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성예를 도시하는 정면도.
- 도 2는 제1 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성예를 도시하는 상면도.
- 도 3은 제1 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성예를 도시하는 측면도.
- 도 4는 제1 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정의 측정 원리에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 5는 제1 실시 형태의 내부 온도 측정 장치에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.
- 도 6은 제2 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성예를 도시하는 정면도.
- 도 7은 제2 실시 형태의 내부 온도 측정 장치에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.
- 도 8은 제3 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성예를 도시하는 정면도.
- 도 9는 제3 실시 형태에 있어서의 내부 온도의 측정 수순에 대하여 설명하기 위한 도면.
- 도 10은 제3 실시 형태의 내부 온도 측정 장치에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.
- 도 11은 제4 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성예를 도시하는 도면.
- 도 12는 제4 실시 형태의 내부 온도 측정 장치에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.
- 도 13은 센서 모듈의 구성의 변형예를 도시하는 단면도.
- 도 14는 제1 실시 형태에 기초 대사의 산출 기능을 추가한 경우의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.
- 도 15는 피부 온도와 혈유량의 대응표의 예를 도시하는 도면.
- 도 16은 변형예 「그 5」에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성을 도시하는 정면도.
- 도 17은 변형예 「그 6」에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성을 도시하는 정면도.

도 18은 변형예 「그 7」에 있어서의 내부 온도 측정 장치의 구성을 도시하는 정면도.

도 19는 변형예 「그 7」에 있어서의 내부 온도 측정 장치에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.

도 20은 변형예 「그 7」에 있어서의 내부 온도 측정 장치에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] [제1 실시 형태]
- [0035] 본 발명을 적용한 내부 온도 측정 장치의 예로서, 인체의 내부 체온을 측정하는 내부 온도 측정 장치에 대하여 설명한다.
- [0036] [1 : 하드웨어의 구성]
- [0037] 도 1~도 3은 본 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치(10)의 구성예를 도시하는 도면으로서, 도 1이 정면도, 도 2가 상면도, 도 3이 측면도에 상당한다.
- [0038] 내부 온도 측정 장치(10)는 내부 온도의 측정 기능을 가진 리스트 장착형 장치이며, 피검자의 손목(2)에 장착되는 웨어러블 컴퓨터이다.
- [0039] 구체적으로는, 내부 온도 측정 장치(10)는 정면에서 보아 호 형상의 측정부(12)와, 측정부(12)의 단부를 연결하는 신축부(14)를 갖고, 전체로서 정면에서 보아 환상의 형상을 이루고 있다. 측정부(12)는 정면에서 보아 도 1에 도시한 바와 같은 알파벳 「C」자의 형상으로서 탄성 수지에 의한 일체 성형품으로 하면 적합하다. 본 실시 형태의 신축부(14)는 신축성의 탄성 수지나 신축 벨트 등에 의해 실현된다. 측정부(12)는 신축부(14)가 수축하려고 하는 힘에 의해 휘어, 손등측 내면 및 손바닥측 내면이 각각 손목(2)의 피부면에 밀착된다.
- [0040] 측정부(12)의 손등측의 상면에는, 표시부(16)와 조작 입력부(18)가 설치되어 있다. 또한, 측정부(12)의 내부에는, 배터리(20)와, 제어 기관(30)과, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)을 포함하는 센서부 페어가 내장되어 있다.
- [0041] 표시부(16)는 유저를 향하여 각종 정보를 표시하기 위한 표시 디바이스로서, 제어 기관(30)에 의해 표시 제어된다. 표시부(16)는 예를 들어 박형 터치 패널, LCD(Liquid Crystal Display), 유기 EL 디스플레이 등에 의해 실현된다. 특히, 표시부(16)를 측정부(12)의 외형의 만곡을 따른 만곡형, 나아가 측정부(12)의 탄성 변형에 추종 변형 가능한 플렉시블형으로 하면 적합하다.
- [0042] 조작 입력부(18)는 유저에 의한 조작 입력을 접수하는 디바이스로서, 조작 입력에 따른 신호를 제어 기관(30)에 출력한다. 도 1 및 도 2의 예에서는, 2개의 버튼 스위치로서 도시하고 있지만, 버튼 스위치 이외에도, 다이얼이나 터치 패드, 가속도 센서 등에 의해 실현하는 것으로 해도 된다. 물론, 조작 입력부(18)의 수나 위치는 적절히 설정 가능하다.
- [0043] 배터리(20)는 제어 기관(30) 등에 전력을 공급한다. 본 실시 형태에서는, 무선 급전에 대응한 무단자형으로 하지만, 적절히, 외부와의 데이터 통신 케이블을 겸한 충전 케이블과의 접속부를 설치하는 것으로 해도 된다.
- [0044] 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)은, 손목(2)의 표면에 밀착되어, 접촉 위치에 있어서의 표면 온도와 당해 모듈을 통과하는 열유속을 측정하고, 각각의 측정량에 따른 신호를 제어 기관(30)에 출력하는 센서부이다.
- [0045] 본 실시 형태에서는, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)은 동일한 구조를 갖고 있다. 대표하여 제1 센서 모듈(70A)로 구조예를 설명하면, 피측정체(손목(2))와의 접촉면측으로부터 순서대로 피측정체 접촉부(71)와, 열확산층(72)과, 전열층(73)과, 열류 센서(82)와, 전열층(74)과, 열확산층(75)과, 외환경 접촉부(76)를 가진 적층 구조를 갖고 있다. 그리고, 전열층(73) 내에, 열확산층(72)의 온도를 측정할 수 있도록 온도 센서(80)가 내장되고, 전열층(73)과 전열층(74) 사이의 열류를 측정할 수 있도록 열류 센서(82)가 내장되어 있다. 온도 센서(80)와 열류 센서(82)로부터는, 각각 신호선(83)이 인출되어 있어 제어 기관(30)에 접속되어 있다.
- [0046] 제어 기관(30)은 CPU(Central Processing Unit)(31)와, IC 메모리(32)와, 입출력 인터페이스 IC(34)와, 외부 장치와의 무선 통신을 확립하고 데이터 통신을 실현하는 무선 통신 모듈(36)이 탑재되어 있다. 입출력 인터페이스 IC(34)는, CPU(31)와 각 부(예를 들어, 표시부(16)나, 조작 입력부(18), 제1 센서 모듈(70A), 제2 센서 모듈(70B) 등) 사이의 신호 입출력을 컨트롤한다. 입출력 인터페이스 IC(34)는, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센

서 모듈(70B)에 의해 측정된 온도 및 열유속을 취득하는 취득부이다. 또한, 온도 및 열유속의 측정 자체를 취득이라 부르는 것이면, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)이 취득부에 상당하게 된다.

[0047] 제어 기관(30)은 플렉시블형의 기관으로 하면 적합하다. 그리고, 본 실시 형태의 제어 기관(30)은 CPU(31)에서 IC 메모리(32)에 기억되어 있는 제어 프로그램을 실행함으로써, 내부 온도의 측정 등에 관한 각종 기능을 실현한다. 또한, 제어 기관(30)의 일부 또는 전부를, ASIC(Application Specific Integrated Circuit)나, FPGA(field-programmable gate array), SoC(System on a Chip)에 의해 실현하는 것으로 해도 된다.

[0048] [2 : 측정 원리]

[0049] 도 4는 본 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정의 측정 원리에 대하여 설명하기 위한 도면으로서, 피측정체(본 실시 형태에서는 손목(2))에 내부 온도 측정 장치(10)를 장착한 상태의 단면도와, 내부 온도 분포의 그래프를 나타내고 있다.

[0050] 피측정체(본 실시 형태에서는 손목(2))에 본 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10)를 장착하면, 제1 센서 모듈(70A)은, 피측정체 접촉부(71)가 손목(2)의 손등측 표면에 접촉하여, 제1 표면 온도 θ_a 와 제1 열유속 ϕ_{qa} 를 측정할 수 있다. 마찬가지로, 제2 센서 모듈(70B)은, 피측정체 접촉부(71)가 손목(2)의 손바닥측 표면에 접촉하여, 제2 표면 온도 θ_b 와 제2 열유속 ϕ_{qb} 를 측정할 수 있다. 손등측 표면이 일방측 면의 일레이고, 손바닥측 표면이 타방측 면의 일레이다. 또한, 제1 표면 온도 θ_a 와 제1 열유속 ϕ_{qa} 가, 각각 일방측 온도 및 일방측 열유속의 일레이고, 제2 표면 온도 θ_b 와 제2 열유속 ϕ_{qb} 가, 각각 타방측 온도 및 타방측 열유속의 일레이다.

[0051] 손목(2)의 내부에 존재하는 열원 위치에는 치우침이 있다. 즉, 손목(2)의 손등측과 손바닥측을 연결하는 방향(이하 「손등/손바닥 방향」 또는 「표시 방향」이라 함)의 대략 중앙(도 4를 향하여 상하 방향의 대략 중앙) 부근에 척골(4)과 요골(5)이 있고, 척골(4)과 요골(5)의 손바닥측에 척골 동맥(6)과 요골 동맥(7)이 있다. 손목(2)의 열원으로서, 근육 등의 조직(3)에 의한 발열은 물론, 척골 동맥(6) 및 요골 동맥(7)을 흐르는 동맥 혈액이 큰 열원으로 된다. 따라서, 그래프에 나타내는 바와 같이, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 (내부 온도 측정 장치(10)가 측정하려고 하고 있는 온도를 나타내는 점)은 손등/손바닥 방향의 중앙보다 약간 손바닥측으로 오프셋한 위치에 있다.

[0052] 여기서, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 을 좌표 원점으로 한 손목(2)의 손등/손바닥 방향(표리 방향)을 따른 거리 r 의 좌표축을 설정하고, 거리 r 을 변수로 하는 내부 온도 분포 함수 $\theta(r)$ 를 가정한다. 그렇게 하면, 그래프 중의 굵은 선으로 나타내어지는 바와 같이, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 에서 내부 온도 $\theta(0)$ 을 나타내고, 손목(2)의 내부 온도 및 열유속은 표면을 향하여 서서히 저하된다. 그리고, 손등측의 표면 위치(거리 R_1)에서, 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 로 된다. 또한, 손바닥측의 표면 위치(거리 R_2)에서, 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 로 된다.

[0053] 여기서 말하는, 거리 R_1 은, 제1 센서 모듈(70A)로부터 본 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 의 깊이이고, 거리 R_2 는, 제2 센서 모듈(70B)로부터 본 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 의 깊이이다. 즉, 거리 R_1 과 거리 R_2 의 합은, 손목의 손등/손바닥 방향(표리 방향)의 두께 「 $2R$ 」과 동일하게 된다. 그리고, 손목의 두께 「 $2R$ 」은 사용자가 측정 전에 별도로 계측하면 명확해지는 값이다.

[0054] 따라서, 거리 R_1 과 거리 R_2 는 미지수이지만, 내부 온도 분포 함수에 기초하는 4개의 측정 결과에 기초하는 경계 조건과, $R_1+R_2=2R$ 이라는 조건을 사용함으로써, 이들 미지수는 구해진다. 즉, 내부 온도 분포 함수가 구해지고, 당해 내부 온도 분포 함수에 기초하여 온도 최고점 P_0 에 있어서의 내부 온도 $\theta(0)$ 을 측정 결과로부터 구하는 것이 가능해진다.

[0055] 측정 원리를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같이 된다.

[0056] 생체의 열 모델을 기술하는 생체 열전도 방정식으로서, 사지 등의 측정 부위의 형상을 원기둥으로 하고, 이 원기둥의 열전도 방정식에 부위 조직의 대사에 의한 산열과, 부위의 안에 있는 동맥 혈액으로부터 부위 조직에의 열 유입의 항을 더한 것을 생각할 수 있다. 이것에 기초하여, 생체의 열 현상을 정상 상태로 간주하면, 생체 열전도 방정식은 원기둥 좌표계를 사용하여 수학적 1과 같이 기술할 수 있다.

수학식 1

$$\lambda \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r \left(\frac{\partial \theta}{\partial r} \right) + M + K(\theta_{ar} - \theta) = 0$$

[0057]

[0058] $\theta [^{\circ}\text{C}]$: 조직의 온도

[0059] $\theta_{ar} [^{\circ}\text{C}]$: 동맥혈 온도

[0060] $r [\text{m}]$: 원기둥 좌표계에 있어서의 중심축으로부터의 거리

[0061] $\lambda [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$: 조직의 열전도율

[0062] $M [\text{W}/\text{m}^3]$: 대사에 의한 산열량

[0063] $K [\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})]$: 혈액류 열 비례 상수

[0064] 수학식 1에 있어서, 좌변 제1항은 일반의 열전도 방정식(즉 확산 방정식), 제2항은 대사에 의한 산열량, 제3항은 동맥 혈액으로부터 부위 조직에의 열 유입을 나타낸다. 이 수학식 1에 의해 나타내어지는 생체 열전도 방정식은, 동맥 혈관이 가상적으로 조직에 균등하게 분산되어 있는 상태를 기술하고 있기 때문에, 집중 상수 모델이라 부를 수도 있다.

[0065] 좌변 제3항으로 나타내어지는 동맥 혈액으로부터 조직에의 열 유입은, 조직의 온도에 따라서 상이하지만 거시적으로는 동맥 혈액으로부터 조직에의 열 유입을 상수값으로 둘 수 있으므로, 수학식 1은 정(定)발열의 열전도 모델로서 보다 간단하게 풀 수 있다. 구체적으로는, 혈액류 열 비례 상수 K 는, 혈액 밀도 ρ_b 와, 정압비열 C_b 와, 단위 체적당의 혈유량 w_b 의 곱으로 나타낼 수 있으므로, 수학식 1의 좌변 제3항을 대사에 의한 산열과 마찬가지로, 온도에 존재하지 않는 발열값 $W [\text{W}/\text{m}^3]$ 로 함으로써, 수학식 2로 기술할 수 있다.

수학식 2

$$\lambda \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r \left(\frac{\partial \theta}{\partial r} \right) + M + W = 0$$

[0066]

[0067] 이때, 동맥 혈액으로부터 조직에의 열 유입은 혈유량에 비례하기 때문에, 수학식 2는 수학식 3으로 기술할 수 있다.

수학식 3

$$W = k \cdot \rho_b \cdot C_b \cdot w_b$$

[0068]

[0069] $\rho_b [\text{kg}/\text{m}^3]$: 혈액의 밀도

[0070] $C_b [\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$: 혈액의 정압비열

[0071] $w_b [\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{s})]$: 단위 체적당의 혈유량

[0072] k : 비례 상수

[0073] 그리고, 온도 분포 $\theta(r)$ 을 표면 온도 $\theta(R)$ 로 하면 수학식 4로 된다.

수학식 4

$$\theta(r) = \theta(R) + \frac{1}{4} \frac{M+W}{\lambda} (R^2 - r^2)$$

[0074]

[0075] 여기서, 내부 온도를, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 살펴본다. 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 의 거리를 「0」으로 하고, 온도 최고점 P_0 으로부터 표면의 거리를 각각 r_1 , r_2 (도 4 참조)로 한다. 그리고, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 본 내부 온도 분포를 각각 $\theta_a(r_1)$, $\theta_b(r_2)$ 로 기술하면, 수학식 4로부터 수학식 5 및 수학식 6이 구해진다.

수학식 5

$$\theta_a(r_1) = \theta_a(R_1) + \frac{1}{4} \frac{M+W}{\lambda} (R_1^2 - r_1^2)$$

[0076]

수학식 6

$$\theta_b(r_2) = \theta_b(R_2) + \frac{1}{4} \frac{M+W}{\lambda} (R_2^2 - r_2^2)$$

[0077]

[0078] 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 본 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 인 내부 온도 $\theta_a(0)$, $\theta_b(0)$ 은 수학식 5 및 수학식 6에 있어서 $r_1=0$ 및 $r_2=0$ 이기 때문에, 수학식 7 및 수학식 8로 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\theta_a(0) = \theta_a(R_1) + \frac{1}{4} \frac{M+W}{\lambda} R_1^2$$

[0079]

수학식 8

$$\theta_b(0) = \theta_b(R_2) + \frac{1}{4} \frac{M+W}{\lambda} R_2^2$$

[0080]

[0081] 그리고, 내부 온도 $\theta_a(0)$, $\theta_b(0)$ 은 각각 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정되는 표면 온도이다. 즉, 경계 조건으로서 수학식 9 및 수학식 10이 성립한다.

수학식 9

$$\theta_a(R_1) = \theta_a$$

[0082]

수학식 10

$$\theta_b(R_2) = \theta_b$$

[0083]

[0084] 또한, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 인 생체 내부 온도는 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 보아 일치하므로, 이것을 $\theta(0)$ 으로 두면, 경계 조건으로서 수학식 11이 성립한다.

수학식 11

$$\theta(0) = \theta_a(0) = \theta_b(0)$$

[0085]

[0086] 여기서, 수학식 4로 되돌아가서, 열유속에 대해 살펴본다.

[0087] 수학식 4를 거리 r 로 미분하고, 조직의 열전도율 λ 를 적산하면 수학식 12와 같이 열유속 분포를 구할 수 있다.

수학식 12

$$\phi_q(r) = \lambda \frac{\partial}{\partial r} \theta(r) = -\frac{1}{2}(M+W)r$$

[0088]

[0089] 마찬가지로, 수학식 5 및 수학식 6을 거리 r 로 미분하여, 각각 $r=r_1$, $r=r_2$ 로 하면, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 본 열유속은, 수학식 13 및 수학식 14로 기술할 수 있다.

수학식 13

$$\phi_{qa}(r_1) = \lambda \frac{\partial}{\partial r} \theta_a(r_1) = -\frac{1}{2}(M+W)r_1$$

[0090]

수학식 14

$$\phi_{qb}(r_2) = \lambda \frac{\partial}{\partial r} \theta_b(r_2) = -\frac{1}{2}(M+W)r_2$$

[0091]

[0092] 한편, 수학식 12에 있어서 $r=R_1$ 로 하면, 제1 센서 모듈(70A)에 의해 측정된 제1 열유속 ϕ_{qa} 로 된다. 또한, 수학식 12에 있어서 $r=R_2$ 로 하면, 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정된 제2 열유속 ϕ_{qb} 로 된다. 따라서, 수학식 13 및 수학식 14로부터, 수학식 15 및 수학식 16이 각각 유도된다.

수학식 15

$$|\phi_{qa}(R_1)| = \frac{1}{2}(M+W)R_1 = \phi_{qa}$$

[0093]

수학식 16

$$|\phi_{qb}(R_2)| = \frac{1}{2}(M + W)R_2 = \phi_{qb}$$

[0094]

[0095]

또한, 도 4의 그래프에서 나타낸 바와 같이, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 본 각각의 온도 최고점 P_0 의 깊이 R_1 과 깊이 R_2 의 합은, 피측정체의 직경, 이 경우, 손목(2)의 손등측으로부터 손바닥측까지의 두께 「2R」과 동일하므로, 수학식 17이 성립한다.

수학식 17

$$R_1 + R_2 = 2R$$

[0096]

[0097]

수학식 7~수학식 17을 연립시켜, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 에 있어서의 내부 온도 $\theta(0)$ 을 풀면, 수학식 18이 얻어진다. 또한, 수학식 18 중의 λ 는 생체의 열전도율이며, 본 실시 형태에서는 통계값을 사용하는 것으로 한다.

수학식 18

$$\theta(0) = \frac{\theta_a \phi_{qb} + \theta_b \phi_{qa}}{\phi_{qa} + \phi_{qb}} + \frac{R}{2\lambda} \frac{\phi_{qb} \phi_{qa}}{\phi_{qa} + \phi_{qb}}$$

[0098]

[0099]

따라서, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)로부터 본 각각의 온도 최고점 P_0 의 깊이 R_1 및 깊이 R_2 가 일정하지 않아도, 제1 센서 모듈(70A)에 의해 측정되는 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 와, 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정되는 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 와, 피측정체의 두께(손목(2)의 손등측으로부터 손바닥측까지의 두께 「2R」)로부터 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 에 있어서의 온도, 즉 내부 온도 $\theta(0)$ 을 측정할 수 있다.

[0100]

또한, 수학식 18은 깊이 R_1 및 깊이 R_2 가 일정하지 않을 뿐만 아니라, 그들이 변동되는 경우라도 성립한다. 바꾸어 말하면, 피측정체 내에서 열원의 편재가 변화되고, 내부 온도의 온도 최고점 P_0 이 변화되는 경우라도, 내부 온도 분포의 온도 최고점인 생체 내부 온도를 측정할 수 있다.

[0101]

[3 : 처리의 흐름]

[0102]

도 5는 본 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10)에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트이다. 당해 처리의 흐름은, 제어 기관(30)의 CPU(31)가 IC 메모리(32)에 기억되어 있는 소정의 프로그램을 판독하여 실행함으로써 실장된다. 또한, 제어 기관(30)은 내부 클럭을 이용하여, 현재 일시를 제시하고 있는 것으로 한다.

[0103]

내부 온도 측정 장치(10)는 측정을 개시하기 전에 IC 메모리(32)의 소정의 기억 영역에, 피측정체의 두께 「2R」이 기록되어 있는지 확인한다. 만일 기억되어 있지 않으면(스텝 S10의 "아니오"), 피측정체의 두께 「2R」의 입력의 접수 처리를 실행하고(스텝 S14), 입력된 값을 피측정체의 두께 「2R」로서 기억한다(스텝 S16).

[0104]

또한, 내부 온도 측정 장치(10)는 별도로, 기억되어 있는 피측정체의 두께 「2R」의 값을 리셋하는 리셋 조작을 접수 가능하게 한다.

[0105]

그런데, 피측정체의 두께 「2R」이 기억되어 있으면, 내부 온도 측정 장치(10)는 센서 모듈에 의한 표면 온도와 열유속의 측정을 개시한다(스텝 S60). 본 실시 형태에서는, 제1 센서 모듈(70A)에 의한 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 의 측정이 개시되고, 제2 센서 모듈(70B)에 의한 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 의 측정이

개시된다.

- [0106] 계속해서, 내부 온도 측정 장치(10)는 소정 주기로, 제1 표면 온도 θ_a · 제1 열유속 ϕ_{qa} · 제2 표면 온도 θ_b · 제2 열유속 ϕ_{qb} 의 4개의 측정값을 수학적 식 18에 대입하여, 내부 온도를 산출하고, 현재 일시와 대응지어 기록하는 처리를 개시한다(스텝 S70). 또한, 표시부(16)에 의한 최신의 내부 온도의 표시시키는 처리를 개시한다(스텝 S72).
- [0107] 만약 기록되어 있는 내부 온도의 데이터를 외부 장치(예를 들어, 데이터의 축적과 해석을 하기 위한 컴퓨터)에 송신하는 소정의 외부 송신 조작 입력을 검출한 경우에는(스텝 S80의 "예"), 내부 온도 측정 장치(10)는 무선 통신 모듈(36)에 의해, 외부 장치와의 통신을 확립하고(스텝 S82), IC 메모리(32)에 기억되어 있는 내부 온도의 데이터를 당해 외부 장치에 송신한다(스텝 S84).
- [0108] 이상, 본 실시 형태에 따르면, 내부 온도 측정 장치(10)를 리스트 장착형의 장치로 함으로써, 측정의 간편성이나 쾌적성을 확보할 수 있다. 그리고, 피측정체의 표면(일방측 면측)과 이면(타방측 면측)에서 측정한 결과를, 내부 온도 분포의 표면 위치에 있어서의 발현으로 간주함으로써, 피측정체의 형상에 기인하는 오차나, 피측정체의 내부에 있어서의 열원 위치의 치우침에 기인하는 오차의 영향을 낮게 억제한 내부 온도의 측정이 가능해진다.
- [0109] 또한, 본 실시 형태에서는, 손목(2)의 손등측으로부터 손바닥측까지의 두께 「2R」은, 유저가 사전에 측정하여 측정 전에 입력·설정하는 구성으로 하였지만, 이것에 한정되지 않는다. 예를 들어, 미리 연령·체중·신장·성별 등에 기초하는 상이한 군별의 두께 「2R」의 통계값을 IC 메모리(32)에 기억해 두고, 스텝 S10~S16 대신에, 측정 전에 유저가 연령·체중·신장·성별 등을 입력하는 스텝과, 입력된 그들 값에 적합한 군의 통계값으로부터 「2R」을 판독하는 스텝을 실행하는 구성으로 해도 된다.
- [0110] [제2 실시 형태]
- [0111] 다음에, 본 발명을 적용한 제2 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0112] 본 실시 형태는, 기본적으로는 제1 실시 형태와 마찬가지로 실현되지만, 장치의 구조와, 센서 모듈의 배치 및 내부 온도의 산출 과정에 있어서 차이가 있다. 또한, 이후에서는, 주로 제1 실시 형태와의 차이에 대하여 설명하는 것으로 하고, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성 요소에는 제1 실시 형태와 동일한 부호를 부여하고 설명은 생략하는 것으로 한다.
- [0113] 도 6은 본 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치(10B)의 구성예를 도시하는 정면도이며, 내부 온도의 산출 과정을 설명하기 위한 도면이기도 하다.
- [0114] 내부 온도 측정 장치(10B)는, 호 형상의 손등측 측정부(12U)와 호 형상의 손바닥측 측정부(12D)가, 서로의 오프부를 대향시키도록 배치되고, 그들의 대향하는 단부끼리가 제1 신축부(14L) 또는 제2 신축부(14R)로 연결되어 있다. 이에 의해, 내부 온도 측정 장치(10B)는 전체로서 정면에서 보아 환상을 이루고 있다.
- [0115] 손등측 측정부(12U)는, 표시부(16)와, 조작 입력부(18)와, 제어 기판(30)과, 제1 센서 모듈(70A)과, 제3 센서 모듈(70C)을 구비한다.
- [0116] 손바닥측 측정부(12D)는, 제2 센서 모듈(70B)과, 제4 센서 모듈(70D)을 구비한다.
- [0117] 제1 센서 모듈(70A)~제4 센서 모듈(70D)은, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성(도 1 참조)을 갖고 있다.
- [0118] 제1 센서 모듈(70A)과 제2 센서 모듈(70B)은, 제1 센서부 페어를 구성하고, 제1 내부 위치에 위치하는 요골 동맥(7)을 사이에 두는 위치 관계로 배치되어 있다. 그리고, 제1 센서 모듈(70A)은, 제1 표면 온도 θ_a 와 제1 열유속 ϕ_{qa} 를 측정하고, 제2 센서 모듈(70B)은, 제2 표면 온도 θ_b 와 제2 열유속 ϕ_{qb} 를 측정한다.
- [0119] 제3 센서 모듈(70C)과 제4 센서 모듈(70D)은, 제2 센서부 페어를 구성하고, 제2 내부 위치에 위치하는 척골 동맥(6)을 사이에 두는 위치 관계로 배치되어 있다. 그리고, 제3 센서 모듈(70C)은, 제3 표면 온도 θ_c 와 제3 열유속 ϕ_{qc} 를 측정하고, 제4 센서 모듈(70D)은, 제4 표면 온도 θ_d 와 제4 열유속 ϕ_{qd} 를 측정한다.
- [0120] 그리고, 본 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10B)는, 센서부 페어마다 잠정 내부 온도 $\theta(0)_{ab}$ 및 잠정 내부 온도 $\theta(0)_{cd}$ 를 산출하고, 이들 잠정 내부 온도의 평균값으로부터 최종적인 내부 온도 $\theta(0)_{abcd}$ 를 산출한다.

- [0121] 도 7은 본 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10B)에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트이다. 본 실시 형태에 있어서의 처리의 흐름은, 기본적으로는 제1 실시 형태의 그것과 마찬가지로의 흐름을 갖지만, 스텝 S60에 이어서 스텝 S62~S64가 실행되고, 스텝 S70이 생략되어 있다.
- [0122] 즉, 내부 온도 측정 장치(10B)는, 스텝 S60에 이어서, 제1 센서 모듈(70A)에 의해 측정된 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 와, 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정된 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 로부터, 수학적식 18에 기초하여 잠정 내부 온도 $\theta(0)_{ab}$ 를 산출한다. 또한, 제2 센서부 페어인, 제3 센서 모듈(70C)에 의해 측정된 제3 표면 온도 θ_c 및 제3 열유속 ϕ_{qc} 와, 제4 센서 모듈(70D)에 의해 측정된 제4 표면 온도 θ_d 및 제4 열유속 ϕ_{qd} 로부터, 수학적식 18에 기초하여 잠정 내부 온도 $\theta(0)_{cd}$ 의 산출을 개시한다(스텝 S62).
- [0123] 계속해서, 잠정 내부 온도 $\theta(0)_{ab}$ 와 잠정 내부 온도 $\theta(0)_{cd}$ 의 평균값으로부터 최종적인 내부 온도 $\theta(0)_{abcd}$ 를 산출하고, IC 메모리(32)에 측정 일시와 대응지어 기억하는 처리를 개시한다(스텝 S64).
- [0124] 본 실시 형태에 따르면, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과가 얻어진다. 또한, 장치의 구조가 복잡해져 탑재하는 센서 모듈의 수가 배로 되거나 하여 제조 비용이 상승하는 단점이 있지만, 측정 데이터가 증가함으로써 보다 정확하게 내부 온도를 측정할 수 있는 장점이 생긴다. 구체적으로는, 칩콜 동맥(6) 및 요골 동맥(7)의 위치의 개인차에 의한 측정 오차를 한층 더 저감시킬 수 있다.
- [0125] [제3 실시 형태]
- [0126] 다음에, 본 발명을 적용한 제3 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0127] 본 실시 형태는, 기본적으로는 제1 실시 형태와 마찬가지로 실현되지만, 장치의 구조와, 센서 모듈의 배치 및 내부 온도의 산출 과정에 있어서 차이가 있다. 또한, 이후에서는, 주로 제1 실시 형태와의 차이에 대하여 설명하는 것으로 하고, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성 요소에는 제1 실시 형태와 동일한 부호를 부여하고 설명은 생략하는 것으로 한다.
- [0128] 도 8은 본 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치(10C)의 구성예를 도시하는 정면도이다.
- [0129] 내부 온도 측정 장치(10C)는, 기본적으로는 제1 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10)와 비교하면 제2 센서 모듈(70B)이 생략되어 있다.
- [0130] 도 9는 본 실시 형태에 있어서의 내부 온도의 측정 수순에 대하여 설명하기 위한 도면이다.
- [0131] 제1 실시 형태에서는, 내부 온도 측정 장치(10)를 손목에 채운 채로 해 두면, 자동적으로 내부 온도가 측정되어 기억되었다. 그러나 본 실시 형태에서는, 유저가 내부 온도 측정 타이밍 때마다, 제1 센서 모듈(70A)의 피측정체에 대한 상대적인 배치 위치를 변경하도록 내부 온도 측정 장치(10C)의 장착 자세의 반전 작업을 한다.
- [0132] 즉, 측정 타이밍이 되면, 내부 온도 측정 장치(10C)는, 제1 조작 안내 G1을 표시부(16)에 표시한다. 제1 조작 안내 G1은, 제1 센서 모듈(70A)이 손목의 손등측(일방측 면측)에 위치하는 것을 확인하고 소정의 조작 입력부(18)를 조작하도록 재촉하는 내용으로 된다. 그리고, 소정의 조작 입력부(18)가 조작된 것을 검출하면, 내부 온도 측정 장치(10C)는 표면 온도와 열유속을 측정하고, 각각 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 로서 기억한다.
- [0133] 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 를 기억하였다면, 내부 온도 측정 장치(10C)는, 제1 센서 모듈(70A)이 손목의 손바닥측(타방측 면측)에 위치하도록, 제2 조작 안내 G2를 표시부(16)에 표시한다. 제2 조작 안내 G2는, 장치의 장착 자세를 변화시켜 소정의 조작 입력부(18)를 조작하도록 재촉하는 내용으로 된다. 그리고, 소정의 조작 입력부(18)가 조작된 것을 검출하면, 내부 온도 측정 장치(10C)는 표면 온도와 열유속을 측정하고, 각각 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 로서 기억한다.
- [0134] 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 를 기억하였다면, 내부 온도 측정 장치(10C)는, 측정이 종료되었으므로 장치를 원래의 장착 자세로 되돌리도록 재촉하는 제3 조작 안내 G3을 일정 시간 표시한다.
- [0135] 도 10은 본 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10C)에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트이다. 본 실시 형태에 있어서의 처리의 흐름은, 기본적으로는 제1 실시 형태의 그것과 마찬가지로의 흐름을 갖지만, 스텝 S16에 이어서 스텝 S30~S46을 실행하고, 스텝 S60~S72가 생략되어 있다.

- [0136] 구체적으로는, 내부 온도 측정 장치(10C)는, 표시부(16)에 제1 조작 안내 G1을 표시시키고(스텝 S30), 소정의 조작 입력부(18)에의 측정 개시 조작을 검출하면 제1 센서 모듈(70A)에 의한 측정을 실행하고(스텝 S32), 당해 측정 결과를 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 로서 IC 메모리(32)에 기억한다(스텝 S34).
- [0137] 계속해서, 내부 온도 측정 장치(10C)는, 표시부(16)에 제2 조작 안내 G2를 표시시키고(스텝 S36), 소정의 조작 입력부(18)에의 측정 개시 조작을 검출하면 다시 제1 센서 모듈(70A)에 의한 측정을 실행하고(스텝 S38), 당해 측정 결과를 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 로서 IC 메모리(32)에 기억한다(스텝 S40).
- [0138] 계속해서, 내부 온도 측정 장치(10C)는, 표시부(16)에 제3 조작 안내 G3을 표시시키고(스텝 S42), 수학적 식 18에 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 와, 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 를 대입하여 내부 온도를 산출하고, 측정 일시와 대응지어 IC 메모리(32)에 기억한다(스텝 S44). 그리고, 표시부(16)에 산출한 내부 온도를 표시시키는 처리를 행한다(스텝 S46).
- [0139] 본 실시 형태에 따르면, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과가 얻어진다. 또한, 측정할 때마다, 유저가 내부 온도 측정 장치(10C)의 장착 자세를 변화시키는 수고가 증가하므로, 측정의 간편성이라고 하는 점에 있어서는 제1 실시 형태보다도 떨어지지만, 탑재하는 센서 모듈의 수를 줄이므로 제조 비용을 내리는 장점이 있다.
- [0140] 또한, 본 실시 형태는 제2 실시 형태에도 적용할 수 있다.
- [0141] 즉, 제2 실시 형태에 있어서 손바닥측 측정부(12D)에의 제2 센서 모듈(70B) 및 제4 센서 모듈(70D)의 탑재를 생략한다. 그리고, 스텝 S32에서는 제1 센서 모듈(70A)과 제3 센서 모듈(70C)의 각각에서 측정을 실행하고, 스텝 S34에서는 제1 센서 모듈(70A)에 의한 측정 결과를 제1 표면 온도 θ_a 및 제1 열유속 ϕ_{qa} 로 하고, 제3 센서 모듈(70C)에 의한 측정 결과를 제3 표면 온도 θ_c 및 제3 열유속 ϕ_{qc} 로서 기억한다. 스텝 S38에서는, 다시 제1 센서 모듈(70A)과 제3 센서 모듈(70C)의 각각에서 측정을 실행하고, 스텝 S34에서는 제1 센서 모듈(70A)에 의한 측정 결과를 제4 표면 온도 θ_d 및 제4 열유속 ϕ_{qd} 로 하고, 제3 센서 모듈(70C)에 의한 측정 결과를 제2 표면 온도 θ_b 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 로서 기억한다. 그리고, 스텝 S44에서는, 제2 실시 형태와 마찬가지로 하여, 제1 표면 온도 θ_a · 제1 열유속 ϕ_{qa} · 제2 표면 온도 θ_b · 제2 열유속 ϕ_{qb} 로부터 제1 잠정 내부 온도를 산출하고, 제3 표면 온도 θ_c · 제3 열유속 ϕ_{qc} · 제4 표면 온도 θ_d · 제4 열유속 ϕ_{qd} 로부터 제2 잠정 내부 온도를 산출한다. 그리고, 이들로부터 최종적인 내부 온도를 산출하는 구성으로 하면 된다.
- [0142] [제4 실시 형태]
- [0143] 다음에, 본 발명을 적용한 제4 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0144] 본 실시 형태는, 기본적으로는 제1 실시 형태와 마찬가지로 실현되지만, 내부 온도의 산출을 외부 장치에서 행하는 점이 상이하다. 또한, 이후에서는, 주로 제1 실시 형태와의 차이에 대하여 설명하는 것으로 하고, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성 요소에는 제1 실시 형태와 동일한 부호를 부여하고 설명은 생략하는 것으로 한다.
- [0145] 도 11은 본 실시 형태에 있어서의 내부 온도 측정 장치(10D)의 구성예를 도시하는 도면이다. 내부 온도 측정 장치(10D)는, 서로 통신 회선(9)에 의해 데이터 통신 가능하게 접속되는 장착 기기(11)와 본체 장치(1500)를 갖는다.
- [0146] 장착 기기(11)는 제1 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10)와 마찬가지로 실현되지만, 내부 온도의 산출은 행하지 않고, 측정 결과를 본체 장치(1500)에 송신한다.
- [0147] 본체 장치(1500)는 내부 온도 산출 프로그램을 애플리케이션 프로그램으로서 실행 가능한 컴퓨터이다. 본 실시 형태에서는 스마트폰으로 하지만, 퍼스널 컴퓨터나, 태블릿형 컴퓨터 등 그 밖의 형태이어도 된다. 즉, 본체 장치(1500)는 제어 기관(1550)이 탑재하는 무선 통신 모듈(1553)에 의해, 장착 기기(11)와 통신을 확립하고, IC 메모리(1552)에 기억되어 있는 내부 온도 산출 프로그램(44)을 CPU(1551)에서 실행하고, 장착 기기(11)로부터 수신한 측정 결과로부터 수학적 식 18에 기초하여 내부 온도를 산출한다.
- [0148] 도 12는 본 실시 형태의 내부 온도 측정 장치(10D)에 있어서의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트이다.
- [0149] 장착 기기(11)와, 본체 장치(1500)는 서로 통신을 확립한다(스텝 S2~S4).
- [0150] 통신이 확립되면, 본체 장치(1500)가 스텝 S10~S16을 실행하는 한편, 장착 기기(11)는 제1 센서 모듈(70A) 및

제2 센서 모듈(70B)에 의한 표면 온도와 열유속의 측정을 개시하고(스텝 S32), 본체 장치(1500)에의 측정 데이터의 송신을 개시한다(스텝 S34). 또한, 데이터의 송신은 새로운 측정값이 얻어질 때마다, 차례대로 송신하는 방식이어도 되고, 일정 기간분을 IC 메모리(32)에 기억하여 통합하여 송신하는 방식이어도 된다.

[0151] 본체 장치(1500)는 장착 기기(11)로부터 측정 데이터의 수신을 개시하면(스텝 S36의 "예"), 내부 온도의 산출과 기록을 개시하고(스텝 S70), 산출한 내부 온도의 표시 처리를 개시한다(스텝 S72). 내부 온도의 표시는, 본체 장치(1500)가 구비하는 터치 패널(1506)(도 11 참조)에 표시시키는 것으로 해도 되고, 산출한 내부 온도의 데이터를 장착 기기(11)에 송신하고, 장착 기기(11)가 표시부(16)에 표시하는 것으로 해도 된다. 물론, 이 양쪽이어도 된다.

[0152] 본 실시 형태에 따르면, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 효과가 얻어진다. 또한, 본 실시 형태에 따르면, 장착 기기(11)에 있어서의 연산 처리 부하가 저감되므로 CPU(31)를 저가격으로 실현할 수 있다. 산출된 내부 온도의 데이터의 기억에 필요로 되는 기억 영역을 저감할 수 있으므로, 장착 기기(11)의 소형화·경량화·제조 비용을 제1 형태의 내부 온도 측정 장치(10)보다도 저감할 수 있다. 또한, 본체 장치(1500)는 휴대성이 우수하고, 표시부(16)보다 큰 표시 디바이스를 가지므로, 제1 실시 형태보다도 내부 온도의 그래프 등의 해석 결과를 보기 쉽고 알기 쉽게 표시할 수 있는 장점이 있다.

[0153] [변형예]

[0154] 이상, 본 발명을 적용한 실시 형태에 대하여 설명하였지만, 적절히 구성 요소의 추가·생략·변경을 할 수 있다.

[0155] [그 1]

[0156] 예를 들어, 상기 실시 형태의 센서 모듈에는, 온도 센서(80)와 열류 센서(82)를 탑재하는 구성이었지만, 도 13에 도시한 바와 같이, 열류 센서(82) 대신에, 온도 센서(80)보다도 피측정체로부터 이격된 위치에 제2 온도 센서(84)를 탑재하고, 온도 센서(80)에 의해 측정된 온도 θ_{in} (피측정체의 표면 온도)과, 제2 온도 센서(84)에 의해 측정된 온도 θ_{out} 로부터, 수학적 식 19에 의해 열유속 ϕ_q 를 산출하는 구성으로 해도 된다.

수학적 식 19

$$\phi_q = \frac{\lambda_s}{d}(\theta_{in} - \theta_{out})$$

[0157]

[0158] λ_s [W/(m·k)] : 센서 모듈에 있어서의 전열층(73)의 열전도율

[0159] 물론, 이 경우도, 센서 모듈이 온도와 열유속을 측정하는 것은 동일하다.

[0160] [그 2]

[0161] 또한, 상기 실시 형태에, 내부 온도 $\theta(0)$ 에 기초하여 기초 대사를 산출하는 기능을 부가할 수 있다. 구체적으로는, 사람의 체온은 약 37℃로 유지되고 있지만, 일반적으로 사람이 활동하는 환경의 외기온은 20℃~28℃ 정도로 체온보다 낮다. 이 때문에, 사람의 체온과 환경 온도에는 온도차가 있고, 사람들로부터 환경에는 항상 열이 방출되고 있다. 이 열 방출에 대해, 인체는 체온을 유지하기 위해 열산생을 행하고 있다. 이 체온을 유지하기 위한 열산생분의 대사를 기초 대사라 한다. 이것으로부터, 기초 대사를 측정하기 위해서는 인체로부터 외 환경에 방출되는 열량을 측정하면 되게 된다.

[0162] 인체로부터 외 환경에 방출되는 열량을 측정하기 위해서는, 체표면으로부터 단위 시간 및 단위 면적당 방출되는 열량 즉 열유속을 측정하고, 이것에 체표면적BSA(Body Surface Area)을 적산하면 되고, 수학적 식 20과 같이 기술할 수 있다.

수학식 20

$$Q = \phi_q \cdot BSA$$

[0163]

[0164] $Q[W/S]$: 열류 : 단위 시간당의 열량

[0165] $\phi_q[W/m^2]$: 열유속

[0166] $BSA[m^2]$: 체표면적

[0167] 열유속 ϕ_q 는, 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정되는 제1 열유속 ϕ_{qa} 및 제2 열유속 ϕ_{qb} 로부터, 수학식 21에 의해 평균적으로 산출할 수 있다.

수학식 21

$$\phi_q = \frac{\phi_{qa} + \phi_{qb}}{2}$$

[0168]

[0169] 따라서, 상기 실시 형태에 있어서 기초 대사 Mb를 수학식 22에 의해 구할 수 있다.

수학식 22

$$Mb = \int Qds = \int \phi_q \cdot BSAds = \int \left(\frac{\phi_{qa} + \phi_{qb}}{2} \right) BSAds$$

[0170]

[0171] 또한, 열유속 ϕ_q 는, 손목의 열전도 모델을 시뮬레이션으로 작성하고, 시뮬레이션 상에서의 손목 주위의 전체의 열류 측정값과, 손목의 손등측과 손바닥측에 각각 배치된 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)의 측정값의 관계로부터, 수학식 23과 같이 소정의 상수 K_a , K_b 를 사용하여 산출해도 된다.

수학식 23

$$\phi_q = K_a \phi_{qa} + K_b \phi_{qb}$$

[0172]

[0173] 또한, 본 실시 형태에서는, 체표면적 BSA를, 수학식 24에 나타내는 Du Bois의 식을 사용하여 신장 H[cm]와 체중 Wt[kg]로부터 구하는 것으로 한다.

수학식 24

$$BSA = H^{0.725} \times Wt^{0.425} \times 0.007184$$

[0174]

[0175] 도 14는 제1 실시 형태에 기초 대사 Mb의 산출 기능을 추가한 경우의 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트이다. 기본적으로는, 제1 실시 형태의 처리의 흐름과 마찬가지로이지만, 스텝 S16에 이어서, 내부 온도 측정 장치(10)는 IC 메모리(32)의 소정 기억 영역에 유저의 신장과 체중이 기억되어 있지 않으면(스텝 S20의 "예"), 신장과 체중의 입력을 접수하고, 입력된 각각의 값을 기억한다(스텝 S22). 또한, 내부 온도의 산출을 개시하였다면, 내부 온도 측정 장치(10)는 수학식 24에 기초하는 체표면적의 산출과, 수학식 22에 기초하는 기초 대사 Mb의 산출을 개시하고(스텝 S74), 산출한 기초 대사 Mb를 표시부(16)에서 표시하는 처리를 개시한다(스텝 S76).

[0176] [그 3]

[0177] 또한, 내부 온도 분포 함수 $\theta(r)$ 을 구하는 방법은, 상기 실시 형태의 예에 한하지 않고 적절히 설정 가능하다. 예를 들어, 변형 베셀 함수를 사용하여 구하는 것으로 해도 된다.

[0178] 구체적으로는, 수학식 1은 온도에 관한 미분 방정식이며, 이 미분 방정식을 풀으로써 생체 내의 조직의 온도를 구할 수 있다. 보다 구체적으로는, 수학식 1의 변수에 관하여, 동맥혈 온도 θ_{ar} 은 체온(=약 37℃)과 거의 동일한 것이 알려져 있다. 또한, 조직의 대사에 의한 산열 M 도 거의 변동되지 않는다. 따라서, 이 2개를 상수 a 및 상수 b 로 해 두면 수학식 1의 해는 변형 베셀 함수를 사용하여 수학식 25로 나타낼 수 있다.

수학식 25

$$\theta(r) = C_1 I_0(\sqrt{ar}) + C_2 K_0(\sqrt{ar}) + \frac{b}{a}$$

[0180] $\theta(r)[^\circ\text{C}]$: 거리 r 에 있어서의 온도

[0181] $a(=K)[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$: 혈액류 열 비례 상수

[0182] $b(=M+K\theta_{ar})[\text{W}/\text{m}^2]$: 산열 상수

[0183] I_0 : 0차의 제1종 변형 베셀 함수

[0184] K_0 : 0차의 제2종 변형 베셀 함수

[0185] C_1, C_2 : 미지 상수

[0186] 수학식 25는 내부 온도 분포 함수이기 때문에, 이것을 거리 r 에 대하여 미분하여 조직의 열전도율 λ 를 적산하면 열유속으로 되고, 수학식 26으로 나타낼 수 있다.

수학식 26

$$\phi_q(r) = \lambda \frac{\partial}{\partial r} \theta(r) = \lambda \{C_1 \sqrt{a} I_1(\sqrt{ar}) - C_2 \sqrt{a} K_1(\sqrt{ar})\}$$

[0188] $\phi_q(r)[\text{W}/\text{m}^2]$: 거리 r 에 있어서의 열유속

[0189] $\theta(r)[^\circ\text{C}]$: 거리 r 에 있어서의 온도

[0190] $\lambda[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$: 조직의 열전도율

[0191] I_1 : 1차의 제1종 변형 베셀 함수

[0192] K_1 : 1차의 제2종 변형 베셀 함수

[0193] 수학식 25는 생체의 온도 분포를 나타내고, 수학식 26은 생체의 열유속 분포를 각각 나타내지만, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 의 거리를 「0」으로 하고, 온도 최고점 P_0 으로부터 표면의 거리를 각각 R_1, R_2 로 하면, R_1, R_2 의 위치에 있어서의 온도 및 열유속은 생체 표면의 온도 및 열유속이며, 이들은 내부 온도 측정 장치(10)의 제1 센서 모듈(70A) 및 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정할 수 있다. 그리고, 내부 온도 측정 장치(10)를 손목(2)에 장착하여 측정할 때, 피측정체 접촉부(71) 및 외환경 접촉부(76)의 열저항이 충분히 작아 무시할 수 있으므로, 수학식 27~수학식 30의 4개가 성립한다.

수학식 27

$$\theta_a(r) = C_1 I_0(\sqrt{aR_1}) + C_2 K_0(\sqrt{aR_1}) + \frac{b}{a}$$

수학식 28

$$\theta_b(r) = C_1 I_0(\sqrt{aR_2}) + C_2 K_0(\sqrt{aR_2}) + \frac{b}{a}$$

수학식 29

$$\phi_{qa}(r) = \lambda \{ C_1 \sqrt{a} I_1(\sqrt{aR_1}) - C_2 \sqrt{a} K_1(\sqrt{aR_1}) \}$$

수학식 30

$$\phi_{qb}(r) = \lambda \{ C_1 \sqrt{a} I_1(\sqrt{aR_2}) - C_2 \sqrt{a} K_1(\sqrt{aR_2}) \}$$

수학식 27~수학식 30의 연립 방정식을 풀면, 4개의 미지 상수 C_1 , C_2 , R_1 , R_2 를 구할 수 있다. 이때, 연립 방정식의 해는 $R_1+R_2=2R$ 이라고 하는 경계 조건 하에서 수치 해석에 의해 구한다. 구체적으로는, C_1 , C_2 , R_1 , R_2 를 변수로 하고, 수학식 27~수학식 30이 성립하도록 컴퓨터에 의해 수치 계산(예를 들어, 최소 제곱법을 사용한 반복 계산)하여 구한다. 그리고, 구해진 C_1 및 C_2 를 수학식 25에 대입하면, 생체 내부의 온도 분포를 구할 수 있다. 따라서, 수학식 25에 있어서 $r=0$ 으로 하면, 내부 온도 분포의 온도 최고점 P_0 의 생체 내부 온도 즉 내부 온도 $\theta(0)$ 을 구할 수 있다.

또한, 수학식 25에 있어서의 혈액류 열 비례 상수 $a(=K)[W/(m^3 \cdot K)]$ 는, 제1 표면 온도 θ_a 또는 제2 표면 온도 θ_b 로부터 공지의 상관 관계에 기초하여 산출하는 것으로 해도 된다.

즉, 혈액류 열 비례 상수 $a(=K)$ 는 혈액 밀도 ρ_b 와, 정압비열 C_b 와, 단위 체적당의 혈유량 w_b 의 곱으로 나타낼 수 있는 것으로부터도 알 수 있는 바와 같이 혈유량에 비례한다. 그리고, 피부의 단위 체적당의 혈유량 w_b 와 피부 온도는 상관 관계에 있는 것이 알려져 있고, 피부 온도를 측정함으로써 피부의 단위 체적당의 혈유량 w_b 를, 미리 측정된 도 15에 도시한 대응표로부터 연산할 수 있다. 그리고, 대응표로부터 구한 단위 체적당의 혈유량 w_b 를 사용하여, 혈액류 열 비례 상수 $a[W/(m^3 \cdot K)]=\rho_b \times C_b \times w_b$ 에 의해 구할 수 있다.

[그 4]

또한, 내부 온도 분포 함수 $\theta(r)$ 을 구하는 방법은, 상기 실시 형태의 예에 한하지 않고 적절히 설정 가능하다. 예를 들어, 원기둥 좌표계의 원기둥축으로부터의 거리에 대한 다항식에 근사시킴으로써 구하는 것으로 해도 된다.

구체적으로는, 피측정체를 상정한 구체적인 생체 열 모델을 시뮬레이션 상에서 작성하고, 상술한 변형 베셀 함수를 사용한 해법에 의해 생체의 온도 분포 $\theta(r)$ 을 추정하고, 이것을 생체 표면의 온도 $\theta(R)$ 을 파라미터로 하는 수학식 31과 같은 다항식으로 가정하고, 최소 제곱법 등에 의해 비례 상수 $a_0 \sim a_n$ 을 각각 표면 온도마다 구

해 둔다. 즉, IC 메모리(32)에는, 상정되는 다양한 온도 $\theta(R)$ 별로 구한 비례 상수 $\alpha_0 \sim \alpha_n$ 의 세트를, 온도 $\theta(R)$ 과 대응지어 미리 기억해 둔다.

수학식 31

$$\theta(r) = \theta(R) + \alpha_1(R-r) + \alpha_2(R^2-r^2) + \dots + \alpha_n(R^n-r^n)$$

[0204]

[0205]

그리고, 내부 온도 측정 장치(10)의 제1 센서 모듈(70A)에 의해 측정된 제1 표면 온도 θ_a 또는 제2 센서 모듈(70B)에 의해 측정된 제2 표면 온도 θ_b 를 수학식 31의 $\theta(R)$ 에 대입하고, 대입한 제1 표면 온도 θ_a 또는 제2 표면 온도 θ_b 에 대응지어져 있는 비례 상수 $\alpha_0 \sim \alpha_n$ 의 세트를 IC 메모리(32)로부터 판독하여 내부 온도 분포를 결정한다. 그리고, 당해 결정한 내부 온도 분포로부터 최고 온도를 산출하고, 이것을 내부 온도로 할 수 있다.

[0206]

[그 5]

[0207]

또한, 상기 실시 형태에서는, 피측정체에 장착하는 부분을, 1개의 측정부(12)와 신축부(14)로 구성하거나, 또는, 2개의 손등측 측정부(12U) 및 손바닥측 측정부(12D)와 2개의 신축부(14)로 구성하였지만, 이들 구성에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 16에 도시한 내부 온도 측정 장치(10E)와 같이, 권회 부분(제1 실시 형태의 측정부(12) 및 신축부(14)에 상당하는 부위)을 손목 시계의 금속 밴드체의 마디와 같이, 복수의 링크(46)의 연결에 의해 실현해도 된다. 이 경우, 복수의 링크(46) 중에서, 대략 대향하는 위치에 있는 링크(46)에, 제1 센서 모듈(70A)과 제2 센서 모듈(70B)을 설치하는 구성으로 할 수 있다.

[0208]

[그 6]

[0209]

또한, 피측정체의 장착 부분의 길이 조정을 유지 스스로가 조정할 수 있는 구성이면 신축부(14)를 생략할 수도 있다. 예를 들어, 도 17에 도시한 내부 온도 측정 장치(10F)와 같이, 벨트 길이를 미세하게 조정할 수 있는 탄성 수지계 벨트(47R, 47L)에, 제1 센서 모듈(70A) 또는 제2 센서 모듈(70B)을 설치하는 구성도 가능하다.

[0210]

[그 7]

[0211]

또한, 상기 실시 형태에서는, 측정에 사용하는 센서 모듈은 미리 정해져 있지만, 다수의 센서 모듈 중에서 측정에 적합한 페어를 선택하는 구성도 가능하다.

[0212]

예를 들어, 도 18에 도시한 바와 같이, 내부 온도 측정 장치(10G)에, 피측정체의 표면에 내부 위치를 둘러싸도록, 3 이상의 복수의 센서 모듈($70G_1, 70G_2, \dots$)을 원주 형상으로 배치한다. 도 18의 예는 시계형의 내부 온도 측정 장치를 상정하고 있으므로, 권회 부분을 손목 시계의 금속 밴드체의 마디와 같이 복수의 링크(46)의 연결에 의해 실현하고, 링크(46)별로 센서 모듈($70G_1, 70G_2, \dots, 70G_{14}$)을 탑재한다. 물론, 탑재하는 센서 모듈의 수는 도시한 예에 한하지 않고 적절히 설정 가능하다. 또한, 제1 실시 형태나 제2 실시 형태를 베이스로 하면, 손등측 측정부(12U) 및 손바닥측 측정부(14D)에 각각 복수의 센서 모듈을 탑재하는 구성으로 해도 된다.

[0213]

그리고, 제1 실시 형태를 베이스로 하면, 도 19에 도시한 바와 같이, 내부 온도 측정 장치(10G)는, 센서 모듈의 페어로부터 측정에 적당한 페어를 선택하고, 당해 선택된 페어로 주기적인 측정을 실행한다.

[0214]

즉, 이하의 수순을 실행한다. 내부 온도 측정 장치(10G)는, 스텝 S60에 이어서, 센서 모듈($70G_1, 70G_2, \dots, 70G_{14}$) 중에서 센서의 후보 페어를 작성하고, 작성한 후보 페어마다, 피측정체의 두께 「2R」이 기록되어 있는지 확인한다(스텝 S61). 만일 기억되어 있지 않으면(스텝 S61의 "아니오"), 피측정체의 두께 「2R」의 입력의 접수 처리를 실행하고(스텝 S62), 입력된 값을 피측정체의 두께 「2R」로서 기억한다(스텝 S63). 다음에, 후보 페어마다, 내부 온도를 산출한다(스텝 S65). 단, 후보 페어의 작성에 있어서는, 배치 위치가 인접하는 페어는 생략해도 된다.

[0215]

계속해서, 내부 온도 측정 장치(10G)는, 산출된 후보 페어마다의 내부 온도 중, 최고 온도로 된 후보 페어의 센서 모듈을, 주기 측정에서 사용하는 센서로서 설정한다(스텝 S66). 그리고, 스텝 S70 대신에, 이 주기 측정 대상으로 된 센서 모듈의 측정 결과에 기초하여, 주기적인 내부 온도의 산출과 기록을 개시한다(스텝 S71).

[0216] 또는, 도 20에 도시한 처리의 흐름을 설명하기 위한 플로우차트로 해도 된다.

[0217] 즉, 이하의 수순을 실행한다. 내부 온도 측정 장치(10G)는, 스텝 S60에 이어서, 센서 모듈(70G₁, 70G₂, ... 70G₁₄) 중에서 후보 페어를 작성하고, 작성한 후보 페어마다 피측정체의 두께 「2R」이 기록되어 있는지 확인한다(스텝 S61). 만일 기억되어 있지 않으면(스텝 S61의 "아니오"), 피측정체의 두께 「2R」의 입력의 접수 처리를 실행하고(스텝 S62), 입력된 값을 피측정체의 두께 「2R」로서 기억한다(스텝 S63). 다음에, 후보 페어마다, 내부 온도의 산출을 개시한다(스텝 S67). 계속해서, 후보 페어별의 내부 온도를 후보값으로 하여, 당해 후보값 중에서 소정 조건(당해 구성에서는 최대로 됨)을 만족시키는 후보값을 최종적인 내부 온도로 하여 기록하는 처리를 개시한다(스텝 S68).

[0218] 당해 변형예의 구성에 의하면, 보다 정밀도가 높은 내부 온도의 측정이 가능해진다.

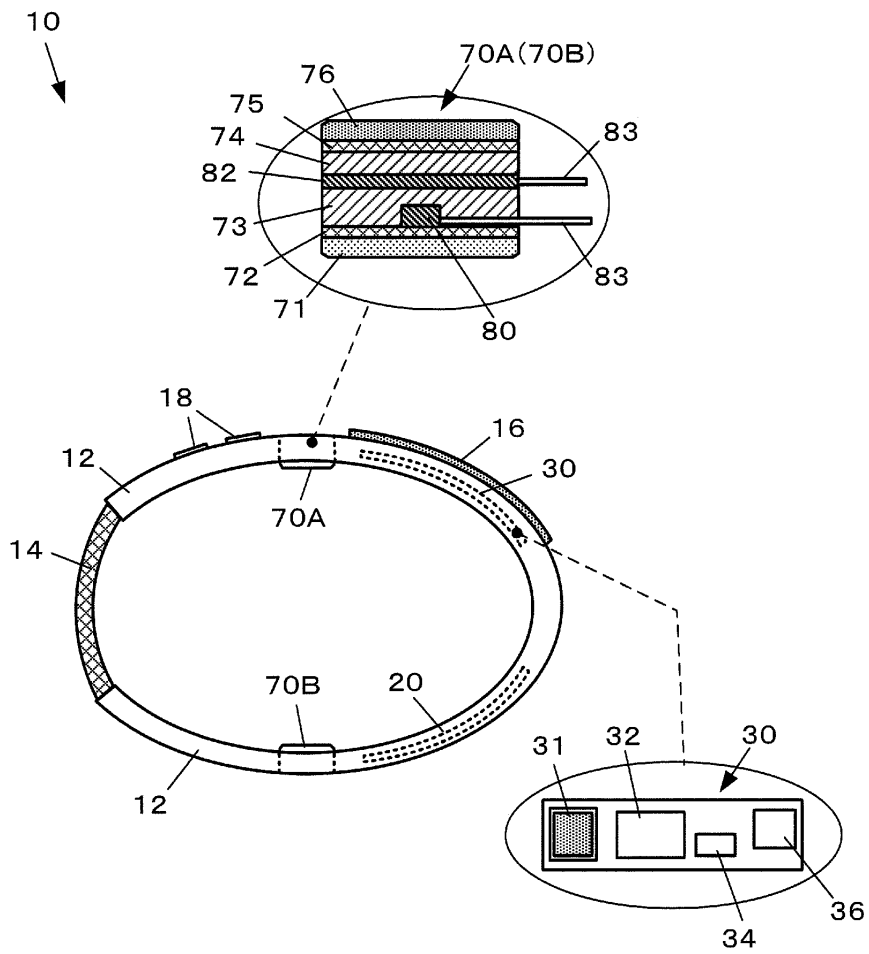
부호의 설명

[0219] 2 : 손목
3 : 조직
4 : 척골
5 : 요골
6 : 척골 동맥
7 : 요골 동맥
9 : 통신 회선
10~10F : 내부 온도 측정 장치
11 : 장착 기기
12 : 측정부
12D : 손바닥측 측정부
12U : 손등측 측정부
14 : 신축부
14L : 제1 신축부
14R : 제2 신축부
16 : 표시부
18 : 조작 입력부
20 : 배터리
30 : 제어 기관
31 : CPU
32 : IC 메모리
36 : 무선 통신 모듈
44 : 내부 온도 산출 프로그램
46 : 링크
47L : 탄성 수지제 벨트
47R : 탄성 수지제 벨트
70A : 제1 센서 모듈

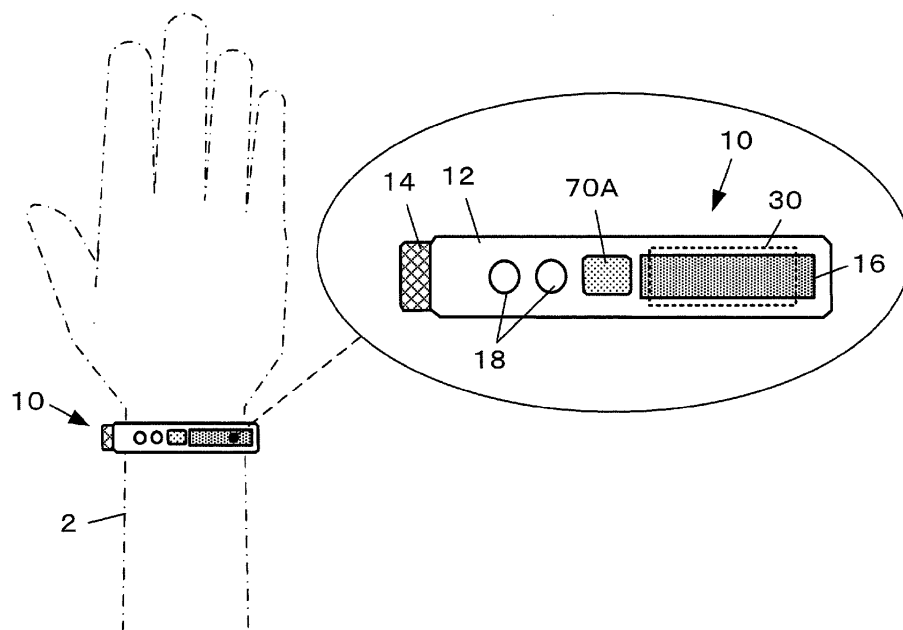
70B : 제2 센서 모듈
70C : 제3 센서 모듈
70D : 제4 센서 모듈
71 : 피측정체 접촉부
72 : 열확산층
74 : 전열층
75 : 열확산층
76 : 외환경 접촉부
80 : 온도 센서
82 : 열류 센서
83 : 신호선
84 : 제2 온도 센서
1500 : 본체 장치
1506 : 터치 패널
1550 : 제어 기관
1551 : CPU
1552 : IC 메모리
1553 : 무선 통신 모듈
G1 : 제1 조작 안내
G2 : 제2 조작 안내
G3 : 제3 조작 안내

도면

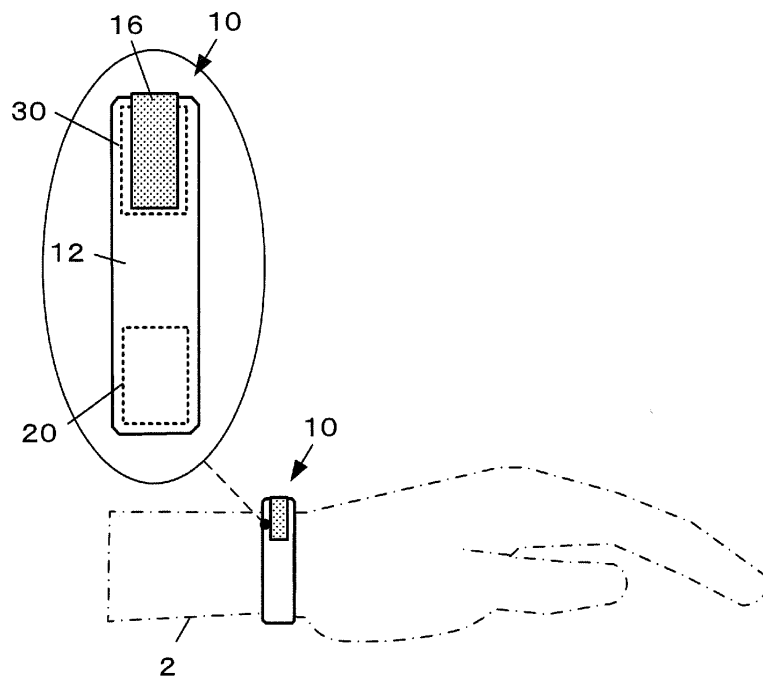
도면1



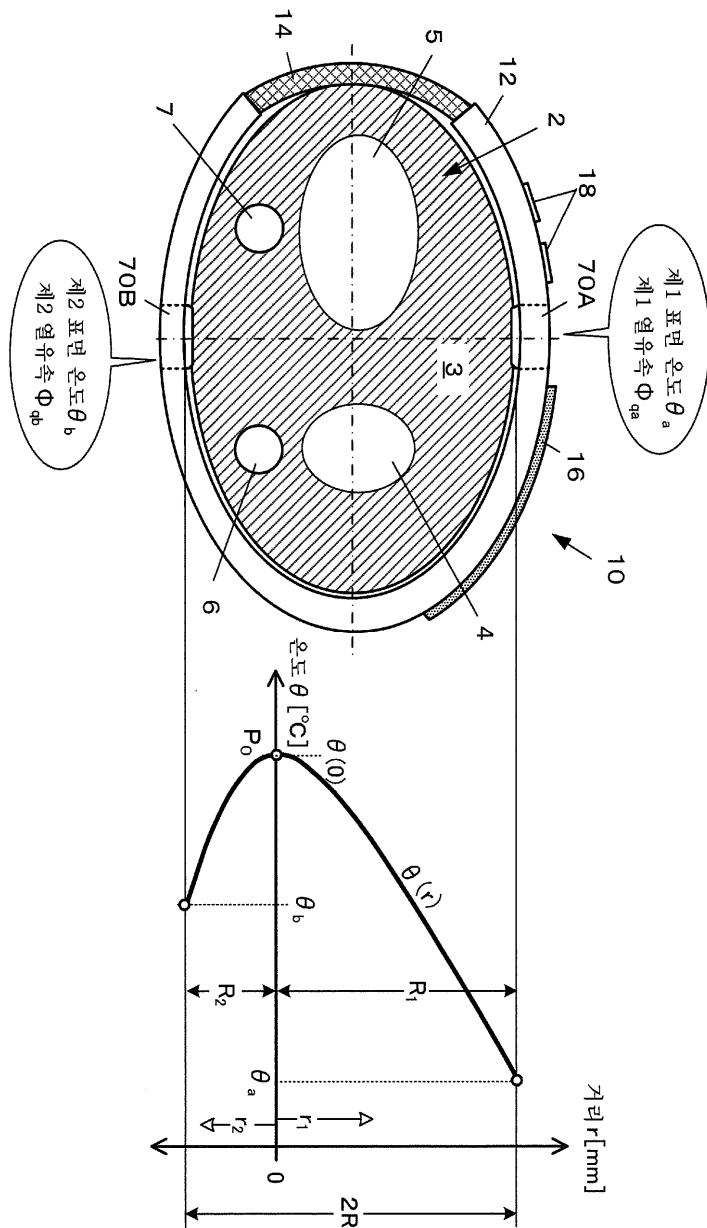
도면2



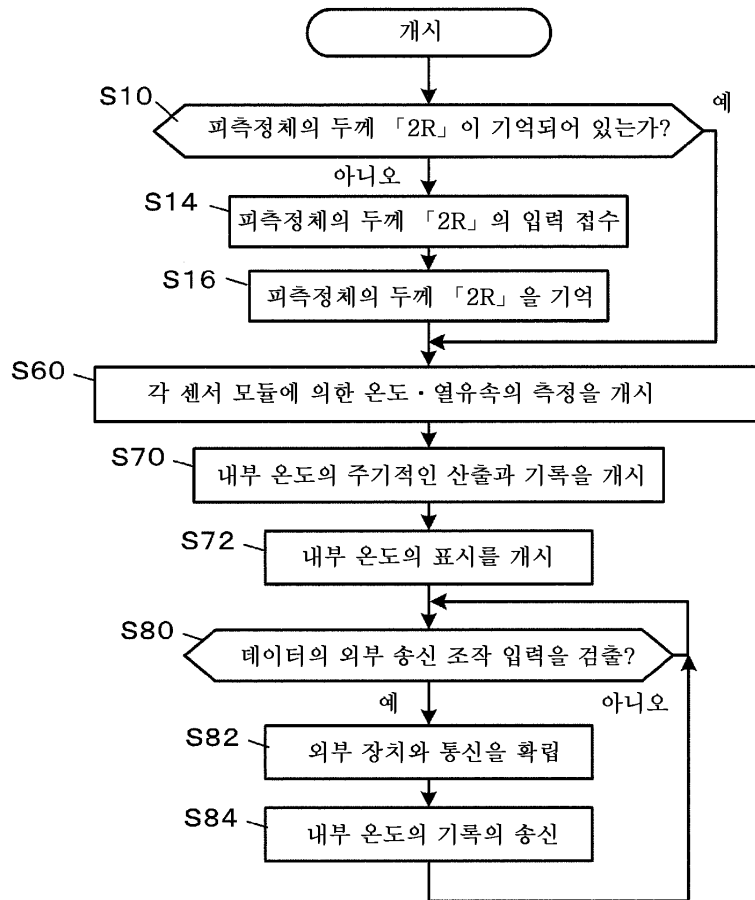
도면3



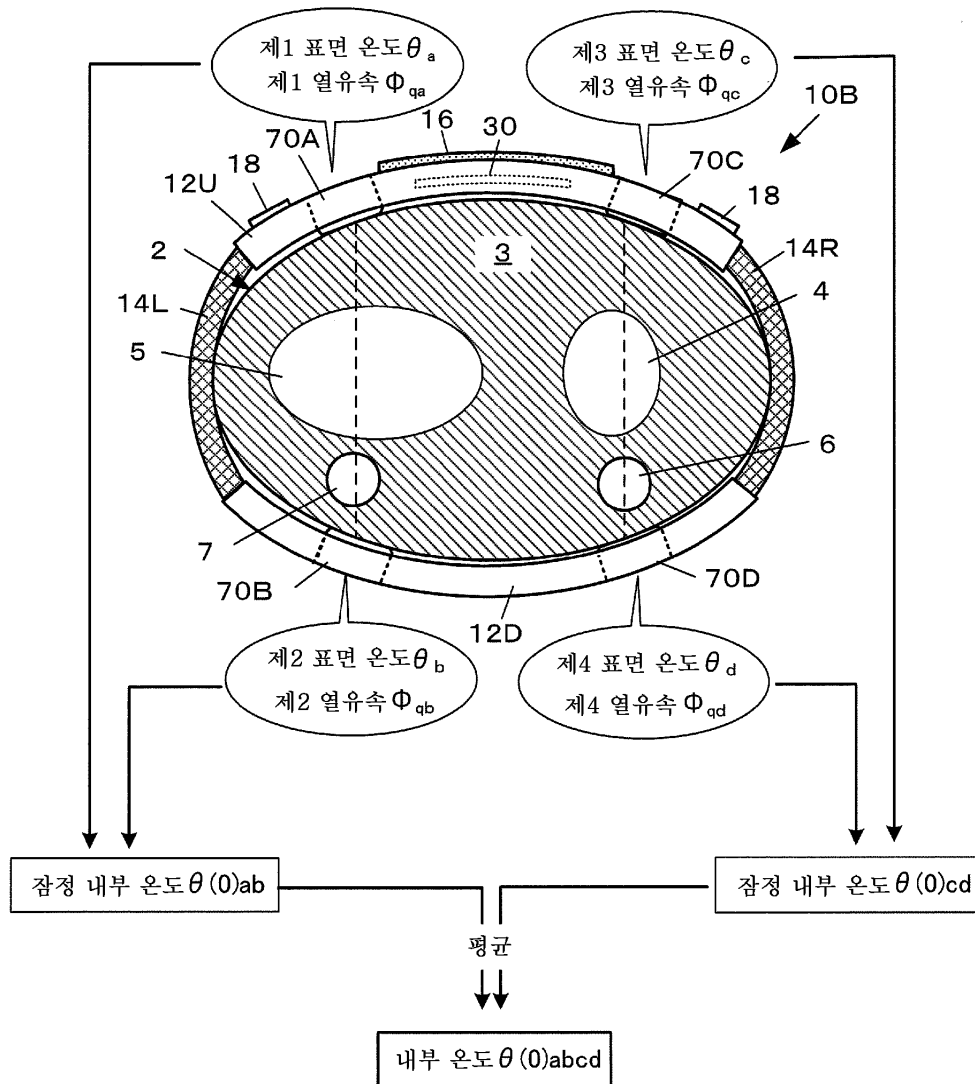
도면4



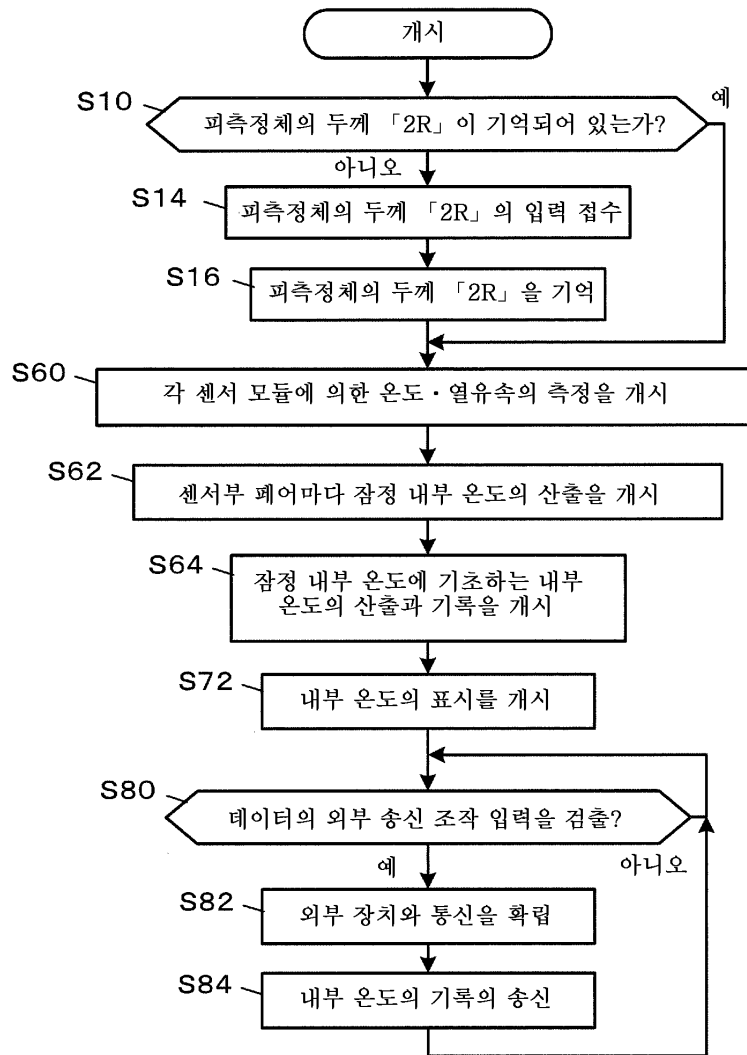
도면5



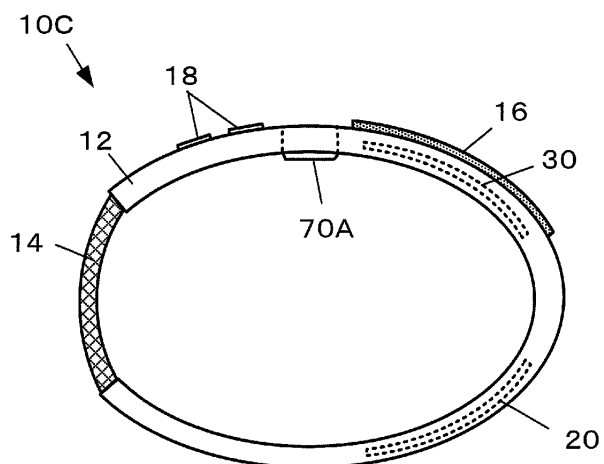
도면6



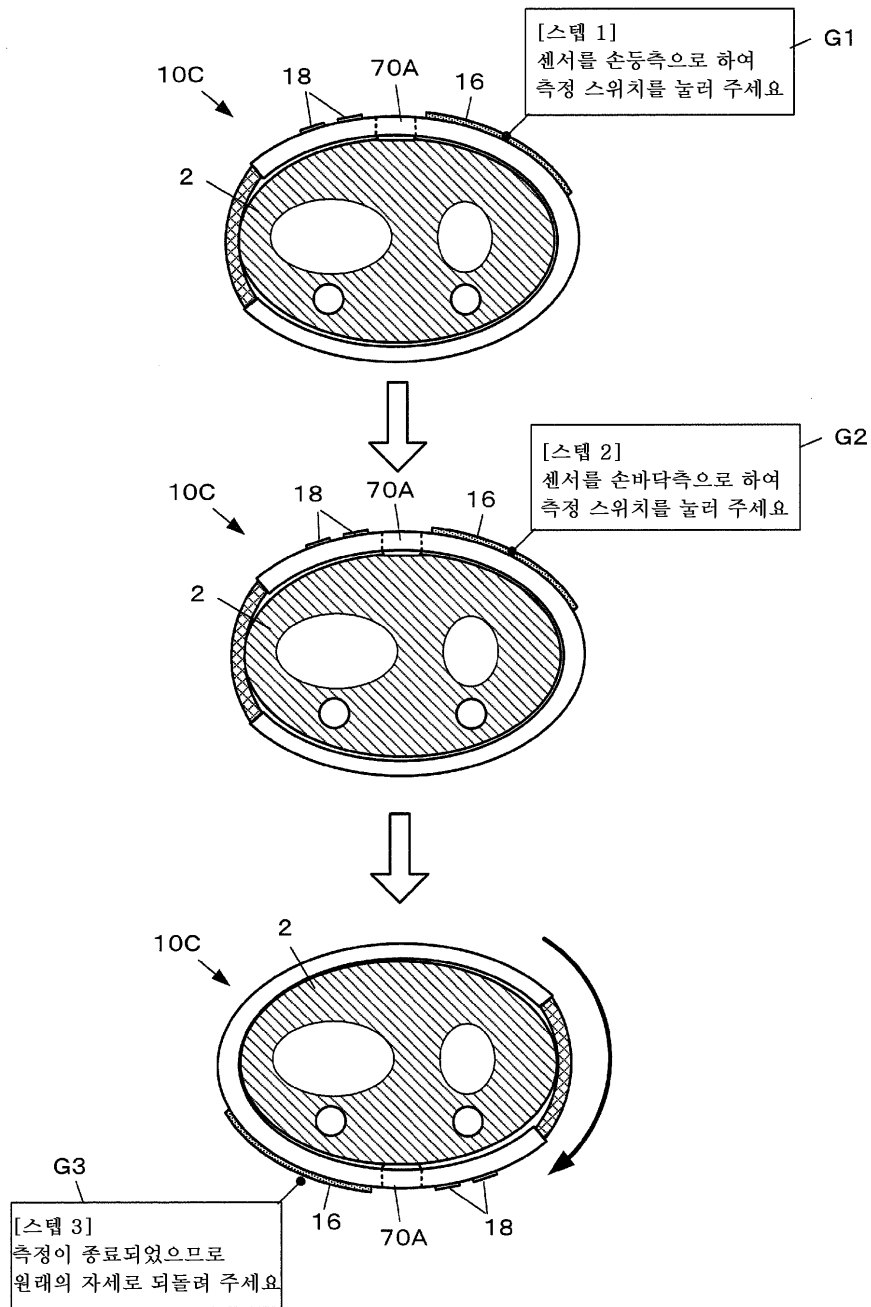
도면7



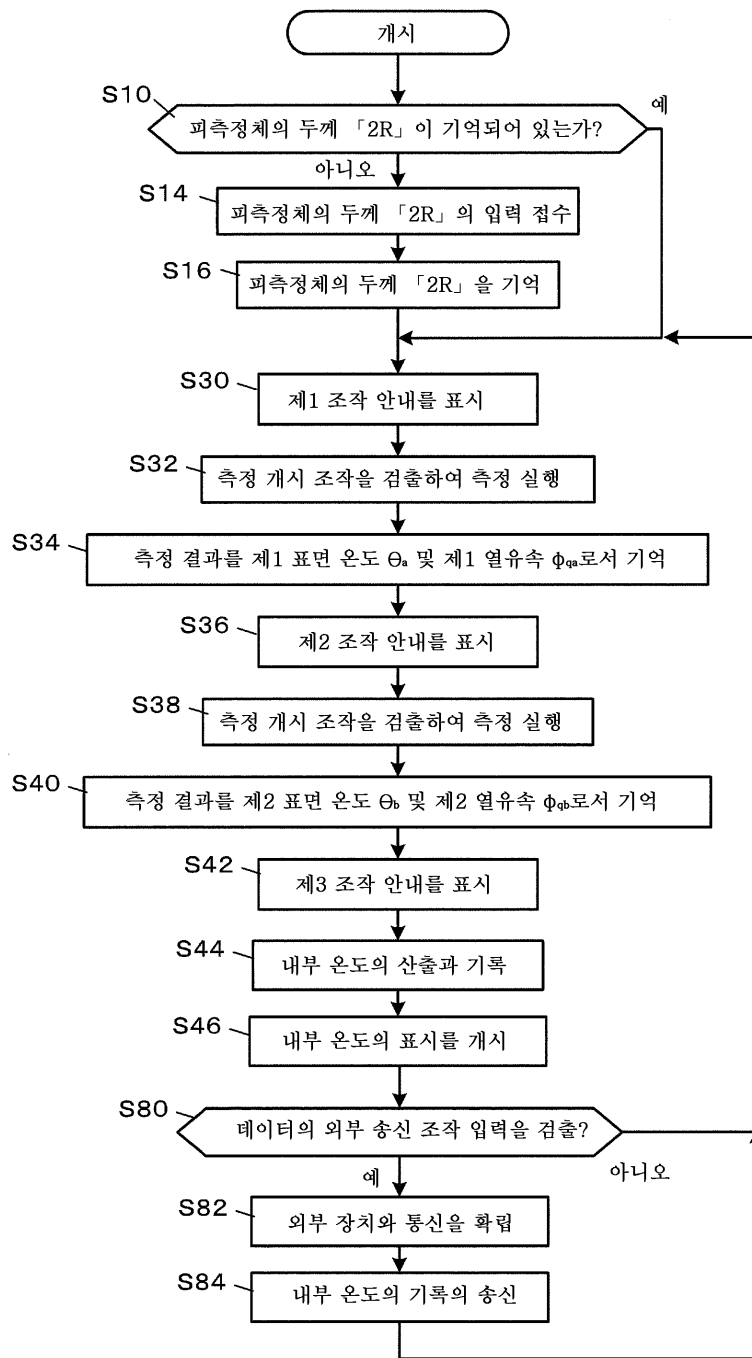
도면8



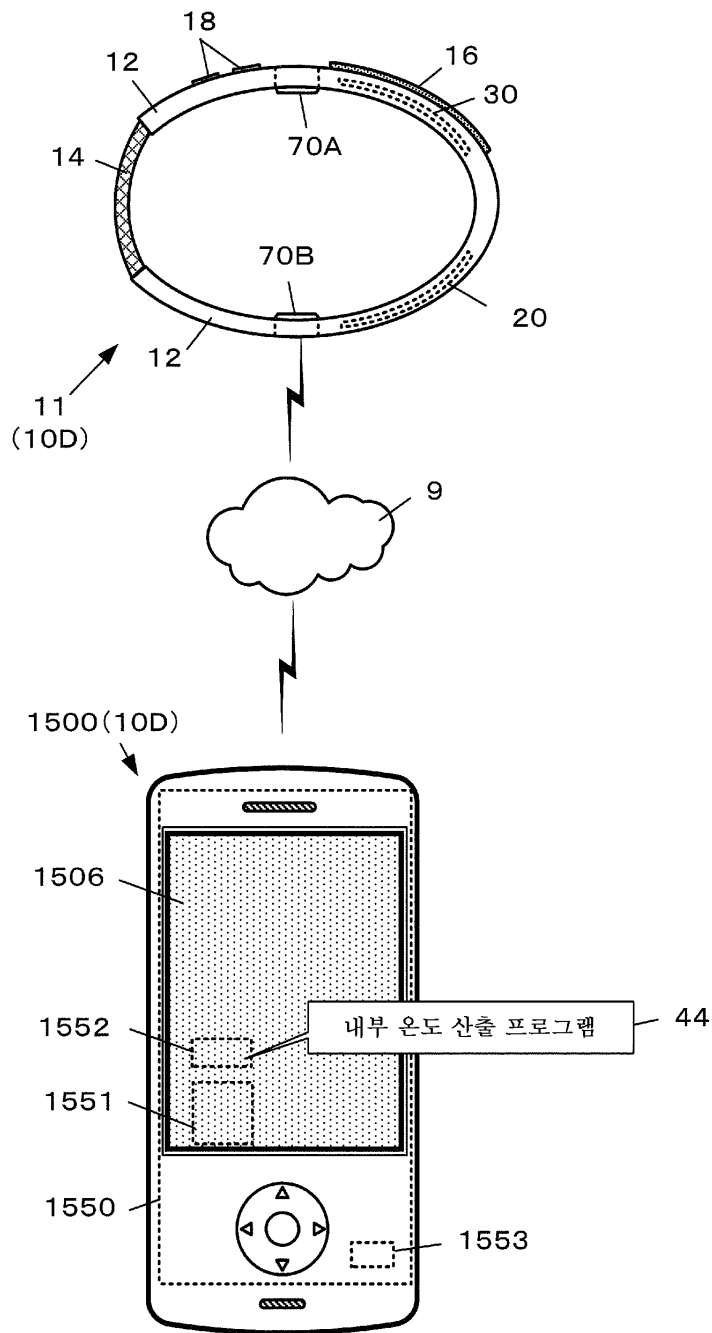
도면9



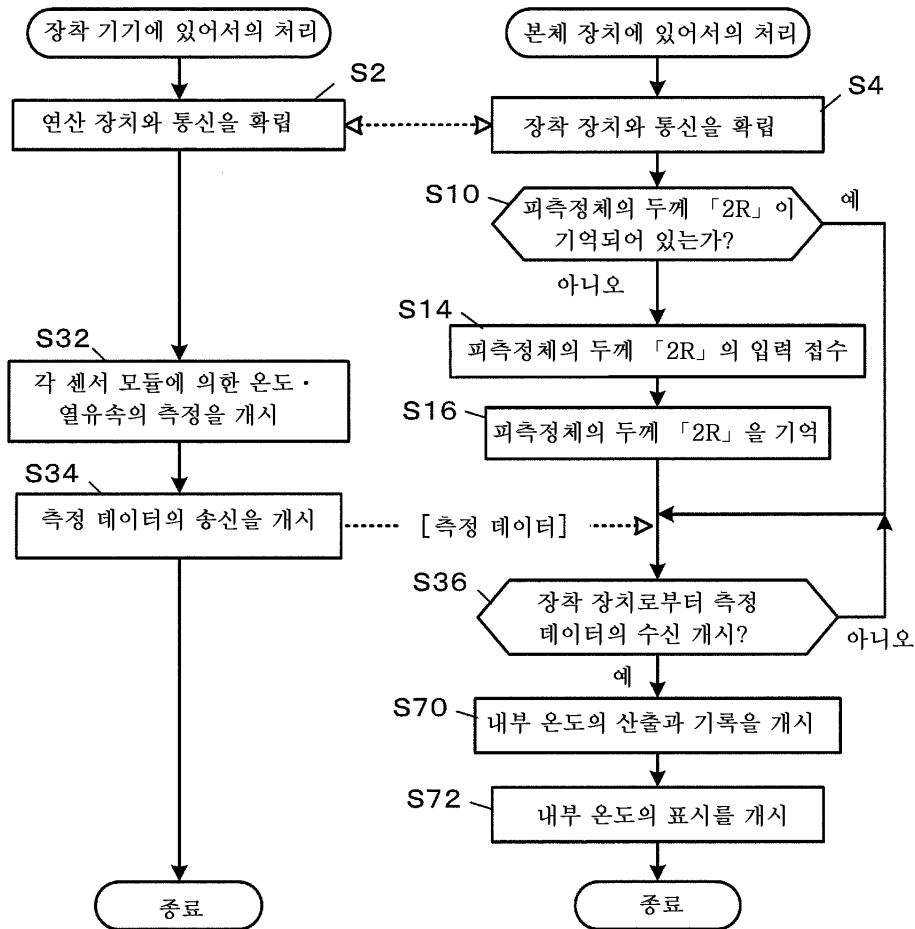
도면10



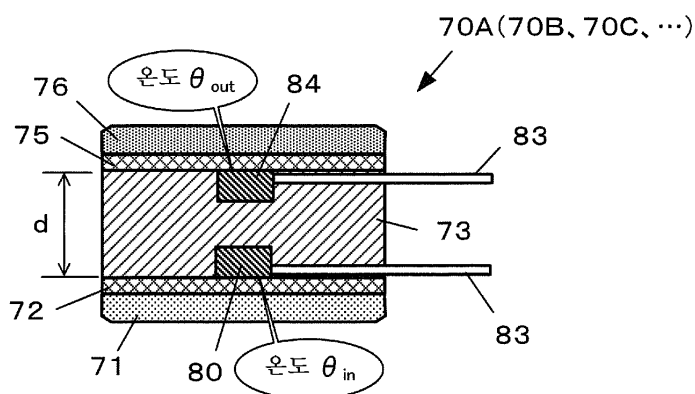
도면11



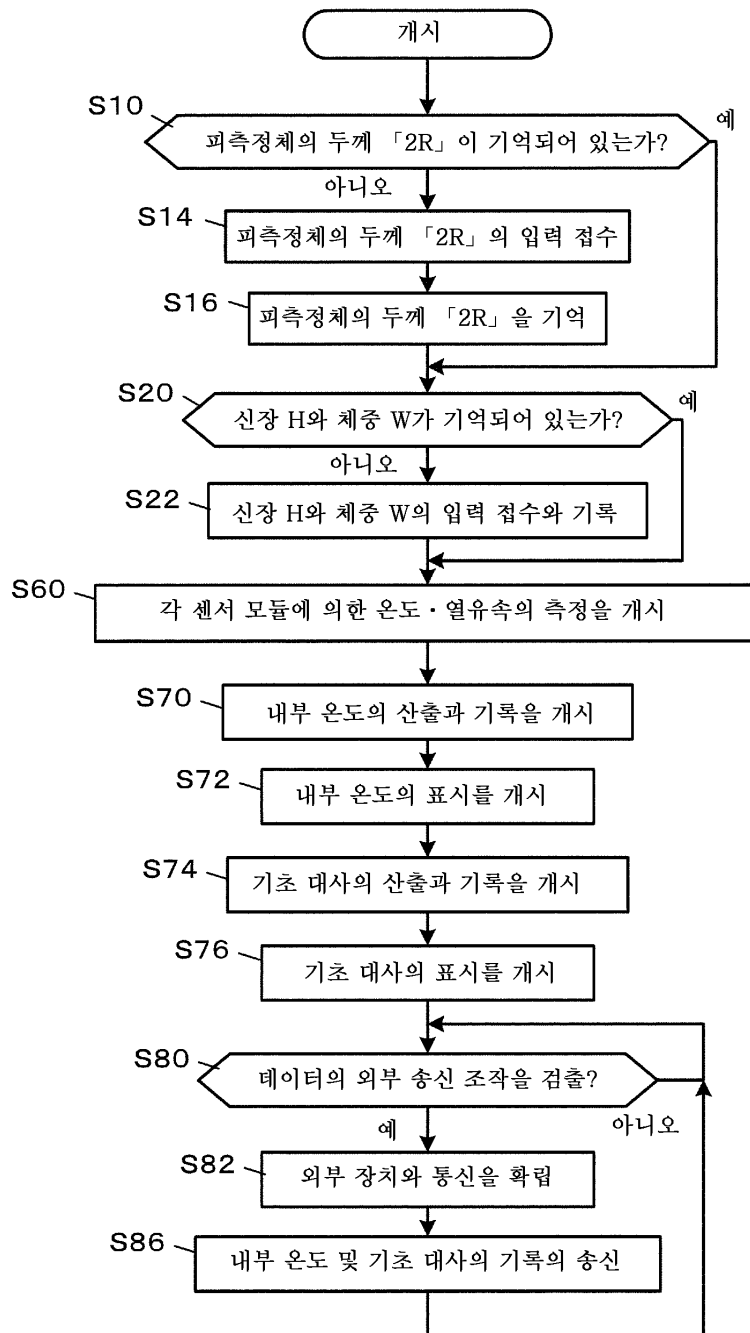
도면12



도면13



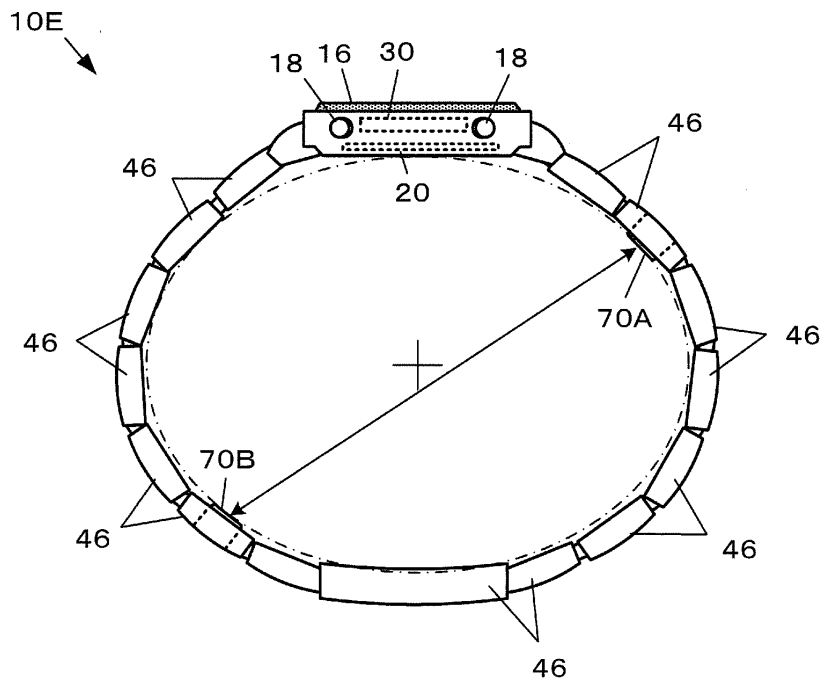
도면14



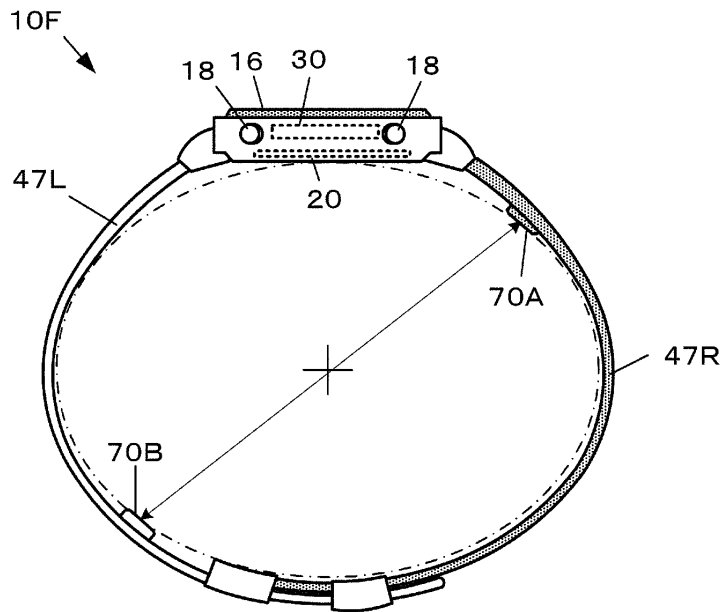
도면15

피부 온도 θ_a 또는 θ_b [$^{\circ}\text{C}$]	단위 체적당의 혈류: w_b [$\text{m}^3/(\text{m}_3 \cdot \text{s})$]
18.5	0.0000
19.1	0.0000
20.3	0.0001
21.6	0.0001
24.2	0.0002
27.4	0.0004
30.3	0.0005
32.1	0.0008
33.3	0.0012
34.1	0.0016
34.8	0.0020
35.1	0.0024
35.5	0.0029
35.8	0.0033

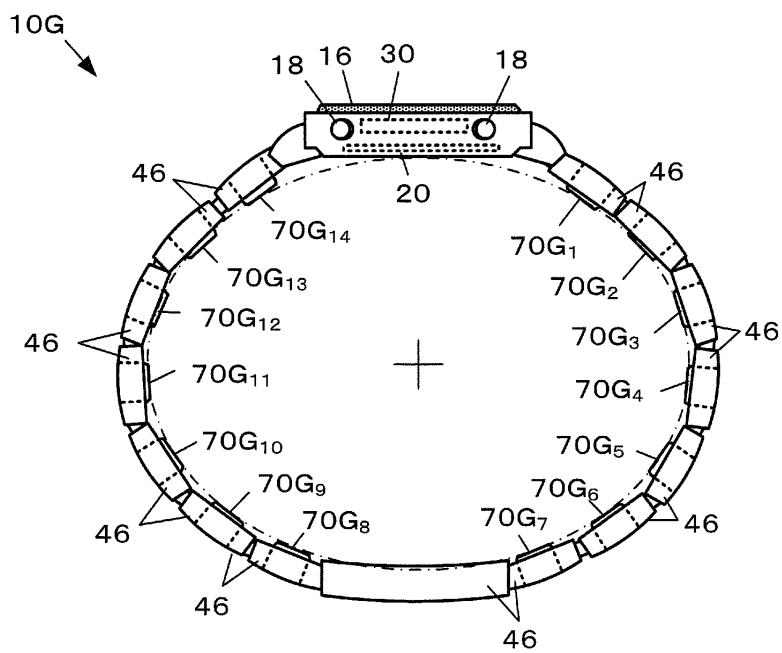
도면16



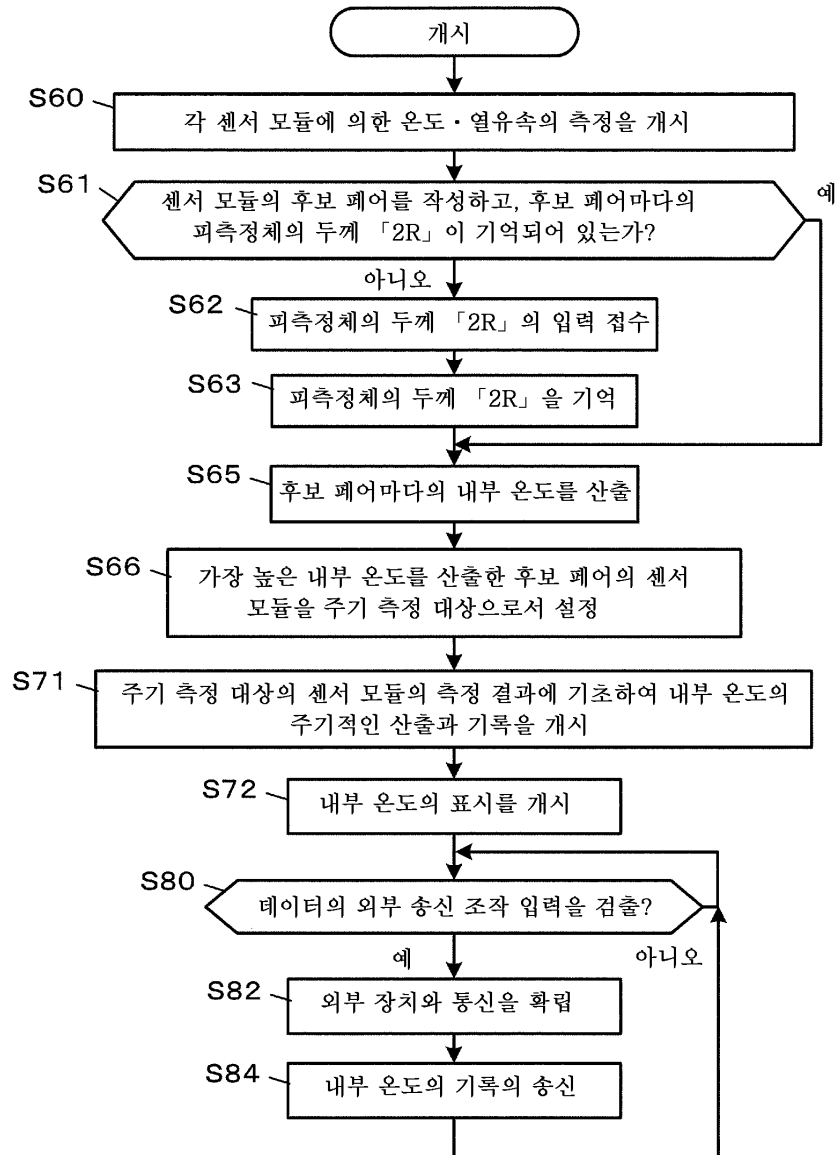
도면17



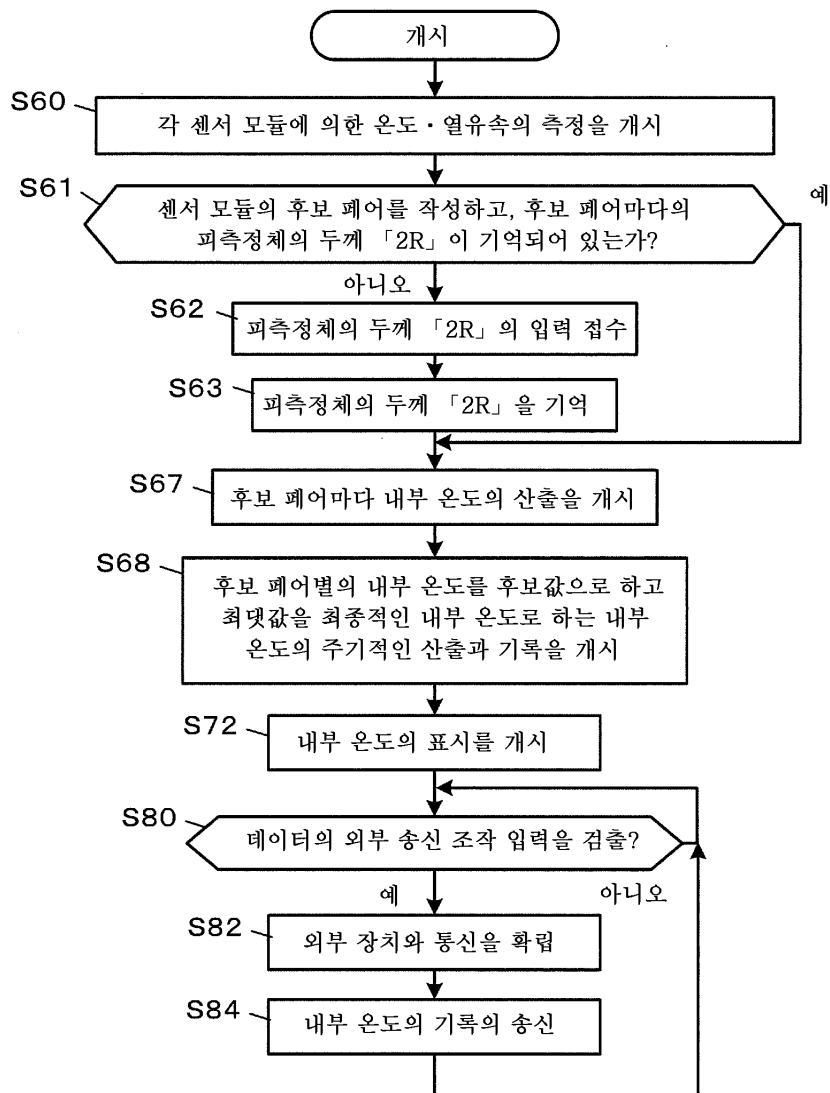
도면18



도면19



도면20



专利名称(译)	内部温度测量装置，手动安装式装置和测量内部温度的方法		
公开(公告)号	KR1020170077811A	公开(公告)日	2017-07-06
申请号	KR1020160177619	申请日	2016-12-23
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	IKEDA AKIRA 이케다아끼라 SHIMIZU SAKIKO 시미즈사끼꼬 NISHIDA KAZUHIRO 니시다가즈히로		
发明人	이케다아끼라 시미즈사끼꼬 니시다가즈히로		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/00 G01K13/00		
CPC分类号	A61B5/01 G01K13/002 A61B5/7271 A61B2562/0271 A61B2562/04 G01N25/20 A61B5/0008 A61B5/6801 A61B5/6824 G01K7/427		
代理人(译)	Yangyoungjun Yijunghui		
优先权	2015256971 2015-12-28 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种新的内部温度测量技术，其中减少了误差的影响，同时确保了测量的简单性和舒适性。获得部分，其在被测物体的一个表面侧获得一侧温度和一侧热通量，另一侧表面侧上的被测物体的另一表面侧上的温度和另一侧上的热通量;并且，运算单元使用另一侧温度和另一侧热通量来计算被测物体的内部温度。

