



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월19일
(11) 등록번호 10-2490817
(24) 등록일자 2023년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01K 7/18 (2006.01) G01K 7/20 (2006.01)
H01C 7/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01K 7/183 (2013.01)
G01K 7/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0173374
(22) 출원일자 2020년12월11일
심사청구일자 2020년12월11일
(65) 공개번호 10-2022-0083282
(43) 공개일자 2022년06월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP2020077651 A*
나재정 등, 역해석에 의한 열전도율 및 확산율 예
측, 한국추진공학학회 학술대회논문집, 2012,
397-402 (2012.05.17.)*
JP6461459 B2
KR1019980044180 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 원주산학협력단
강원도 원주시 흥업면 연세대길 1
(72) 발명자
서지원
강원도 원주시 무실로 455, 110동 2004호
최의영
강원도 원주시 단사정길 18-11, 301호
(74) 대리인
김보정

전체 청구항 수 : 총 7 항

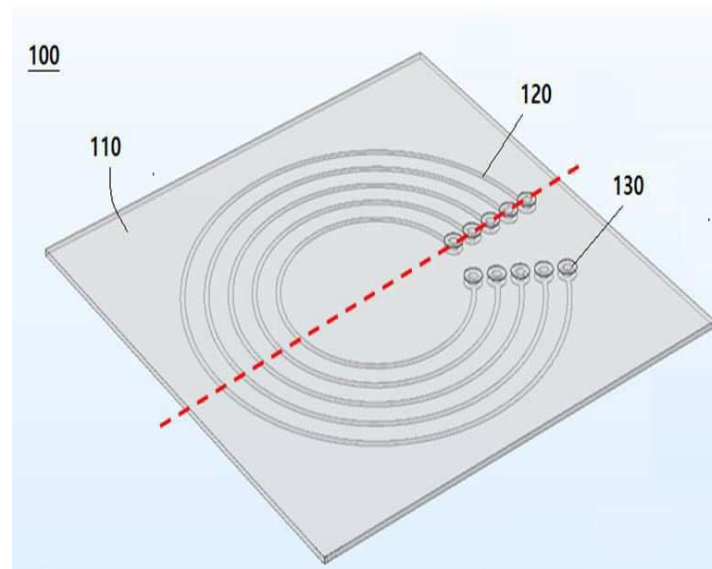
심사관 : 고원규

(54) 발명의 명칭 원형 배열 저항 온도 센서

(57) 요약

본 발명은, 저항 온도 센서에 관한 것으로, 특히, 저항 소자의 배열(array)을 원형 패턴으로 구성하여, 열원과의 거리에 따른 온도를 정밀하게 측정할 수 있는 저항 온도 센서에 관한 것이다. 본 발명에 따른 저항 온도 센서는 기관, 상기 기관 상에 복수의 곡선 라인이 각각 소정 간격으로 이격되어 원형 패턴으로 박막되는 저항 소자, 및 상기 기관을 관통하여 상기 저항 소자에 연결되는 접촉 소자를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01C 7/04 (2021.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 복수의 곡선 라인이 각각 소정 간격으로 이격되어 원형 패턴으로 박막되는 저항 소자; 및

상기 기관을 관통하여 상기 저항 소자에 연결되는 접촉 소자를 포함하고,

상기 접촉 소자는 상기 저항 소자 각각의 곡선 라인의 일단과 말단에 한 쌍으로 연결되며, 한 쌍의 접촉 소자는 내측의 원형 패턴으로부터 외측의 원형 패턴으로 갈수록 사이 간격이 벌어지는 형태로 배치되는 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기관의 중심부는 단일 열 발생 장치의 선단에 부착되는 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서.

청구항 5

제1항 또는 제4항에 있어서, 상기 기관의 중심부에는 열원으로부터 매질로 직접 열 전달이 가능하도록 개구가 형성된 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 저항 소자의 저항 값은 미리 설정된 수학적 모델을 적용하여 온도 값으로 변환되는 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서.

청구항 7

제1항에 있어서, 열원과 저항 소자 간의 거리 값, 온도 변화 값 및 온도 측정 시간으로부터 하기 수학적 식 1에 따라 열확산계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서:

[수학적 식 1]

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

여기서, α 는 열확산계수(m^2/s)로 $\alpha = k / \rho C_p$ 이며, k 는 열전도도이며, ρ 는 밀도이며, C_p 는 비열이며, T 는 온도이며, t 는 시간이며, x 는 거리이다.

청구항 8

제7항에 있어서, 매질의 미리 측정된 밀도와 비열을 이용하여 상기 열확산계수로부터 매질의 열전도도를 산출하는 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서.

청구항 9

제7항에 있어서, 매질의 표면으로부터 소정 깊이에 위치하는 열원과 상기 저항 소자 간의 거리 값을 보정하여 상기 열확산계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 저항 온도 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 저항 온도 센서에 관한 것으로, 특히, 저항 소자의 배열(array)을 원형 패턴으로 구성하여, 열원과 의 거리에 따른 온도를 정밀하게 측정할 수 있는 저항 온도 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 저항 온도 센서(RTD, Resistance Temperature Detector)는 고체 뿐만 아니라 액체, 기체, 가스 등의 온도도 측정할 수 있어서 활용 분야가 넓으며, 구성 형태도 다양하다.

[0004] 측정 대상물의 표면에 접촉하여 온도를 측정하는 센서에 있어, 저항 온도 센서는 상온 또는 체온에 대해 상대적으로 정밀도가 높은 센서 중에 하나이다.

[0005] 종전의 접촉식 저항 온도 센서는 구조적 특성 상 제한된 면적에서 측정 감도를 높이기 위해 긴 RTD 센서 라인을 구불구불한 형태로 배치하였으며, 원형 배열 보다는 선형 배열에 적합하다. 이와 같은 구조는 라인의 폭이 좁아 지면서 경로도 복잡해지므로, 공정 제조 상의 어려움 및 제조 단가의 상승을 유발하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) JP 공개특허공보 제2011-53132호(2011.03.17)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 창출된 것으로서, 본 발명의 목적은 저항소자의 배열을 원형 패턴으로 구성하여, 구조적으로 단순화 하면서, 열원과의 거리에 따른 온도 측정도 정밀하게 수행할 수 있는 저항 온도 센서를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 저항 온도 센서는 기관, 상기 기관 상에 복수의 곡선 라인이 각각 소정 간격으로 이격되어 원형 패턴으로 박막되는 저항 소자, 및 상기 기관을 관통하여 상기 저항 소자에 연결되는 접촉 소자를 포함한다.

[0010] 여기서, 상기 접촉 소자는 상기 저항 소자 각각의 곡선 라인의 일단과 말단에 한 쌍으로 연결되며, 한 쌍의 접촉 소자는 내측의 원형 패턴으로부터 외측의 원형 패턴으로 갈수록 사이 간격이 벌어지는 형태로 배치될 수 있다.

[0011] 여기서, 상기 접촉 소자는 상기 저항 소자 각각의 곡선 라인의 일단과 말단에 한 쌍으로 연결되며, 한 쌍의 접촉 소자는 동일한 간격으로 배치될 수도 있다.

[0012] 여기서, 상기 기관의 중심부는 단일 열 발생 장치의 선단에 부착될 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 기관의 중심부에는 열원으로부터 매질로 직접 열 전달이 가능하도록 개구가 형성될 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 저항 소자의 저항 값은 미리 설정된 수학적 모델을 적용하여 온도 값으로 변환될 수 있다.

[0015] 여기서, 열원과 저항 소자 간의 거리 값, 온도 변화 값 및 온도 측정 시간으로부터 하기 수학식 1에 따라 열확산계수가 산출될 수 있다.

[0016] [수학식 1]

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

[0017]

[0018] 여기서, α 는 열확산계수(m^2/s)로 $\alpha = k / \rho C_p$ 이며, k 는 열전도도이며, ρ 는 밀도이며, C_p 는 비열이며, T 는 온도이며, t 는 시간이며, x 는 거리이다.

[0019] 여기서, 매질의 미리 측정된 밀도와 비열을 이용하여 상기 열확산계수로부터 매질의 열전도도가 산출될 수 있다.

[0020] 여기서, 매질의 표면으로부터 소정 깊이에 위치하는 열원과 상기 저항 소자 간의 거리 값을 보정하여 상기 열확산계수가 산출될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 저항 온도 센서는 저항 소자의 배열을 원형 패턴으로 단순화하여 제조의 용이성 및 제조 단가를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 저항 온도 센서는 열원으로부터 거리에 따른 온도 변화를 감지할 뿐만 아니라 온도가 측정되는 매질의 열전도도에 대해서도 산출할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 저항 온도 센서의 구성을 도시한 사시도이다.

도 2는 도 1의 저항 온도 센서를 점선을 따라 절취한 단면도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 저항 온도 센서를 도시한 평면도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 저항 온도 센서를 사용하여 정보를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 저항 온도 센서의 구성을 도시한 사시도이며, 도 2는 도 1의 저항 온도 센서를 점선을 따라 절취한 단면도이다.

[0027] 도 1 및 도 2를 참조하면, 저항 온도 센서(100)는 기관(110), 저항 소자(120) 및 접촉 소자(130)를 포함한다.

[0028] 저항 소자(120)는 기관(110) 상에 복수의 곡선 라인이 각각 소정 간격으로 이격되어 원형 패턴으로 박막된다. 저항 소자(120)의 재질은 백금(Pt)으로 구성될 수 있으며, 이에 한정되지 않고, 니켈, 구리, 텅스텐 등 저항 값을 감지하여 온도를 산출할 수 있도록 하는 어떠한 재질도 사용될 수 있다.

[0029] 본 발명의 저항 소자(120)는 종전에 측정 감도를 높이기 위해 한정된 면적 내에서 구불구불한 형태로 길이를 늘리는 방식 대신 충분한 길이를 갖는 복수의 곡선 라인들을 소정 간격으로 이격시켜 배열함으로써, 패턴을 단순화 하여 제조 단가를 감소시킬 수 있다.

[0030] 또한, 복수의 곡선 라인들은 미리 설정된 간격으로 배열할 수 있으므로, 곡선 라인들 사이의 거리 값과 열원으로부터의 거리에 따른 온도 변화 값을 이용하여, 열이 전달되는 매질의 열전도도도 산출할 수 있다.

[0031] 접촉 소자(130)는 기관(110)을 관통하여 저항 소자(120)에 연결된다. 접촉 소자(130)에는 리드선이 계속되어 저항 값을 온도 값으로 변환하여 산출하는 장비에 연결될 수 있다. 접촉 소자(130)의 재질은 예를 들어 구리가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 저항 소자(120)의 저항 값의 손실을 최소화 하여 외부 분석 장비로 전달할 수 있는 어떠한 재질도 사용될 수 있다.

[0032] 저항 소자(120)의 저항 값은 미리 설정된 수학적 모델을 적용하여 온도 값으로 변환된다. 상기 수학적 모델은 특별한 제한이 없으나, 상용적으로 이용되는 하기 Callendar-Van Dusen 산식이 사용될 수 있다.

[0033] [수학적식 1]

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2 + (T - 100)CT^3),$$

T : 온도

$R(T)$: T 에서의 저항

R_0 : $T=0^\circ\text{C}$ 에서의 저항

A, B, C : 계수

[0034]

[0035] 여기서, 저항 소자(120) 각각의 곡선 라인별로 차이가 발생할 수 있으므로, 각각의 곡선 라인마다 측정에 의한 회귀 분석을 통해 R_0, A, B, C 값을 정할 수 있다.

[0036] 접촉 소자(130)는 저항 소자(120) 각각의 곡선 라인의 일단과 말단에 한 쌍으로 연결된다. 한 쌍의 접촉 소자(130)는 결속되는 리드선들이 교차되거나 간섭하지 않도록 내측의 원형 패턴으로부터 외측의 원형 패턴으로 갈수록 사이 간격이 벌어지는 형태로 배치될 수 있다. 도 1에서, 한 쌍의 접촉 소자(130)는 중심으로부터 같은 각도로 벌어지도록 배치되어 있으나, 필요에 따라 변경 가능하다. 예를 들어, 저항 소자(120)가 동일한 두께의 곡선 라인들인 경우, 라인의 길이에 따라 수학적식 1의 계수가 달라지는데, 이를 임의로 동일하게 만들기 위하여 각 라인의 길이를 동일하게 구성하면, 한 쌍의 접촉 소자(130) 사이의 간격은 중심에서 멀어질수록 도 1에 도시된 것보다 더 커진다.

[0037] 본 발명의 다른 실시예에서, 기관(110)에 수직방향으로 리드선이 결속되어 계측 장비와 연결되면, 각각의 리드선이 교차하거나 간섭하지 않기 때문에 한 쌍의 접촉 소자(130) 사이 간격이 일정하도록 배치될 수 있다.

[0038] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 저항 온도 센서를 도시한 평면도이다.

[0039] 도 3을 참조하면, 기관(110)의 중심부에는 개구(H)가 형성된다. 본 발명의 저항 온도 센서(100)는 의료용 레이저, 초음파, 또는 이와 유사한 형태의 열원을 갖는 단일 열 발생 장치의 선단에 부착될 수 있다. 기관(110)에 개구(H)가 형성된 경우, 레이저나 초음파 등의 열원으로부터 온도를 측정하고자 하는 매질로 직접 열 전달이 이루어질 수 있으므로, 온도 측정의 감도를 높일 수 있다.

[0040] 도 3에서 개구(H)의 형태는 원형으로 도시 되었으나, 단일 열 발생 장치의 선단에 부착되어 열원의 열이 기관(110)의 중심에서 통과될 수 있도록 하는 어떠한 형태로도 구성될 수 있다.

[0041] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 저항 온도 센서를 사용하여 정보를 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0042] 도 4a에서 열원(S)은 온도를 측정하고자 하는 매질의 표면에 위치하며, 예를 들어, 의료용 레이저를 사용하는 경우에 나타난다.

[0043] 열원(S)으로부터의 거리에 따른 열 전도 방정식은 다음과 같다.

[0044] [수학식 2]

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q_{gen}$$

ρ : 밀도

c_p : 비열

q_{gen} : 단위체적당 열발생율 (W/m^3 , 물체 내부에서의 열에너지 생성)

k : 열전도도(thermal conductivity, $W/m \cdot K$)

T : 온도

t : 시간

x : 거리

[0045]

[0046] 상기 수학식 2에서, 물체 내부에서 열 발생이 없는 경우, 하기 수학식과 같다.

[0047] [수학식 3]

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \text{ 또는 } \frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

[0048]

[0049] 여기서, α 는 열확산계수(m^2/s)이며, $\alpha = k / \rho c_p$ 이다.

[0050]

도 4a에서, 열원(S)으로부터 저항 소자(120)의 가장 내측의 곡선 라인까지의 직선 거리 r_1 , 다음 내측의 곡선 라인까지의 거리 r_2 , 이웃한 곡선 라인 간의 거리 Δx 는 저항 소자(120)를 기관(110) 상에 원형 패턴으로 박막 하면서 미리 정해진 값이다. 즉, $r_2 = r_1 + \Delta x$ 이므로, 특별한 보정 없이 저항 소자(120) 각각의 곡선 라인의 온도를 시간 경과에 따라 측정함으로써, 시간 및 거리에 따른 온도 변화와 열확산계수를 산출할 수 있다.

[0051]

또한, 온도가 측정되는 매질의 밀도와 비열이 미리 공지되거나 측정된 경우, 열확산계수 α 로부터 매질의 열전도도(k)가 산출될 수 있다.

[0052]

도 4b에서 열원은 온도를 측정하고자 하는 매질의 표면으로부터 소정 깊이에 위치하며, 예를 들어, 의료용 초음파를 사용하는 경우에 나타난다.

[0053]

도 4b에서와 같이 열원(S)이 매질의 표면이 아니라 내부에서 형성되는 경우, 기관(110)의 중심에서 저항 소자(120)의 곡선 라인까지의 거리 x_1 과 열원(S)으로부터 저항 소자(120)의 곡선 라인까지의 거리 r_1 은 불일치하게 된다.

[0054]

이 경우, 열원(S)의 깊이(d) 값을 이용하여, 열원(S)으로부터 저항 소자(120)의 곡선 라인들까지의 거리 r_1 , r_2 를 하기 식과 같이 구할 수 있다.

[0055] [수학식 4]

$$r_1 = \sqrt{x_1^2 + d^2}, r_2 = \sqrt{(x_1 + \Delta x)^2 + d^2}$$

[0056]

[0057] 즉, 매질의 표면으로부터 소정 깊이(d)에 위치하는 열원(S)과 저항 소자(120) 간의 거리 값을 보정할 수 있으며, 앞서 설명한 수학식 3을 이용하여 열확산계수 및 열전도도를 산출할 수 있다.

[0058]

본 발명의 저항 온도 센서(100)를 치료 및 미용 목적으로 활용하는 경우, 초음파치료기와 같은 단일 열원에 대한 온도를 측정할 뿐만 아니라 환자 피부의 열전도도 등을 미리 산출하여 환자에 대한 열상 방지 및 개별 맞춤 치료 등에 활용할 수 있다.

[0060]

지금까지 본 발명을 바람직한 실시 예를 참조하여 상세히 설명하였지만, 본 발명이 상기한 실시 예에 한정되는

것은 아니며, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 또는 수정이 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 사상이 미친다 할 것이다.

부호의 설명

- [0061]

100: 저항 온도 센서

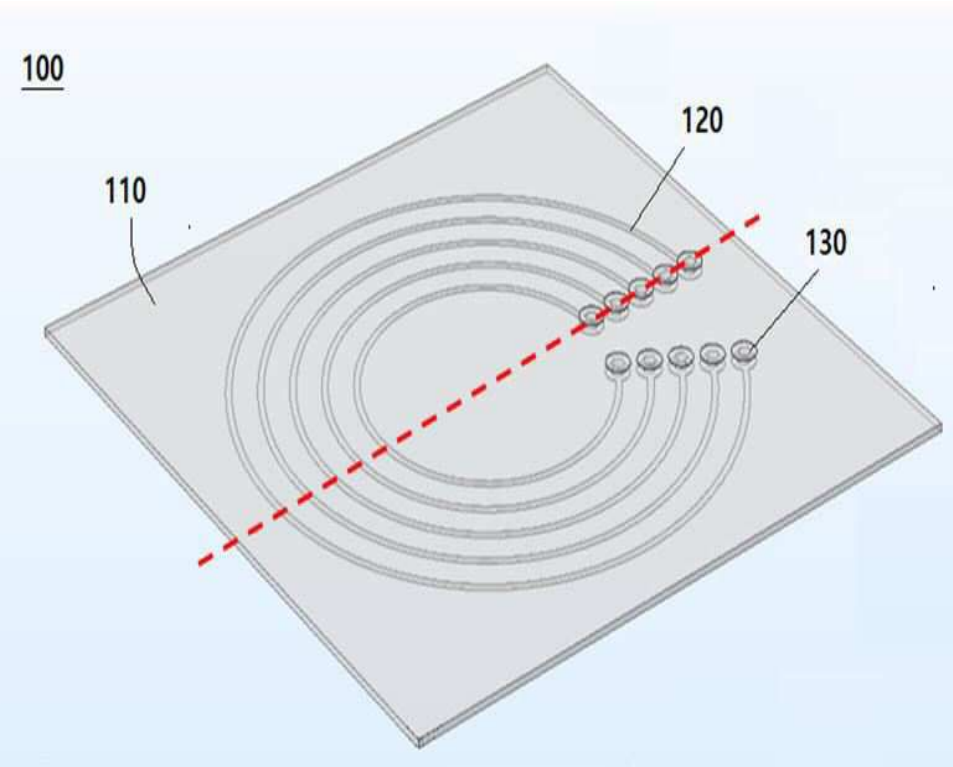
110: 기판

120: 저항 소자

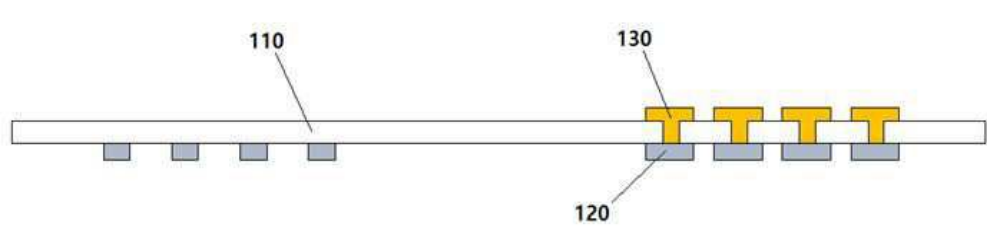
130: 접촉 소자

도면

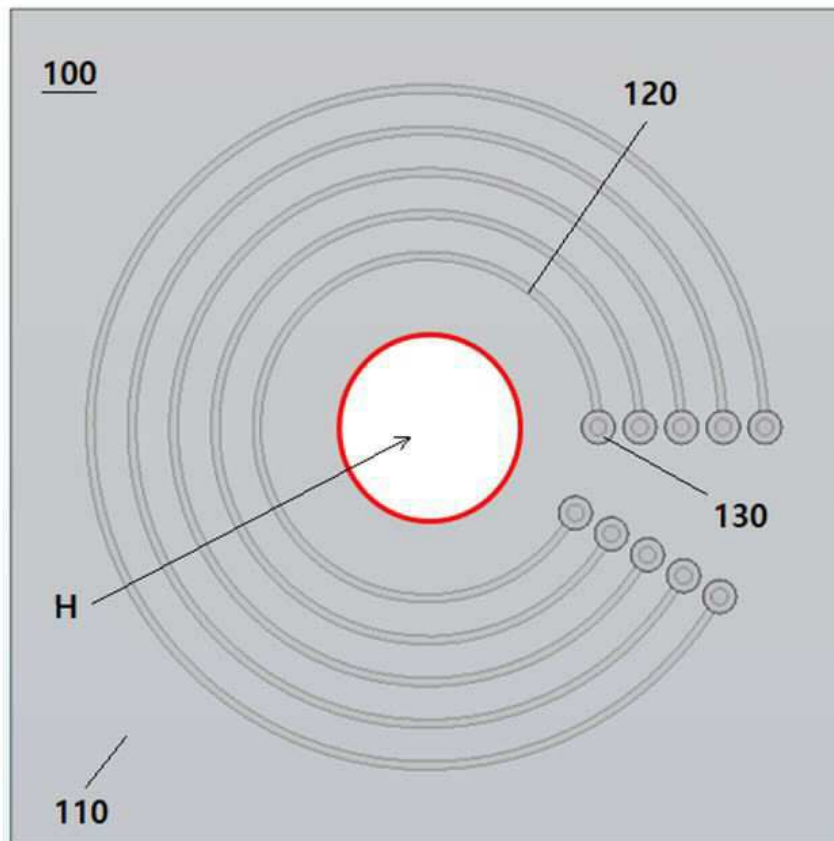
도면1



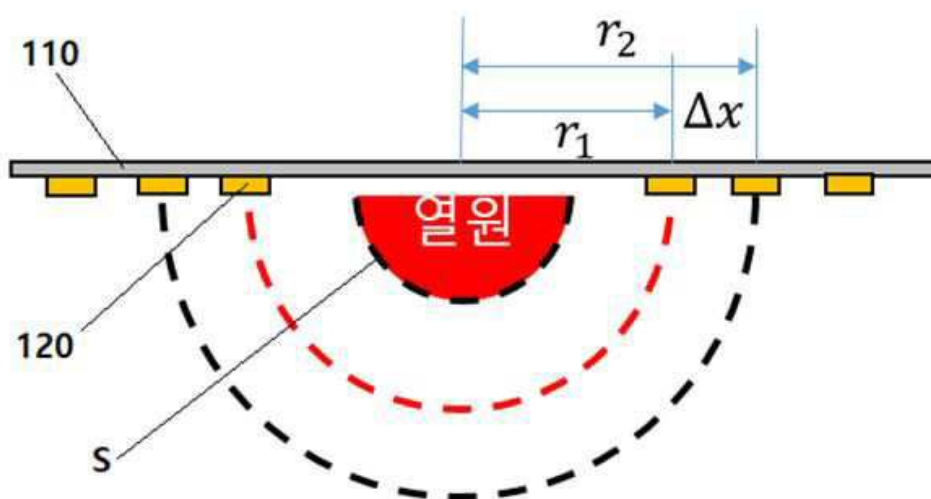
도면2



도면3



도면4a



도면4b

