



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0080653
(43) 공개일자 2017년07월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 25/56 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
G01N 27/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 25/56 (2013.01)
A61B 5/0008 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7014974
- (22) 출원일자(국제) 2015년11월02일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년06월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/058594
- (87) 국제공개번호 WO 2016/073344
국제공개일자 2016년05월12일
- (30) 우선권주장
62/077,009 2014년11월07일 미국(US)

- (71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자
제스미 로날드 디
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
보니파스 앤드류 피
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

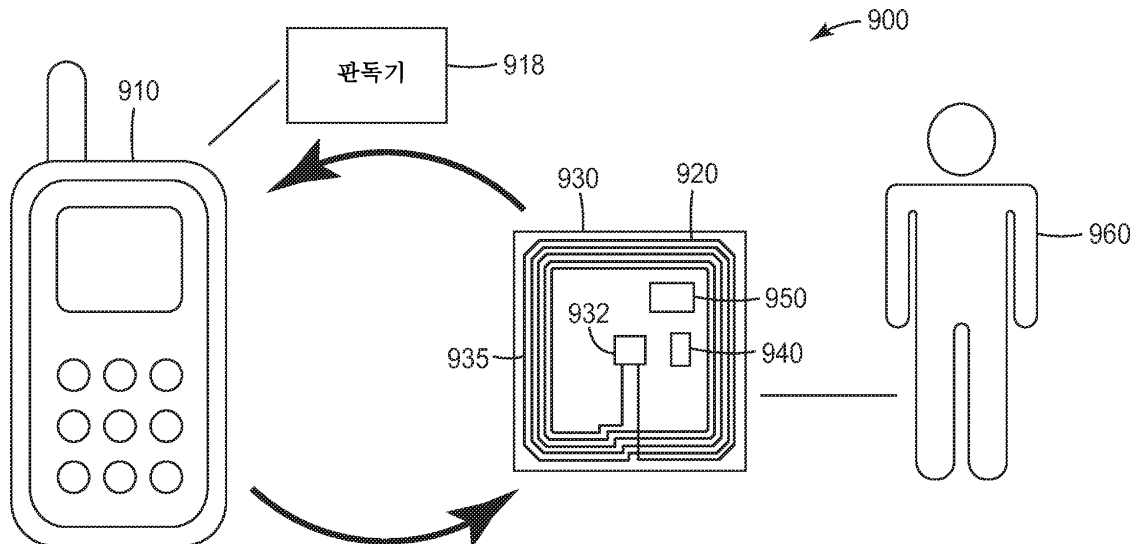
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 수화를 검출하기 위한 무선 감지 디바이스 및 방법

(57) 요약

본 개시내용의 적어도 일부 양태는 조립체 내의 RF 수화 센서를 특징으로 하며, 기판; 기판 상에 배치되는 안테나; 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로; RF 회로에 전기적으로 결합되어 목표 영역의 열 상태를 변화시키기 위한 열원; 및 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함한다. RF 수화 센서는 원격 송수신기로부터 무선으로 전력을 수신하고 전력의 적어도 일부를 열원에 제공한다.

대표도 - 도9a



(52) CPC특허분류

A61B 5/443 (2013.01)

G01N 27/18 (2013.01)

A61B 2560/0214 (2013.01)

(72) 발명자

가브리엘 니콜라스 티

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

노위키 앤소니 제이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

조립체 내의 RF 수화 센서(RF hydration sensor)로서,

기관;

기관 상에 배치되는 안테나;

안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함 -;

RF 회로에 전기적으로 결합되어 목표 영역의 열 조건을 변경하기 위한 열원; 및

열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 열원이 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 수화 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 결정하는, RF 수화 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

수화 레벨과 연관된 기준 데이터를 저장하는 메모리를 추가로 포함하고, 프로세서는 기준 데이터를 사용하여 수화 표시기를 결정하도록 구성되는, RF 수화 센서.

청구항 3

제1항에 있어서, RF 회로는 제2 전력의 크기를 제어하는, RF 수화 센서.

청구항 4

제1항에 있어서, RF 회로는 열원에 공급되는 전력의 지속시간을 조정하도록 구성되는, RF 수화 센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

고체 또는 액체 재료를 포함하는 열 확산기를 추가로 포함하며,

열원은 열 확산기에 근접하게 배치되는, RF 수화 센서.

청구항 6

제5항에 있어서, 열 확산기는 열 확산기가 목표 영역과 열 접촉할 때 열원으로부터 목표 영역을 가로질러 열 플럭스(thermal flux)를 실질적으로 균일하게 분포시키도록 구성되는, RF 수화 센서.

청구항 7

제1항에 있어서, RF 수화 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 알려지지 않은 제1 전력을 무선으로 수신하도록 구성되며, RF 회로는 알려지지 않은 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 알려진 제2 전력으로 변환하는, RF 수화 센서.

청구항 8

제1항에 있어서, RF 수화 센서는 제1 무선 주파수에서 전력을 방출하는 원격 송수신기와 무선으로 통신하도록 구성되며, RF 회로는 RF 수화 센서의 공진 주파수를 제1 무선 주파수로부터 디튜닝하여 원격 송수신기로부터 RF

수화 센서에 의해 수신된 제1 전력의 크기를 제어하도록 구성되는, RF 수화 센서.

청구항 9

액체 레벨을 측정하기 위한 RF 센서로서,

기판;

기판 상에 배치되는 안테나;

안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함 -;

흡수 재료를 포함하는 흡수 요소;

RF 회로에 전기적으로 결합되고 흡수 요소에 열적으로 결합되는 열원; 및

열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 흡수 요소가 액체를 흡수하는 데 사용된 후에, RF 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 액체 레벨을 나타내는 표시기를 결정하는, RF 센서.

청구항 10

제9항에 있어서, 흡수 재료는 다공성 재료, 천연 또는 합성 스펀지, 수분 흡수 겔, 및 초흡수성 중합체 중 적어도 하나를 포함하는, RF 센서.

청구항 11

제9항에 있어서, RF 회로는 제2 전력의 크기를 제어하는, RF 센서.

청구항 12

하나 이상의 프로세서, 및 물체에 근접하게 배치되는 열원을 갖는 센서를 사용하여 수화 레벨을 결정하는 방법으로서,

열원을 무선으로 활성화하는 단계;

센서에 의해 일련의 감지 신호들을 생성하는 단계;

하나 이상의 프로세서에 의해, 일련의 감지 신호들 중 적어도 일부에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하는 단계; 및

하나 이상의 프로세서에 의해, 결정된 열 특성 및 기준 데이터에 기초하여 물체의 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 생성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

제1 감지 신호를 생성하는 단계; 및

하나 이상의 프로세서에 의해, 열 정상 상태에 도달했는지 여부를 평가하는 단계를 추가로 포함하며,

결정 단계는 제1 감지 신호, 및 열 정상 상태에 도달할 때 생성되는 일련의 감지 신호들 중 적어도 하나에 기초하여 물체의 열 전도율을 결정하는 단계를 포함하고,

수화 표시기는 결정된 열 전도율에 기초하여 생성되는, 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

하나 이상의 프로세서에 의해, 열 정상 상태에 도달했는지 여부를 평가하는 단계; 및

열 정상 상태에 도달한 후에 열원을 비활성화시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

열원이 비활성화된 후에 일련의 냉각 감지 신호들을 생성하는 단계를 추가로 포함하며,

결정 단계는 일련의 냉각 감지 신호들 중 적어도 일부에 기초하여 물체의 열 확산율을 결정하는 단계를 포함하고,

수화 표시기는 결정된 열 확산율에 기초하여 생성되는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 무선 감지 디바이스 및 시스템에 관한 것이다. 본 개시내용의 적어도 일부는 여기 컴포넌트(excitation component)들을 갖는 무선 감지 디바이스들에 관한 것이다. 본 개시내용의 적어도 일부는 하나 이상의 열 특성을 측정하기 위한 착용 가능한 무선 센서에 관한 것이다.

발명의 내용

[0002] 일 실시 형태에서, 조립체 내의 RF 수화 센서(RF hydration sensor)는, 기관; 기관 상에 배치되는 안테나; 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함 -; RF 회로에 전기적으로 결합되어 목표 영역의 열 조건을 변경하기 위한 열원; 및 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 열원이 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 수화 센서는 송수신기로부터 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 결정한다.

[0003] 일 실시 형태에서, 액체 레벨을 측정하기 위한 RF 센서는, 기관; 기관 상에 배치되는 안테나; 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함 -; 흡수 재료를 포함하는 흡수 요소; RF 회로에 전기적으로 결합되고 흡수 요소에 열적으로 결합되는 열원; 및 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 흡수 요소가 액체를 흡수하는 데 사용된 후에, RF 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 액체 레벨을 나타내는 표시기를 결정한다.

[0004] 일 실시 형태에서, 하나 이상의 프로세서, 및 물체에 근접하게 배치되는 열원을 갖는 센서를 사용하여 수화 레벨을 결정하는 방법은, 열원을 무선으로 활성화하는 단계; 센서에 의해 일련의 감지 신호들을 생성하는 단계; 하나 이상의 프로세서에 의해, 일련의 감지 신호들 중 적어도 일부에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하는 단계; 및 하나 이상의 프로세서에 의해, 결정된 열 특성 및 기준 데이터에 기초하여 물체의 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 생성하는 단계를 포함한다.

[0005] 일 실시 형태에서, RF 수화 감지 시스템은 RF 센서 태그 - RF 센서 태그는 기관; 기관 상에 배치되는 안테나; 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로; RF 회로에 전기적으로 결합되어 목표 영역의 열 조건을 변경하기 위한 열원; 및 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 열원이 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 센서 태그는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, RF 센서 태그는 열원 온도의 감지된 시간 변화를 무선으로 전송함 -; RF 센서 태그에 질의 전력을 무선으로 전송하고 열원 온도의 감지된 시간 변화를 수신하도록 구성되는 RF 판독기; 및 RF 판독기에 전자적으로 결합되고 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 결정하도록 구성되는 프로세서를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0006] 첨부 도면은 본 명세서에 포함되어 그의 일부를 구성하며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 이점 및 원리

를 설명한다. 도면에서,

도 1a는 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태의 블록도를 도시한다.

도 1b는 무선 감지 디바이스의 다른 실시 형태의 블록도를 도시한다.

도 1c는 무선 감지 디바이스의 또 다른 예의 블록도를 도시한다.

도 2a는 RF 센서 태그의 일 실시 형태의 단순화된 개략도이다. 도 2b는 도 2a에 도시된 무선 감지 디바이스의 화살표(2B)에서의 단면도이다.

도 2c는 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태의 단순화된 개략도이다. 도 2d는 전력 측정 회로의 일 실시 형태의 단순화된 개략도이다.

도 3a 내지 도 3c는 다수의 센서를 갖는 무선 감지 디바이스의 일부 실시 형태들의 단순화된 개략도를 도시한다. 도 3d는 도 3a에 도시된 무선 감지 디바이스의 단면도이다.

도 4a 및 도 4b는 다수의 센서 및/또는 다수의 RF 디바이스를 갖는 무선 감지 디바이스의 일부 실시 형태들의 단순화된 개략도를 도시한다.

도 5는 다수의 센서 및 단일 안테나를 갖는 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태의 단순화된 개략도를 도시한다.

도 6a는 모바일 감지 시스템의 일 실시 형태를 도시한다.

도 6b는 모바일 디바이스 및 무선 감지 디바이스를 포함하는 모바일 감지 시스템의 예를 도시하는 블록도를 도시한다.

도 6c는 무선 감지 시스템의 일 실시 형태를 도시한다.

도 6d는 둘 이상의 무선 감지 디바이스를 갖는 무선 감지 시스템의 일 실시 형태를 도시한다.

도 7a는 무선 감지 디바이스 및/또는 시스템의 일 실시 형태의 동작에 대한 예시적인 흐름도를 도시한다.

도 7b는 2개의 센서를 갖는 무선 감지 디바이스 또는 시스템의 일 실시 형태의 동작에 대한 예시적인 흐름도를 도시한다.

도 7c는 수화 레벨(hydration level)을 결정하기 위한 예시적인 흐름도를 도시한다.

도 8a는 자기 결합 대 주파수의 일 예의 그래프를 도시한다.

도 8b는 온도-시간 프로파일의 예를 도시한다.

도 8c는 열원(thermal source)에 전달되는 전력을 제어하는 유용성을 나타내는 개념 예이다.

도 9a는 수화 감지 시스템의 일 실시 형태를 도시한다.

도 9b는 일정한 입력 전력 이전, 동안, 및 이후 열원의 개략적인 온도-시간 프로파일을 도시한다.

도 9c는 액체 레벨을 측정하기 위한 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태에 대한 컴포넌트들 중 일부의 단면도를 도시한다.

도 9d는 액체 레벨을 측정하기 위한 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태의 개략도를 도시한다.

도 10은 무선 감지 디바이스의 일 예의 단순화된 개략도를 도시한다.

도 11은 2개의 집적 회로를 갖는 무선 감지 디바이스의 예의 도면이다.

도 12는 온도 대 시간의 예시적인 그래프를 도시한다.

도면에서, 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다. 전술된 도면 - 일정한 축적으로 작성되지 않을 수 있음 - 이 본 개시내용의 다양한 실시 형태를 제시하지만, '발명을 실시하기 위한 구체적인 내용'에 언급된 바와 같이, 다른 실시 형태가 또한 고려된다. 모든 경우에, 본 개시내용은 현재 개시되는 개시 내용을 명백한 제한으로서가 아니라 예시적인 실시 형태의 표현으로서 기술한다. 본 개시내용의 범주 및 사상에 속하는 많은 다른 변형 및 실시 형태가 당업자에 의해 고안될 수 있음을 이해하여야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수치는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 청구범위에 기술된 수치적 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시를 이용하는 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 변할 수 있는 근사치이다. 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 사용은 그 범위 내의 모든 수(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함) 및 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.
- [0008] 본 명세서 및 첨부된 청구범위에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는 그 내용이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 복수의 지시 대상을 갖는 실시 형태를 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 청구범위에 사용되는 바와 같이, 용어 "또는"은 일반적으로, 그 내용이 명백히 달리 지시하지 않는 한, 그의 의미에 있어서 "및/또는"을 포함하는 것으로 사용된다.
- [0009] 본 명세서에 사용되는 경우, "하부", "상부", "밑", "아래", "위", 및 "상부에"를 포함하지만 이로 제한되지 않는, 공간적으로 관련된 용어는 설명의 용이함을 위해 다른 요소에 대한 소정 요소(들)의 공간적 관계를 기술하는 데 이용된다. 그러한 공간적으로 관련된 용어는 도면에 도시되고 본 명세서에 기술된 특정 배향에 더하여, 사용 또는 동작 시의 디바이스의 상이한 배향들을 포함한다. 예를 들어, 도면에 도시된 대상이 반전되거나 뒤집히면, 다른 요소 아래에 또는 밑에 있는 것으로 이전에 기술된 부분이 그들 다른 요소 위에 있을 것이다.
- [0010] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 예를 들어 요소, 구성요소 또는 층이 다른 요소, 구성요소 또는 층과 "일치하는 계면"을 형성하거나, "그 상에" 있거나, "그에 연결"되거나, "그와 결합"되거나, "그와 접촉"하는 것으로 기술될 때, 그것은 예를 들어 그 특정 요소, 구성요소 또는 층 상에 직접 있거나, 그에 직접 연결되거나, 그와 직접 결합되거나, 그와 직접 접촉할 수 있거나, 개재하는 요소, 구성요소 또는 층이 그 특정 요소, 구성요소 또는 층 상에 있거나, 그에 연결되거나, 그와 결합되거나, 그와 접촉할 수 있다. 예를 들어, 요소, 구성요소 또는 층이 다른 요소 "상에 직접" 있거나 "그에 직접 연결"되거나, "그와 직접 결합"되거나, "그와 직접 접촉"하는 것으로 지칭될 때, 예를 들어 개재하는 요소, 구성요소 또는 층은 없다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "전자적으로 결합된" 및 "전기적으로 결합된"은 상호교환적으로 사용된다.
- [0011] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 층, 구성요소, 또는 요소가 서로 인접한 것으로 기술될 수 있다. 층, 구성요소, 또는 요소는 직접 접촉함으로써, 하나 이상의 다른 구성요소를 통해 연결됨으로써, 또는 서로 나란히 유지되거나 서로 부착됨으로써 서로 인접할 수 있다. 직접 접촉하는 층, 구성요소, 또는 요소는 바로 인접한 것으로 기술될 수 있다.
- [0012] 본 개시내용의 일부 양태들은 무선 데이터 및 전력 전달을 위한 능력에 기초한 매력적인 접근법인 무선 주파수(RF) 기술에 기초한 센서의 개발에 관한 것이다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, RF는 특정 통신 프로토콜을 이용할 수 있는 원거리 통신 및 근거리 통신(NFC)을 포함하는 통신 및 전력을 제공할 수 있는 광범위한 종류의 무선 통신 인터페이스를 지칭하는 데 사용된다. RF 기술에 기초한 센서들은 무선 판독, 수동(배터리없는) 센서 동작, 고유한 센서 식별, 인체와의 친화성, 및 온보드 마이크로-처리 능력과 같은 유용한 시스템 속성을 가능하게 한다. 또한, 스마트 폰, 태블릿, 및 스마트 워치와 같은 NFC 지원 스마트 디바이스의 보급이 증가함에 따라 특수 판독기에 대한 필요 없이 RF 기반 센서의 판독을 허용한다. NFC는 NFC 포럼 산업 협회에서 정의한 일련의 표준 프로토콜들을 포함하지만 이로 한정되지 않는다.
- [0013] 본 개시내용의 적어도 일부 양태들은 무선 인터페이스를 통해 센서 신호를 전송할 수 있는 열 특성을 측정하기 위한 무선 감지 디바이스를 특징으로 한다. 무선 인터페이스는 원거리 통신 및 NFC를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스는 통신 인터페이스로서 NFC를 사용한다. 본 개시내용의 적어도 일부 양태는 열 영역 또는 열 확산 층으로도 지칭되는 열 확산기를 갖는 무선 감지 디바이스를 특징으로 하는데, 여기서 열 확산기는 기체의 열 전도율과 비교하여 상대적으로 높은 열 전도율을 갖는 고체 또는 액체 재료로 형성되고, 열원 및 센서는 하나 이상의 열 특성의 측정을 허용하기 위해 열 확산기 내에 배치된다. 일부 경우에, 무선 감지 디바이스는 전력을 수신 및 변환하여 전력을 무선 감지 디바이스의 다른 컴포넌트 중 적어도 일부에 공급하는 에너지 수확 디바이스(energy harvesting device)를 포함한다.
- [0014] 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스는 둘 이상의 센서 및 여기 디바이스를 갖는 단일 안테나를 가지며, 여기서 각각의 센서는 고유한 식별자를 갖는 RF 디바이스에 결합되고, 각각의 센서는 여기 디바이스에 결합된다. 이러한 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스는 공간 정보 및 센서 신호에 기초하여 물리적 특성을 결정하기 위해 공간적으로 분산된 센서로부터 컴퓨팅 디바이스로 센서 신호를 제공할 수 있다.

- [0015] 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스는 열적으로 격리된 영역들을 가지며, 여기서 각 영역은 열 센서 및 옵션의 열원을 포함하고, 열 센서들의 측정은 관심 물체의 열 특성을 결정하는 데 사용될 수 있다. 일 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스는 높은 열 전도성을 갖는 재료를 포함하는 하나의 열 영역(A) 및 영역(A)으로부터 열적으로 격리된 영역(B)을 가지며, 여기서 영역(A)은 관심 물체와 열 접촉한다. 이러한 실시 형태에서, 물체의 열 특성은 영역(A)에 근접하게 배치되는 센서(A) 및 영역(B)에 근접하게 배치되는 센서(B)로부터의 차동 센서 신호에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0016] 본 개시내용의 적어도 일부 양태는 RF 판독기 및 본 명세서에 기술된 임의의 구성의 무선 감지 디바이스를 갖는 무선 감지 시스템에 관한 것이다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 시스템은 공간적으로 분리되고 이들 센서로부터 감지 신호를 수신하는 다수의 센서를 포함한다. 이러한 실시 형태의 일부 경우에, 무선 감지 시스템은 감지 신호의 어레이 또는 맵을 확립함으로써, 센서 위치에 대응하는 다양한 부분에서 재료 또는 물체의 물리적 특성을 평가할 수 있다. 일부 다른 실시 형태에서, 무선 감지 시스템은, 물체의 물리적 특성을 측정하기 위해 무선 감지 디바이스로부터, 일시적으로 분리된 감지 신호를 수신한다. 이러한 실시 형태의 일부 경우에, 무선 감지 시스템은 시간이 지남에 따라 감지 신호 변화의 프로파일을 확립할 수 있으므로, 프로파일에 기초하여 물체의 물리적 특성을 결정할 수 있다. 예를 들어, 무선 감지 시스템은 하나 이상의 열 센서를 이용하여 온도-시간 프로파일을 확립하고 재료 또는 물체 내의 수분 함량을 결정하고, 재료 또는 물체의 수화 또는 수분 레벨을 추가로 평가할 수 있다.
- [0017] 재료 또는 물체의 열 특성은 예를 들어 열 전도율, 열 컨덕턴스, 비열 용량, 열용량, 열 확산율 등을 포함한다. 열 전도율은 재료를 통해 인가된 열 플럭스에 대한 응답으로 고유 온도 차이이며, 이때 길이-온도 당 전력의 통상적인 단위(미터-켈빈 당 와트)이다. 열 컨덕턴스는 열 플럭스의 단면적과 재료 두께를 고려하며, 이때 온도 당 전력의 통상적인 단위(예컨대, 켈빈 당 와트)이다. 비열 용량은 열 에너지에 대한 응답으로 고유 온도 상승이며, 이때 질량-온도 당 에너지의 통상적인 단위(예컨대, 킬로그램-켈빈 당 줄(joules))이다. 열용량은 재료의 질량을 고려하며, 이때 온도 당 에너지의 통상적인 단위(예컨대, 켈빈 당 줄)이다. 열 확산율은 질량 밀도와 비열 용량의 곱에 대한 열 전도율의 비율이며 재료가 그 주변 환경과 비슷한 온도에 얼마나 빨리 도달하는지를 나타내는데, 이때 시간 당 면적의 통상적인 단위(초 당 평방 미터)이다.
- [0018] 재료 또는 물체는 복합체일 수 있으며, 여기서 복합체의 열 특성은 복합체의 유효 또는 평균 열 특성을 지칭한다. 일반적으로 관련 길이 스케일에 따라 용액으로, 콜로이드로, 또는 현탁액으로 알려진 일부 복합체는 분산매(dispersion medium) 내에 분산상(dispersed phase)을 갖는다. 복합체는 고체, 액체 또는 기체 중 하나 이상을 포함하는 단일-상 또는 혼합-상일 수 있다.
- [0019] 일부 실시 형태에서, 분산매가 기체가 아닌 복합체(즉, 비-에어로졸 복합체)의 열 특성이 측정 및/또는 계산된다. 비-에어로졸 복합체는 예를 들어 폼(foam)(즉, 고체 또는 액체에 분산된 기체), 유제(emulsion)(즉, 액체 또는 고체에 분산된 액체), 또는 졸(즉, 액체 또는 고체에 분산된 고체)을 포함한다. 비-에어로졸 복합체는 또한 고체 또는 액체 매트릭스에 분산된 고체, 액체 또는 기체의 이종 혼합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 산화 알루미늄의 분산된 입자를 갖는 아크릴레이트 접착제의 유효 열 전도율은 각 재료의 열 전도율, 혼합 분율, 및 입자 형상과 같은 다른 특성에 기초한다.
- [0020] 도 1a는 물체의 열 특성을 측정하는 데 사용될 수 있는 무선 감지 디바이스(100A)의 일 실시 형태의 블록도를 도시한다. 본 명세서에 설명된 바와 같이, 무선 감지 디바이스는 전형적으로 조립체 내에 있다. 도시된 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100A)는 기관(110), 기관(110) 상에 배치되는 제어 회로(120), 제어 회로에 전자적으로 결합되는 송수신기(130), 송수신기에 전자적으로 결합되고 기관(110) 상에 배치되는 안테나(135), 기관 상에 배치되는 옵션의 에너지 수확 디바이스(140), 옵션의 열원(150), 및 센서(160)를 포함한다. 일부 경우에, 에너지 수확 디바이스(140)는 안테나(135)에 전자적으로 결합된다. 안테나(135)는 예를 들어 RF 판독기가 무선 감지 디바이스(100A)에 질의할(interrogate) 때 신호를 전송하도록 구성된다.
- [0021] 일부 구성에서, 무선 감지 디바이스(100A)는 고체, 액체 또는 복합 재료를 포함하고 원하는 또는 알려진 열 특성을 갖는 옵션의 열 확산기(115)를 갖는다. 일부 경우에, 열 확산기(115)의 열 전도율은 기관(110)의 열 전도율보다 높다. 일부 다른 경우에, 기관은 무선 감지 디바이스가 물체의 열 특성을 측정하기 위해 사용될 때 물체와 열 접촉하도록 구성되는 열 확산기이다. 예를 들어, 열 확산기(115)는 중합체 필름 또는 접착제 층을 포함한다. 일부 구현예에서, 열 확산기(115)는 미터-켈빈 당 0.1 와트 이상의 열 전도율을 갖는다. 열 확산기(115)는 알루미늄과 같은 금속 충전재 또는 질화 붕소와 같은 세라믹 충전재를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 열 확산기에 사용되는 충전재는 원하는 열 전도율을 획득하기 위한 것이다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디

바이스(100A)는 열 확산기(115)를 통해 일반적으로 균일한 열 플럭스를 제공함으로써 측정 결과의 정확도를 향상시킬 수 있다. 일부 경우에, 무선 감지 디바이스(100A)는 물체의 열 특성을 결정 시 열 확산기(115)의 열 특성을 사용할 수 있다.

- [0022] 열 플럭스(thermal flux) 또는 열 플럭스(heat flux)는 전도(포논), 대류(유체 흐름), 또는 방사선(광자)에 의한 매체를 통한 열 에너지의 전달이다. 일차적 관심의 열 플럭스는 열 플럭스가 전도에 의해 열원으로 또는 열 원으로부터 이동하는 것이고, 여기서 열 플럭스가 영역 또는 기관의 표면으로 또는 표면으로부터 확산된다.
- [0023] 기관(110)은 가요성 또는 강성일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기관(110)은 신축성이다. 일부 실시 형태에서, 기관(110)은 폴리우레탄을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 기관(110)은 중합체 필름이다. 적합한 중합체 필름은 탄성중합체 폴리우레탄, 공중합체, 또는 폴리에테르 블록 아미드 필름을 포함한다.
- [0024] 제어 회로(120)는 전자적으로 연결되는 하나 이상의 전자 컴포넌트를 포함할 수 있다. 제어 회로(120)는 예를 들어 저항기, 커패시터, 인덕터, 변압기, 다이오드 등과 같은 수동 전자 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 제어 회로(120)는 트랜지스터, 전압원 또는 전류원, 증폭기, 마이크로프로세서, 오실레이터, 아날로그-디지털 변환기, 디지털-아날로그 변환기, 위상 동기 루프 등과 같은 능동 전자 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 제어 회로(120)는 집적 회로 내에 형성되거나 집적 회로를 포함할 수 있다. 마이크로프로세서는 미리 정의된 방식으로 둘 이상의 상태들 사이를 이동하는 상대적으로 단순한 디지털 로직을 갖는 상태 머신, 또는 명령어 세트, 디지털 처리 블록, 메모리, 펌웨어, 및 클럭, 메모리 컨트롤러 및 데이터 변환기와 같은 주변 기기로 구성된 마이크로컨트롤러일 수 있다. 일부 경우에, 제어 회로(120)는 마이크로프로세서 및 고유 식별자를 저장하는 메모리를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제어 회로(120), 송수신기(130), 및 안테나(135)는 무선 주파수 식별(RFID) 태그의 컴포넌트이다.
- [0025] 가요성 및/또는 신축성 기관 상의 RFID 태그는 2014년 7월 31일자로 출원되고 명칭이 "RFID Tag on Stretchable Substrate"인 미국 특허 출원 제62/031,581호, 및 2014년 7월 31일자로 출원되고 명칭이 "RFID Tag on Flexible Substrate"인 미국 특허 출원 제62/031,603호에 더 상세히 기재되어 있으며, 그 전문이 참고로 본 명세서에 편입된다.
- [0026] 일부 경우에, 열원(150)은 열 확산기(115) 내에 열 플럭스를 생성하기 위해 열 확산기(115)에 근접하여 배치된다. 열원(150)은 에너지 수확 디바이스(140)에 전자적으로 결합되고 열 확산기(115) 내에 열 플럭스를 생성한다. 일부 실시 형태에서, 센서(160)는 열 확산기(115)에 배치되고 제어 회로(120)에 전자적으로 결합된다. 센서(160)는 온도를 나타내는 센서 신호를 생성하고 센서 신호를 제어 회로(120)에 제공하도록 구성된다. 일부 경우에, 열원(150) 및 센서(160)는 집적 회로의 컴포넌트이다. 일부 구현예에서, 열원(150) 및 센서(160)는 동일한 저항성 요소이다.
- [0027] 가열 요소로도 지칭되는 열원(150)은 예를 들어 비-제로 전기 저항을 갖는 임의의 전기 컴포넌트를 통해 전류를 통과시킴으로써 줄 열에 의해 열을 생성할 수 있다. 예를 들어, 열원(150)은 전류의 소스에 전자적으로 연결되는 저항기이거나, 자기 유도에 의해 전류를 생성하기 위해 변화하는 자기장에 간접적으로 결합되는 금속 또는 자성 재료와 같은 것일 수 있다.
- [0028] 일부 경우에, 열원(150)은 전형적으로 전자적으로 직렬로 배선된 p형 및 n형 열전 재료의 하나 이상의 집합을 포함하는 열전 히터 또는 냉각기와 같은 펠티에 효과(Peltier effect)에 기초하여 동작하는 열전 소자일 수 있다. 전류의 극성에 따라, 열전 소자의 하나의 부분은 온도가 올라가고 다른 부분은 온도가 낮아질 것이므로, 열전 소자는 가열 및/또는 냉각에 사용될 수 있다. 이러한 열전 열원은 또한 요소의 비-제로 전기적 저항으로 인해 줄 열로부터 열적 기여를 가질 수 있다.
- [0029] 일부 경우에, 열원(150)은 의도적인 소스로부터 또는 광 에너지의 주위 소스로부터의 광학 흡수에 기초할 수 있다. 일부 다른 경우에, 열원은 기생 요소 또는 그렇지 않으면 가열 또는 냉각의 의도하지 않은 소스를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 열원(150)은 무선 감지 디바이스(100A) 내의 전용 컴포넌트이다. 일부 다른 경우에, 열원(150)은 무선 감지 디바이스에서 동작 중인 하나 이상의 전자 컴포넌트를 포함한다. 예를 들어, 열원(150)은 동작 중에 추가의 가열을 생성하는 송수신기 요소를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 열원(150)은 동작 중에 열을 생성하는 마이크로프로세서 요소를 포함한다.
- [0030] 일부 실시 형태에서, 열원(150)은 열 확산기(115)에 근접하여 배치된다. 일부 경우에, 열 확산기(115)는 물체의 하나 이상의 열 특성을 결정하는 데 사용될 수 있는 알려진 열 특성을 갖는다. 일부 구현예에서, 열원은 높은 전도성 컴포넌트를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 열원(150) 및/또는 열 확산기(115)는 관심 물체 또는 재

료와 열 접촉한다. 열 접촉은 2개의 재료의 계면에서 정의되며, 여기서 열 플럭스가 계면을 가로질러 이동할 때 비-무한 열 접촉 컨덕턴스가 계면을 가로질러 온도차를 초래한다. 계면은 일반적으로 기술된 복합 재료의 일부와 유사한 혼합-상 영역으로 구성된다. 일부 실시 형태에서, 계면은 약간의 거칠기를 갖는 고체 영역을 포함할 수 있거나 고체 영역 내에 포함될 수 있으며, 여기서 유체 영역은 그 거칠기 내에 존재한다. 유체 영역은 액체, 가스 또는 혼합물을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 계면은 하나 이상의 공극 또는 표면에 가스 영역을 갖는 고체 또는 액체 영역을 가질 수 있다. 양호한 열 접촉 또는 열 결합을 유지하는 것은 전형적으로 특히 가스를 포함하는 유체 영역의 분율 제한하는 것을 포함한다. 일반적으로 이러한 목적으로 탄성중합체 패드, 접착 테이프, 그리스(greases) 등과 같은 열 계면 재료가 사용된다. 유효 접촉 열 컨덕턴스는 주어진 열 플럭스에 대한 접촉 인터페이스 영역에서의 온도차의 역수(inverse)이며, 이는 켈빈 당 평방 미터 당 와트의 통상적인 단위를 갖는다. 유효 접촉 열 컨덕턴스는 유효 접촉 열 전도율을 획득하기 위해 접촉 영역의 유효 두께로 추가로 스케일 조정될 수 있으며, 이는 켈빈 당 미터 당 와트의 통상적인 단위를 갖는다.

[0031] 일부 실시 형태에서, 감지 요소로도 지칭되는 센서(160)는 온도 변화에 응답하여 전기적 특성, 광학 특성, 음향 특성 등의 측정 가능한 변화를 갖는 열 센서일 수 있다. 일부 경우에, 전기 열 센서는 전압, 전류 또는 저항의 온도 변화에 대한 응답을 가질 수 있다. 저항성 열 센서는 온도에 따라 그것의 전기 저항을 갖는다; 전형적인 금속은 상대적으로 선형 관계로 온도에 따라 저항이 증가하는 저항성 열 디바이스이다. 서미스터는 전형적으로 온도 변화에 응답하여 전류 및 비선형 저항 변화에 의존하는 저항을 갖는다. 일부 구현예에서, 전기 열 센서는 온도 차이를 열전대 또는 서모파일과 같은 전압으로 변환하기 위해 제백 효과(Seebeck effect)에 기초하여 동작할 수 있다.

[0032] 광학 온도 센서는 그들의 환경과의 열평형에 의해 물체로부터 전자기 방사선을 수신하는 광학 트랜스듀서를 포함하며, 여기서 트랜스듀서 온도는 방사선을 흡수 및 방출함에 따라 변화하며, 예를 들어 볼로미터(bolometer), 마이크로볼로미터, 초전 검출기(pyroelectric detector) 등이 있다. 이러한 센서들은 광학 및 전기적 양태들을 조합하고, 여기서 입사 및 반사된 방사선은 트랜스듀서가 방사선에 의해 가열 또는 냉각될 때 측정되고 전기적 응답으로 변환된다.

[0033] 음향 온도 센서는 벌크 재료를 통한 또는 재료의 표면을 따라 기계적 파동의 전파의 온도-유도 변화에 의존한다. 온도를 측정하는 센서는 층들의 상이한 열 팽창 특성에 기초하여 온도에 응답하여 변형하는 다층 구조물들을 포함할 수 있다. 변형은 전기기계식 스위치를 완성하는 변형된 빔과 같이 전자적으로 변환되거나 다이얼 또는 다른 요소에 의해 가시적인 표시기로서 변환될 수 있다.

[0034] 일부 경우에, 에너지 수확 디바이스(140)는 브리지 정류기, 정류기, 다이오드 또는 트랜지스터 정류기를 포함하고, 전압 또는 전류 조절기를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 비정류된 전력은 열원(예컨대, 저항기)에 제공될 수 있는 반면, 나머지 전자 회로부는 전형적으로 정류된 전력에서 동작한다. 에너지 수확 디바이스는 의도적인 방사선 소스로부터 또는 의도하지 않은 또는 주변의 소스로부터 전력을 수신할 수 있다. 의도적인 방사선 소스는 예를 들어 RF 관독기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 그것의 전자기기, 안테나, 및 동작 주파수 범위의 구성에 따라, RF 관독기는 하나 이상의 목표 디바이스에 결합하기 위해 에너지를 저장하는 근거리 전기장 또는 자기장을 생성할 수 있거나, 이동하는 전자기파의 원거리장 방사 패턴, 또는 이들의 조합을 생성할 수 있다. 일부 경우에, 자기장은 안테나(135) 및 에너지 수확 디바이스(140)에 결합되어 자기장으로부터 무선 감지 디바이스로 전류를 유도할 수 있다.

[0035] 에너지 수확 디바이스(140)는 또한 예를 들어 광원, 관성 진동 소스, 또는 온도 구배 소스 등과 같은 의도하지 않은 또는 주변의 소스에 결합될 수 있다. 광원은 예를 들어 일광, 인공 조명 등일 수 있다. 이러한 예들에서, 에너지 수확 디바이스(140)는 광학 에너지를 전기 에너지로 변환하기 위한 광전지를 포함할 수 있다. 에너지의 관성 또는 진동 소스는 예를 들어, 모터, 이동 운송 차량(예를 들어, 자동차, 기차, 비행기 등), 바람 등일 수 있다. 그것은 또한 움직이는 인간과 같은 생물학적 소스일 수 있다. 이러한 예들에서, 에너지 수확 디바이스는 기계적 에너지를 전기 에너지로 변환하는 압전 디바이스를 포함할 수 있다. 에너지 수확 디바이스(140)는 온도 구배로부터 전기 에너지를 획득할 수 있다. 예를 들어, 에너지 수확 디바이스는 포유류의 피부로부터 또는 공정 유체를 함유하는 파이프의 외부로부터 생성된 온도 구배 및 열 흐름을 전기 에너지로 변환하는 제백 효과에 기초하여 동작하는 열전 소자를 포함할 수 있다.

[0036] 일부 실시 형태에서, 열원(150)은 조절된다. 열원(150)은 제어 회로(120)의 처리 컴포넌트에 의해, 송수신기(130), 에너지 수확 디바이스(140)를 통한 외부 디바이스와의 상호작용에 의해, 또는 이들의 조합에 의해 조절될 수 있다. 일부 경우에, 제어 회로(120)는 열원(150)을 조절한다. 일부 경우에, 제어 회로(120)는 센서 신

호에 기초하여 열원(150)을 조절한다.

- [0037] 일부 실시 형태에서, 열원(150)으로 전달되는 전력은 예를 들어 열원(150)에 전달되는 전력의 양을 변경함으로써 제어 회로(120) 내의 컨트롤러에 의해 변조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제어 회로(120)는 센서(160)에 의해 제공된 온도를 나타내는 감지 신호에 응답하여 일정한 온도를 유지하거나 원하는 온도 변화율을 유지하기 위해 전력을 조절하며, 이는 온도에 기초한 폐쇄 루프 제어이다. 일부 실시 형태에서, 제어 회로(120)는 일정한 전력 또는 열원(150)에 공급되는 원하는 전력 변화율을 유지하기 위해 열원으로의 전력을 조절하며, 이는 전력에 기초한 폐쇄 루프 제어이다. 일부 다른 실시 형태에서, 열원(150)은 알려졌으나 제어되지 않은 전류, 전압 또는 전력을 수신하고, 개방 루프 제어인 전력 변화를 설명하기 위해 알려진 값이 이후의 계산 단계(들)에서 사용된다. 또 다른 실시 형태에서, 개방 루프형 제어는 센서(160)로부터 획득되는 감지 신호의 최대 값 또는 최소 값과 같은 우발적인 제약(contingent constraint)으로 구현될 수 있고, 감지 신호가 최대 값 또는 최소 값을 벗어나면 열원(150)을 조정하기 위해 제어 회로(120)에 의해 사용될 수 있다.
- [0038] 일부 실시 형태에서, 열원(150)은 지배적인 기생/의도하지 않은 가열 요소가 동작하고 있는 기간 동안 측정을 수행함으로써 조절될 수 있다. 이러한 조절은 기생/의도하지 않은 가열 요소의 동작 부하를 의도적으로 증가시켜 직접 행해질 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러는 추가의 가열을 생성하기 위해 다른 무의미한 데이터를 켜고 처리하도록 송수신기에 지시할 수 있다. 이러한 예에서, 송수신기에 공급되는 전력은 일정한 전력 또는 원하는 전력 변화율을 유지하도록 처리 부하가 조정된 상태에서 컨트롤러에 의해 모니터링될 수 있다.
- [0039] 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100A)는 기관 상에 배치되고 에너지 수확 디바이스(140)에 전자적으로 결합되는 옵션의 에너지 저장 디바이스(170)를 포함할 수 있다. 에너지 저장 디바이스(170)는 커패시터 또는 슈퍼커패시터를 포함할 수 있다. 에너지 저장 디바이스(170)는 에너지 수확 디바이스(140)로부터 수확된 에너지를 단기간 또는 장기간 동안 저장할 수 있다. 에너지 저장 디바이스(170)에 저장된 에너지는 제어 회로(120), 열원(150) 및 센서(160)를 포함하지만 이로 제한되지 않는 무선 감지 디바이스(100A)의 지정된 컴포넌트들에 전력을 제공하는 데 사용될 수 있다. 외부 에너지가 에너지 수확 디바이스(140)에 이용 가능하지 않을 때, 무선 감지 디바이스(100A)는 에너지 저장 디바이스(170)에 저장된 전력으로 계속 동작할 수 있다. 또한, 에너지 저장 디바이스(170)에 저장된 에너지는 에너지 수확 디바이스(140)로부터 이용 가능한 전력을 증가시키는 데 사용될 수 있으며, 이는 에너지 저장 디바이스(170) 또는 에너지 수확 디바이스(140) 단독으로부터 이용 가능한 전력보다 높은 전력 가용성을 가능하게 한다.
- [0040] 일부 실시 형태에서, 에너지 수확 디바이스(140)는 열원(150), 및 가능하게는 센서(160), 제어 회로(120), 및 송수신기(130)와 같은, 무선 감지 디바이스(100A)의 다른 컴포넌트들에 전력을 제공한다. 일부 경우에, 센서(160)는 에너지 수확 디바이스(140)에 의해 열원(150)이 활성화되기 전에 제1 센서 신호를 생성하고 에너지 수확 디바이스(140)에 의해 열원(150)이 활성화된 후에 제2 센서 신호를 생성하도록 구성된다. 이러한 경우에, 제어 회로는 제1 및 제2 센서 신호들에 기초하여 물체의 열 특성을 결정할 수 있다. 일부 경우에, 센서(160)는 에너지 수확 디바이스(140)에 의한 열원(150)의 활성화와 거의 동시에 제1 센서 신호를 생성하고, 열원(150)이 에너지 수확 디바이스(140)에 의해 활성화된 후에 제2 센서 신호를 생성하도록 구성된다.
- [0041] 송수신기(130)는 송신기 요소 및/또는 수신기 요소를 포함할 수 있다. 송신기 요소는 하나 이상의 전자기 또는 전기 음향 트랜스듀서, 및 하나 이상의 신호를 필터링, 증폭 및 변조하기 위한 전자 컴포넌트들을 포함한다. 수신기 요소는 스위칭 수단을 통해 송신기 요소의 그것들과 공유될 수 있거나 송신기 요소의 그것들과 분리될 수 있는 하나 이상의 전자기 또는 전기음향 트랜스듀서, 및 수신된 에너지로부터의 하나 이상의 신호를 필터링, 증폭, 및 복조하기 위한 전자기기를 포함한다. 전자기 트랜스듀서는 입력 전기 신호에서 전자기장을 방사하고 전자기장을 전기 신호로 흡수하도록 설계될 수 있거나 전자기 근거리장, 또는 방사선 및 근거리장 결합 둘다의 조합으로 저장된 에너지와 결합하도록 설계될 수 있는 안테나일 수 있다. 전자기 트랜스듀서는 또한 발광 다이오드 또는 다른 광원, 또는 포토다이오드 또는 다른 광 검출기일 수 있다. 전기음향 트랜스듀서는 확성기 또는 다른 음향 소스, 또는 마이크로폰 또는 다른 음향 검출기일 수 있다. 전자기 및/또는 전기음향 트랜스듀서는 전기 신호에서 전자기 또는 음향 에너지로, 그리고 전자기 또는 음향 에너지에서 전기 신호로의 양방향 변환이 가능한 단일 요소로 조합될 수 있다.
- [0042] 일 예로서, 송수신기(130)는 NXP 세미컨덕터즈(NXP Semiconductors)(네덜란드 아인트호벤)의 NTAG213과 같은 집적 회로 디바이스에 포함될 수 있다. 다른 예로서, 송수신기(130)는 적외선 프로토콜, 예를 들어 로옴 세미컨덕터(ROHM Semiconductor)(일본 교토)의 RPM841-H16 IrDA 적외선 통신 모듈을 통해 광통신을 구현하기 위해 발광 다이오드, 포토다이오드, 동반 전자기기를 갖는 적외선 송수신기 요소일 수 있다.

- [0043] 안테나(135)는 RF 관독기와 의 근접장 결합을 위해 설계된 코일 안테나일 수 있다. 일부 경우에, 안테나(135)는 나선 형태를 갖는다. 일부 구현예에서, 안테나(135)는 실질적으로 동심인 복수의 전기 전도성 루프를 포함한다. 일부 구성에서, 안테나는 제1 및 제2 단부들 사이의 길이를 가지며, 길이는 약 2미터 미만이다. 일부 경우에, 안테나(135)는 표준, ISO 14443A, ISO 15693, 또는 다른 표준 또는 독점적인 통신 프로토콜에 따라 변조 및 복조를 수행한다. 코일 안테나는 RF 관독기의 주파수 근처의 주어진 자기장 세기에 대한 유도 전압을 향상시키기 위해 일반적으로 RF 컴포넌트로 지칭되는 전자적으로 연결된 컴포넌트의 커패시턴스와 공진을 생성하는 그 기하학에 기초한 인덕턴스를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 코일 안테나는 RF 컴포넌트의 제1 커패시턴스를 갖는 제1 공진 및 RF 컴포넌트의 제2 커패시턴스를 갖는 제2 공진을 생성하는 그 기하학에 기초한 인덕턴스를 가질 수 있고, 여기서 제2 공진은 RF 관독기의 주파수와 더 가깝게 일치되며, 이는 공진 주파수가 RF 관독기 주파수와 더 가깝게 일치할 때 주어진 관독기 자기장 세기에 대한 증가된 유도 전압으로 인해 무선 감지 디바이스(100A)에 더 많은 에너지를 결합시킨다. 일부 구현예에서, 송수신기(130) 및/또는 제어 회로(120)의 컴포넌트들을 포함하는 RF 컴포넌트는 튜닝 가능한 또는 스위칭 가능한 커패시턴스를 포함하여 적어도 2개의 커패시턴스 값(즉, 제1 커패시턴스, 제2 커패시턴스)을 생성하도록 구성될 수 있거나, 외부 가변 커패시턴스를 제어하기 위한 회로부를 포함할 수 있거나, 하나 이상의 외부 커패시턴스 요소가 회로 내외로 스위칭되도록 하는 회로부를 포함할 수 있다.
- [0044] 도 1b는 물체의 물리적 특성을 측정하는 데 사용될 수 있는 무선 감지 디바이스(100B)의 다른 실시 형태의 블록도를 도시한다. 도시된 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100B)는 기판(110), 제어 회로(120), 제어 회로에 전자적으로 결합되는 송수신기(130), 송수신기에 전자적으로 결합되고 기판(110) 상에 배치되는 안테나(135), 기판 상에 배치되는 옵션의 에너지 수확 디바이스(140), 제1 여기 디바이스(150B), 제1 센서(160B), 제2 여기 디바이스(155B), 및 제2 센서(165B)를 포함한다. 일부 경우에, 에너지 수확 디바이스(140)는 안테나(135)에 전자적으로 결합된다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100B)는 옵션의 에너지 저장 디바이스(170)를 포함한다. 일부 경우에, 에너지 저장 디바이스(170)는 에너지 수확 디바이스(140)에 전자적으로 결합된다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100B)는 배터리(도 1b에 도시되지 않음)를 포함한다. 동일한 라벨을 갖는 컴포넌트들은 도 1a의 대응하는 컴포넌트와 동일하거나 유사한 구성, 조성, 기능 및/또는 관계를 가질 수 있다.
- [0045] 제1 여기 디바이스(150B) 및 제2 여기 디바이스(155B)는 열 여기 디바이스, 광 여기 디바이스, 음향 여기 디바이스, 진동기, 전압원, 전류원, 전자석 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 여기 디바이스는 일정 시간 동안 여기 신호 및/또는 여기 신호들을 생성할 수 있다. 여기 신호는 예를 들어 광 신호, 전압 신호, 진동 신호, 음향 신호, 가열 또는 냉각 신호, 전자기 신호, 전류 신호 등을 포함할 수 있다. 여기 디바이스들(150B, 155B)은 조건을 변경하기 위해 여기 신호를 개시할 수 있고, 센서(160B, 165B)는 변경된 조건에 응답하여 변하는 물체의 물리적 특성을 감지하고, 이어서 물체의 하나 이상의 물리적 특성을 결정할 수 있다. 도 1a에 도시된 일 예에서, 여기 디바이스는 물체와 열 접촉하는 열원일 수 있고, 센서는 물체의 온도 변화를 측정하도록 선택된다. 다른 예로서, 여기 디바이스는 물체와 접촉하는 진동 모터일 수 있고, 센서는 가속도계일 수 있다.
- [0046] 일부 경우에, 여기 디바이스(150B 및/또는 155B)는 예를 들어 광원 등과 같이 광 에너지를 생성할 수 있으며; 대응하는 센서는 예를 들어 포토다이오드, 광전지 센서 등과 같은 광 센서를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 여기 디바이스는 예를 들어, 진동 모터, 압전 액추에이터 등과 같은 모션 소스를 포함할 수 있으며; 대응하는 센서는 예를 들어 압전 센서, 가속도계 등과 같은 모션 센서를 포함할 수 있다. 일부 다른 경우에, 여기 디바이스는 예를 들어 마이크로폰, 압전 트랜스듀서 등과 같은 음향 소스를 포함할 수 있으며; 대응하는 센서는 마이크로폰, 가속도계 등과 같은 음향 센서를 포함할 수 있다. 또 다른 일부 경우에, 여기 디바이스는 예를 들어 전압원, 전류원 등과 같은 전기 소스를 포함할 수 있으며; 대응하는 센서는 예를 들어 전압 센서, 전류 센서, 상 센서, 저항 센서 등과 같은 전기 센서를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 무선 감지 디바이스는 광원 및 모션 소스 둘다와 같은 둘 이상의 유형의 여기 디바이스, 및/또는 광학 센서 및 모션 센서 둘다와 같은 둘 이상의 유형의 센서를 포함할 수 있다.
- [0047] 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100B)는 물체의 상이한 부분에서 물리적 특성을 측정하기 위해 공간적으로 분리된 둘 이상의 센서를 포함할 수 있다. 센서 데이터는 예를 들어 측정 결과의 정확도를 높이거나, 유량을 측정하거나, 물체의 이상을 검출하거나, 물체의 다른 특성을 평가하는 데 사용할 수 있다. 일부 경우에, 여기 디바이스(150B 및/또는 155B)는 제어 회로(120)에 의해 조절될 수 있다. 일부 경우에, 여기 디바이스(150B 및/또는 155B)는 센서 신호에 기초하여 제어 회로(120)에 의해 조절될 수 있다.
- [0048] 일부 구성에서, 무선 감지 디바이스(100B)는 특정 에너지 전달에 적합한 재료를 포함하는 옵션의 감지 영역(115B) 및/또는 감지 영역(117B)을 갖는다. 예를 들어, 감지 영역(115B 및/또는 117B)은 열 에너지 전달에 적

합한 중합체 필름 또는 접착 층을 포함한다. 다른 예로서, 감지 영역(115B 및/또는 117B)은 광을 물체로 향하게 하기에 적합한 반사 필름을 포함한다.

[0049] 일 실시 형태에서, 여기 디바이스(150B, 155B)는 열원이다. 감지 영역들(115B, 117B)은 서로 열적으로 격리된다. 제1 열원(150B)은 제1 감지 영역(115B)에 배치되고 에너지 수확 디바이스(140)에 전자적으로 결합된다. 제1 센서(160B)는 제1 감지 영역(115B)에 배치되고 제어 회로(120)에 전자적으로 결합된다. 제1 센서(160B)는 온도와 연관된 제1 센서 신호를 생성하도록 구성된다. 제2 열원(155B)은 제2 감지 영역에 배치되고 에너지 수확 디바이스(140)에 전자적으로 결합된다. 제2 센서(165B)는 제2 감지 영역(117B)에 배치되고 제어 회로(120)에 전자적으로 결합된다. 제2 센서(165B)는 온도와 연관된 제2 센서 신호를 생성하도록 구성된다. 제어 회로(120)는 제1 및 제2 센서 신호들에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하도록 구성된다. 일부 경우에, 감지 영역(117B)은 물체와 열 접촉하고, 열 격리 영역(115B) 내의 센서(160B)는 무선 감지 디바이스(100B)의 측정 정확도를 향상시키는 기준 정보를 제공할 수 있다.

[0050] 일 실시 형태에서, 단열재는 감지 영역들(115B, 117B) 사이에 배치된다. 단열재는 예를 들어 폼, 에어 갭(air gap) 등을 포함할 수 있다. 폼은 예를 들어 개방 셀 또는 폐쇄 셀 보이드(closed-cell void)들을 갖는 중합체 재료, 또는 부직포 중합체 재료와 같이 보이드를 갖는 임의의 고체 재료를 포함할 수 있다. 단열은 또한 기하학, 예를 들어 영역들 사이의 이격 거리 대 영역들 사이의 폭의 단면적의 비율에 의해 제공되는데; 그 비율이 더 클 때 주어진 양의 열을 전달하기 위해서는 더 큰 온도차가 필요하다.

[0051] 일부 경우에, 제1 감지 영역(115B) 및/또는 제2 감지 영역(117B)은 기관(110) 상에 있다. 일부 다른 경우에, 제1 감지 영역(115B) 및/또는 제2 감지 영역(117B)은 기관(110) 상에 있지 않다. 도 1b에 도시된 일 실시 형태에서, 제어 회로(120)는 센서들(160B, 165B) 둘다로부터 감지 데이터를 수신한다. 일부 경우에, 제어 회로(120)는 센서들(160B, 165B) 둘다에 의해 수집된 데이터에 기초하여 물체의 물리적 특성을 결정하기 위한 마이크로프로세서를 포함한다. 일부 다른 경우에, 제어 회로(120)는 추후 처리를 위해 송수신기(130)를 통해 센서 데이터를 전송한다.

[0052] 도 1c는 물체의 하나 이상의 물리적 특성을 측정하는 데 사용될 수 있는 무선 감지 디바이스(100C)의 또 다른 예의 블록도를 도시한다. 도시된 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(100C)는 기관(110), 제1 제어 회로(120), 제1 제어 회로(120)에 전자적으로 결합되는 제1 송수신기(130), 제2 제어 회로(125), 제2 제어 회로(125)에 전자적으로 결합되는 제2 송수신기(132), 송수신기(130 및/또는 135)에 전자적으로 결합되고 기관(110) 상에 배치되는 안테나(135), 기관 상에 배치되는 옵션의 에너지 수확 디바이스(140), 제1 여기 디바이스(150B), 제1 센서(160B), 제2 여기 디바이스(155B), 및 제2 센서(165B)를 포함한다. 일부 경우에, 에너지 수확 디바이스(140)는 안테나(135)에 전자적으로 결합된다. 일부 경우에, 무선 감지 디바이스(100C)는 안테나(135)가 제1 송수신기(130)에 연결되어 있는 동안 제2 송수신기(132)에 연결되는 제2 안테나를 포함한다. 동일한 라벨을 갖는 컴포넌트들은 도 1a 및 도 1b의 대응하는 컴포넌트들과 동일하거나 유사한 구성, 조성, 기능 및/또는 관계를 가질 수 있다.

[0053] 본 명세서에 기술된 무선 감지 디바이스들 중 임의의 하나 내의 하나 이상의 컴포넌트, 예를 들어, 제어 회로, 송수신기, 열원, 여기 디바이스, 센서, 에너지 수확 디바이스, 및 에너지 저장 디바이스는 전자 패키지 내에 봉지된 집적 회로로 제조될 수 있다. 일부 구현예에서, 본 명세서에 기술된 무선 감지 디바이스는 능동 전력 컴포넌트(예컨대, 배터리)를 포함하지 않는 수동 감지 디바이스이다. 일부 다른 구현예에서, 본 명세서에 기술된 무선 감지 디바이스는 능동 전력 컴포넌트를 포함하는 능동 감지 디바이스이다. 일부 경우에, 본 명세서에 기술된 무선 감지 디바이스의 실시 형태들은 단일 전자 패키지에 내장된다. 일부 경우에, 이러한 무선 감지 디바이스들은 주소지정가능 센서로서 NFC 또는 RFID(무선 주파수 식별) 태그에 내장될 수 있다.

[0054] 둘 이상의 센서를 갖는 도 1b 및 도 1c에 도시된 실시 형태는, 태그 크기 감소, 제조의 단순화, 동일한 전력/자기장 레벨에 대한 액세스를 갖는 다수의 감지 회로 또는 미리정의된 비율의 전력/자기장 레벨, 차동 감지 아키텍처를 가능하게 하고/하거나 공간 매핑/감지를 가능하게 하는 다수의 센서를 갖는 하나의 디바이스의 구성과 같은 다수의 이점을 가질 수 있다. 도 1c에 도시된 실시 형태에서, 다수의 감지 회로들에 대한 단일 안테나(135)의 이용은 2개의 근접하게 이격된 안테나 요소들의 자기 결합 디튜닝을 제거할 수 있다. 도 1b 및 도 1c는 무선 감지 디바이스에 2개의 센서 및/또는 여기 디바이스를 도시하였지만, 당업자는 3개 이상의 센서 및/또는 여기 디바이스를 갖는 무선 감지 디바이스를 쉽게 설계할 것이다.

[0055] 도 2a는 RF 센서 태그(200)의 일 실시 형태의 단순화된 개략도이다; 도 2b는 화살표(2B)에서의 무선 감지 디바이스(200)의 단면도이다. RF 센서 태그(200)는 기관(210), 기관(210) 상에 배치되는 안테나(220), 옵션의 열

확산기(230), 및 안테나(220)에 전자적으로 결합되는 감지 회로(240)를 포함한다. 감지 회로(240)는 열 확산기(230)에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 감지 회로(240)는 송수신기, 고유 식별자를 저장하는 메모리, 감지 요소, 및 목표 영역을 가열하기 위한 가열 요소를 포함할 수 있다. 일부 다른 실시 형태에서, 감지 회로(240)는 에너지 수확 디바이스를 포함한다. 일부 경우에, 감지 회로(240)의 일부만이 열 확산기(230)에 배치된다. 일부 경우에, 감지 요소는 가열 요소의 온도를 감지하기 위해 가열 요소에 열적으로 결합함으로써, 가열 요소가 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 센서 태그(200)는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, 감지 회로(240)는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 가열 요소에 전달하고, 감지 요소는 가열 요소 온도의 시간 변화를 감지하고, RF 센서 태그(200)는 가열 요소 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 목표 영역의 열 특성을 송수신기에 무선으로 전송한다. 일부 경우에, 제1 형태는 교류 자기장에 의해 유도된 순환 교류 전류 및 교류 전압일 수 있다. 일부 경우에, 제2 형태는 교류 전압과 전류의 정류된 버전일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 커패시터 또는 다른 수단에 의한 정류된 전압 및 전류의 필터링은 제2 형태로서 대략 직류 전류 및 전압을 생성할 수 있다. 제2 형태는 대안적으로 감지 회로에 의해 제1 형태와 상이한 크기, 주파수 및/또는 위상으로 변환된 교류 전류 및 전압일 수 있다.

[0056] 일부 경우에, 기관(210)은 가요성 및/또는 신축성이다. 일부 경우에, RF 센서 태그(200)는 감지 회로(240)의 적어도 일부를 포함하는 집적 회로(IC)를 포함한다. 이러한 경우에, 안테나는 제1 및 제2 단부들 사이의 길이를 가지며, IC는 안테나의 제1 및 제2 단부들에 전기적으로 연결된다. 일부 경우에, IC는 메모리, 무선 송수신기 및 가열 요소를 포함한다. 일부 다른 경우에, IC는 메모리, 무선 송수신기 및 감지 요소를 포함한다. 또 다른 경우에, IC는 메모리, 무선 송수신기, 가열 요소, 및 감지 요소를 포함한다.

[0057] 일부 실시 형태에서, 열 확산기(230)는 IC의 주 표면 상에 배치되고 가열 요소로부터 목표 영역을 가로질러 열을 실질적으로 균일하게 분포시키도록 구성되며, 여기서 IC의 주 표면은 IC의 주 상부 표면(242) 및 주 저부 표면(241)이다. 일부 경우에, 열 확산기는 IC의 저부 표면과 접촉하는 상부 표면(232), 및 목표 영역과 열적으로 접촉하기 위한 반대편의 저부 표면(231)을 가지며, IC의 저부 표면(241) 및 열 확산기(230)의 상부 표면(232)은 서로 실질적으로 중첩된다. 일부 경우에, 열 확산기(230)의 저부 표면(231)의 면적은 열 확산기(230)의 상부 표면(232)의 면적보다 크다. 일부 다른 경우에, 열 확산기(230)의 저부 표면(231)의 면적은 열 확산기(230)의 상부 표면(232)의 면적보다 작다.

[0058] 일부 경우에, 가열 요소는 또한 온도 감지 요소이다. 일부 구현예에서, 전력의 제1 형태는 AC 형태이고 제2 형태는 DC 형태이다. 일부 경우에, 제2 형태는 제1 형태의 정류된 표현을 포함한다. 일부 경우에, 감지 회로(240)는 제2 전력의 크기를 제어한다.

[0059] 일부 실시 형태에서, RF 센서 태그는 제1 형태를 갖는 알려지지 않은 제1 전력을 무선 송수신기로부터 무선으로 수신하고, 전자 회로는 알려지지 않은 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 알려진 제2 전력으로 변환한다. 일부 경우에, 감지 요소는 가열 요소 온도에 대해 알려진 관계를 갖는 신호를 생성함으로써 가열 요소 온도의 시간 변화를 감지한다. 일부 경우에, 감지 요소는 가열 요소 온도에 실질적으로 비례하는 신호를 생성함으로써 가열 요소 온도의 시간 변화를 감지한다. 일부 구현예에서, 감지 회로가 제1 전력을 제2 전력으로 변환할 때, 감지 회로는 제2 전력이 최대 임계 값보다 큰 경우 제2 전력의 크기를 감소시키도록 구성된다. 일부 경우에, 감지 회로는 RF 센서 태그의 공진 주파수를 변경함으로써 제2 전력의 크기를 변경하도록 구성된다. 일부 실시 형태에서, 송수신기에 무선으로 전송되는 목표 영역의 열 특성은 목표 영역의 열 전도율, 목표 영역의 열 확산율, 및/또는 목표 영역의 열용량을 포함한다.

[0060] 일부 실시 형태에서, RF 센서 태그(200)는 제1 무선 주파수에서 전력을 방출하는 원격 송수신기와 무선으로 통신하도록 구성되며, 여기서 감지 회로(240)는 RF 센서 태그(200)의 공진 주파수를 제1 무선 주파수로부터 디튜닝하여 원격 송수신기로부터 RF 센서 태그에 의해 수신된 제1 전력의 크기를 제어하도록 구성된다. 일부 경우에, RF 센서 태그(200)는 제1 무선 주파수에서 전력을 방출하는 원격 송수신기와 무선으로 통신하도록 구성되며, 여기서 감지 회로(240)는 RF 센서 태그의 공진 주파수를 제1 무선 주파수로부터 튜닝하고 디튜닝된 공진 주파수를 다시 제1 무선 주파수로 튜닝하도록 구성된다. 일부 경우에, RF 센서 태그(200)는 제1 무선 주파수에서 전력을 방출하는 원격 송수신기와 무선으로 통신하도록 구성되며, RF 센서 태그(200)의 공진 주파수가 제1 무선 주파수로부터 이동하면, 감지 회로(240)는 RF 센서 태그(200)의 이동된 공진 주파수를 제1 무선 주파수로 다시 튜닝하도록 구성된다.

[0061] 일반적으로, 원격 송수신기로부터 RFID 태그로의 최대 전력 전달은 RFID 태그의 공진 주파수가 원격 송수신기로부터 전력이 방출되는 주파수와 동일할 때 발생한다. 일부 경우에, RFID 태그가 원격 송수신기에 근접할 때,

RFID 태그에 의해 요구되는 것보다 많은 전력이 RFID 태그로 전달될 수 있다. 이 경우에, RFID 태그는 초과 전력의 이용가능성을 감지하고, 원격 송수신기로부터 전력이 방출되는 주파수로부터 RFID 태그의 공진 주파수를 디튜닝함으로써 반응할 수 있으며, 따라서 전력이 원격 송수신기로부터 RFID 태그로 전달되는 효율을 감소시킴으로써 RFID 태그에 이용 가능한 전력을 감소시킨다. 디튜닝은 RFID 태그의 공진 주파수가 전력이 원격 송수신기로부터 방출되는 주파수와 상이하게 되도록 하며, 이때 태그의 디튜닝된 공진 주파수는 전력이 원격 송수신기로부터 방출되는 주파수의 주파수보다 크거나 작은 주파수에 있다. 이 예에서, RFID 태그의 공진 주파수는 RFID 태그의 루프 안테나의 인덕턴스와 공진하는 RFID 태그의 튜닝 커패시턴스에 의존한다. 이와 같이, RFID 태그의 공진 주파수는 이 커패시턴스의 값을 수정함으로써 수정될 수 있다. 이 커패시턴스는 이 커패시턴스의 기본 값과 병렬로 추가 커패시턴스를 전자적으로 결합하거나 이 커패시턴스의 기본 값에서 병렬 커패시턴스를 전자적으로 분리함으로써 수정될 수 있다. 대안적인 구성에서, 이 커패시턴스의 기본 값은 이 커패시턴스의 기본 값과 병렬로 버랙터 다이오드(varactor diode)를 결합하고 버랙터 다이오드를 가로질러 존재하는 DC 바이어스를 수정하여 버랙터 다이오드의 커패시턴스를 수정함으로써 수정될 수 있다.

[0062] 전력이 원격 송수신기로부터 RFID 태그로 전달되는 효율을 감소시키기 위해 RFID 태그를 디튜닝하는 다른 수단은, 예를 들어 RFID 태그 안테나의 Q 인자를 감소시킴으로써 RFID 태그의 Q 인자를 감소시키는 것이다. RFID 태그 안테나의 Q(또는 품질 인자)는 안테나에 저장된 에너지 대 안테나에 의해 소산된 에너지의 비율인데, 여기서 에너지는 자기장으로서 저장되고 안테나의 전기 저항으로 인해 열로서 소산될 수 있다. 많은 파라미터들이 원격 송수신기로부터 RFID 태그로의 전력 전달의 효율에 기여하지만, RFID 태그 안테나의 Q 인자는 일부 경우에, 전력 전달의 효율에 직접적인 영향을 줄 수 있다. RFID 태그 안테나의 Q 인자는 추가의 전기 저항을 RFID 태그 안테나와 직렬로 결합함으로써 또는 전기 저항을 RFID 태그 안테나와 병렬로 결합함으로써 감소될 수 있다. 이 저항은 컨트롤러 회로에 의해 제어될 수 있다. 일부 경우에, RFID 태그가 원격 송수신기에 근접할 때, RFID 태그에 의해 요구되는 것보다 많은 전력이 RFID 태그로 전달될 수 있다. 이 경우에, RFID 태그는 초과 전력의 이용가능성을 감지하고, RFID 태그 안테나에 결합된 저항을 수정하여 RFID 태그 안테나의 Q 인자를 감소시킴으로써 RFID 태그의 Q 인자를 감소시킴으로써 원격 송수신기로부터 RFID 태그로의 전력 전달 효율을 감소시킴으로써 반응할 수 있다. RFID 태그 안테나에 결합되는 전자적으로 제어된 저항은 전계 효과 트랜지스터, 버랙터 다이오드, 트랜지스터 스위치, 또는 저항을 제어하는 임의의 아날로그 또는 디지털 수단으로 구현될 수 있다.

[0063] 도 2c는 무선 감지 디바이스(200C)의 일 실시 형태의 단순화된 개략도이다. 무선 감지 디바이스(200C)는 기관(210), 기관(210) 상에 배치되는 안테나(220), 제어 회로(240C), 열 확산기(230C), 및 제어 회로(240C)에 전자적으로 결합되는 감지 회로(250C)를 포함한다. 감지 회로(250C)는 열 확산기(230C) 내에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 감지 회로(250C)는 센서 및 열원을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 제어 회로(240C)는 감지 회로(250C) 내의 열원을 조절한다.

[0064] 도 2d에 도시된 일 예에서, 제어 회로(240C)는 열원의 조절을 용이하게 하는 전력 측정 회로를 포함한다. 전력 측정 회로는 컨트롤러(242C), 전원(244C), 열원에 연결되는 전압 센서(248C), 열원에 연결되는 전류 센서(246C)를 포함한다. 열원으로 전달되는 전력은 감지된 전류에 감지된 전압을 곱하여 계산된다. 이 계산된 전력이 원하는 전력 레벨보다 높거나 낮으면, 전원에 의해 열원으로 전달되는 전력이 그에 따라 컨트롤러에 의해 수정된다.

[0065] 도 3a 내지 도 3c는 다수의 센서를 갖는 무선 감지 디바이스의 일부 실시 형태들의 단순화된 개략도를 도시하며; 도 3d는 도 3a에 도시된 무선 감지 디바이스의 단면도이다. 도 3a에 도시된 바와 같이, RF 센서 태그(300A), 또는 무선 감지 디바이스로서 지칭되는 것은 기관(310), 안테나(320), 옵션의 제1 열 확산기(330), 안테나(320)에 전자적으로 결합되는 제1 감지 회로(340), 옵션의 제2 열 확산기(350), 및 안테나(320)에 전자적으로 결합되는 제2 감지 회로(360)를 포함한다. 제1 열 영역(330) 및 제2 열 영역(350)은 서로 열적으로 격리되어 있다. 제1 및/또는 제2 감지 회로(340, 360)는 송수신기, 제어 회로, 에너지 수확 디바이스, 에너지 저장 디바이스, 열원, 및 센서 중 하나 이상의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 일 실시 형태에서, 감지 회로(340)는 기준 감지 신호를 제공하는 반면, 감지 회로(360)는 관심 물체와 열 접촉하고 온도를 나타내는 감지 신호를 제공한다. 일부 경우에, 유도된 가열은 물체와 열 접촉하는 열 영역(350)보다 단열 영역(330) 상에서 더 큰 온도 상승을 초래하여, 열원에 대한 입력 전력의 변화를 설명하는 차동 측정을 가능하게 할 것이다. 예를 들어, RF 관독기와 함께 사용하기 위한 RFID 태그를 포함하는 무선 감지 디바이스의 경우에, 이용 가능한 입력 전력은 RF 관독기 자기장 파라미터, RF 관독기 주파수에 대한 RFID 태그 공진 주파수, 환경적 인자에 의한 파라미터들의 변화, 또는 기타 인자에 따라 달라질 수 있다.

- [0066] 일부 경우에, 제1 감지 회로(340)는 기판 상에 배치되는 제1 IC(342)를 포함하고, 제2 감지 회로(360)는 제2 IC(362)를 포함하며, 여기서 각각의 IC는 안테나(320)에 전기적으로 결합된다. 일부 구현예에서, 제1 감지 회로(340)는 제1 가열 요소(344)를 포함하고 제2 감지 회로(360)는 제2 가열 요소(364)를 포함하는데, 여기서 각각의 가열 요소는 개개의 제1 및 제2 목표 영역을 가열하고 개개의 제1 및 제2 IC들(342, 362)에 전기적으로 결합된다. 일부 경우에, 제1 및 제2 목표 영역들 각각은 열 특성을 가지며, 여기서 제1 목표 영역의 열 특성은 알려져 있고 제2 목표 영역의 열 특성은 알려져 있지 않다. 일부 경우에, 제1 목표 영역은 기판(310) 상에 배치되고 제1 가열 요소(344)에 열적으로 결합되며, 여기서 제1 가열 요소 및 제1 목표 영역은 제2 가열 요소로부터 열적으로 격리되고 제2 목표 영역으로부터 열적으로 격리되도록 구성된다.
- [0067] 일부 실시 형태에서, 제1 감지 회로(340)는 제1 온도 감지 요소(346)를 포함하고 제2 감지 회로(360)는 제2 온도 감지 요소(366)를 포함하며, 여기서 감지 요소들(346, 366) 각각은 대응하는 가열 요소(344, 364)의 온도를 감지하기 위해 개개의 제1 및 제2 가열 요소들(344, 364)에 열적으로 결합된다.
- [0068] 일부 실시 형태에서, 제2 가열 요소(364)가 제2 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 센서 태그(300A)는 송수신 기로부터 입력 형태를 갖는 입력 전력을 무선으로 수신하고, 제1 및 제2 IC들(342, 362)은 입력 전력을 입력 형태와 상이한 개개의 제1 및 제2 형태들을 갖는 개개의 제1 및 제2 전력들로 변환하여 제1 및 제2 전력들을 대응하는 가열 요소(344, 364)에 전달한다. 일부 경우에, 제1 및 제2 감지 요소들(346, 366)은 대응하는 가열 요소 온도의 시간 변화를 감지하고, RF 센서 태그(300A)는 제1 및 제2 가열 요소 온도의 시간 변화를 비교하는 것에 기초하여 제2 목표 영역의 열 특성을 송수신기에 무선으로 전송한다. 일부 경우에, RF 센서 태그(300A)는 제1 및 제2 IC들(342, 362)을 포함하는 IC를 포함한다.
- [0069] 일부 경우에, 제1 전력 및 제2 전력은 서로에 대해 알려진 비율을 갖는다. 예를 들어, 제1 전력의 크기는 제2 전력의 크기와 동일하다. 다른 예로서, 제1 전력의 크기는 제2 전력의 크기의 1/3이다. 일부 경우에, 제1 전력 및/또는 제2 전력은 입력 전력에 대해 알려진 비율을 갖는다. 예를 들어, 제1 전력의 크기는 입력 전력의 크기의 1/3이다. 일부 실시 형태에서, 입력 전력은 AC 형태이다. 일부 경우에, 제1 형태 및/또는 제2 형태는 AC 형태이다. 일부 다른 경우에, 제1 형태 및/또는 제2 형태는 DC 형태이다.
- [0070] 도 3b에 도시된 예에서, 무선 감지 디바이스(300B)는 기판(310), 기판(310) 상에 배치되는 안테나(320), 제1 열 확산기(330), 제1 열 확산기(330)에 배치되고 안테나(320)에 전자적으로 결합되는 제1 감지 회로(340), 제2 열 확산기(350), 및 제2 열 확산기(350) 내에 배치되는 제2 감지 회로(360), 제3 감지 회로(362) 및 제4 감지 회로(364)를 포함한다. 제1 열 확산기(330) 및 제2 열 확산기(350)는 열적으로 격리된다. 감지 회로들(360, 362, 364)은 공간적으로 분리된다. 감지 회로들(340, 360, 362, 364)은 송수신기, 제어 회로, 열원, 에너지 수확 디바이스, 에너지 저장 디바이스, 및 센서 중 하나 이상의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 일 실시 형태에서, 감지 회로(340)는 기준 감지 신호를 제공하는 반면, 감지 회로들(360, 362, 364)은 관심 물체와 열 접촉하고, 물체의 다양한 부분의 온도를 나타내는 감지 신호를 제공한다. 일부 경우에, 감지 회로들(360, 362, 364)은 임의의 원하는 위치 또는 표면 상의 또는 3차원 공간 내의 임의의 위치에 배치될 수 있다.
- [0071] 도 3c에 도시된 예에서, 무선 감지 디바이스(300C)는 기판(310), 기판(310) 상에 배치되는 안테나(320), 제1 감지 회로(360C) 및 제2 감지 회로(366C)를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(300C)는 감지 영역(350)을 포함한다. 제1 및/또는 제2 감지 회로(360C, 366C)는 송수신기, 제어 회로, 에너지 수확 디바이스, 에너지 저장 디바이스, 열원, 및 센서 중 하나 이상의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 감지 회로(360C) 및 제2 감지 회로(366C)는 알려진 상대 배치를 갖는다. 일부 경우에, 제1 감지 회로(360C)는 열원 및 센서를 포함하는 반면, 제2 감지 회로(366C)는 센서는 포함하지만 열원은 포함하지 않는다. 이러한 경우에, 제2 감지 회로(366C)는 시간 도메인 또는 주파수 도메인에서 제1 감지 회로(360C)에서 열원 활성화에 대한 응답을 나타내는 측정치를 제공할 수 있다.
- [0072] 도 4a는 다수의 센서 및/또는 다수의 RF 디바이스를 갖는 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태의 단순화된 개략도를 도시한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, RFID 태그(400A)는 기판(410), 제1 RF 디바이스(412), 및 제2 RF 디바이스(414)를 포함하며, 여기서 RF 디바이스들(412, 414) 둘다 기판(410) 상에 배치된다. 제1 RF 디바이스(412)는 제1 안테나(420) 및 제1 안테나(420)에 전자적으로 결합되는 제1 회로(440)를 포함한다. 일부 경우에, 제1 회로(440)는 옵션의 제1 감지 영역(430)에 배치된다. 유사하게, 제2 RF 디바이스(414)는 제2 안테나(425) 및 제2 안테나(425)에 전자적으로 결합되는 제2 회로(445)를 포함한다. 일부 경우에, 제2 회로(445)는 옵션의 제2 감지 영역(435)에 배치된다. 제1 및/또는 제2 회로(440, 445)는 송수신기, 제어 회로, 에너지 수확 디바이스, 에너지 저장 디바이스, 여기 디바이스, 및 센서 중 하나 이상의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 일 실

시 형태에서, 제1 및 제2 회로들(440, 445)은 차동 또는 공간 현상의 센서 데이터를 제공하며, 여기서 센서들의 공간 분포는 RFID 태그(400)의 구성을 통해 제어될 수 있다. 도 4a에 도시된 실시 형태는 동일한 평면 표면에 배치되는 2개의 안테나를 도시한다. 일부 경우에, 감지 회로들과 결합되는 둘 이상의 안테나가 상이한 표면 상에 또는 하나의 안테나가 다른 안테나와 중첩되는 방식으로 배치될 수 있다.

[0073] 도 4a에 도시된 예에서, 무선 감지 디바이스는 공진 주파수를 변경할 수 있는 2개의 공진 회로를 포함한다. 예를 들어, 서로 인접한 평면 코일 구성에서 전도체의 하나 이상의 권선을 갖는 2개의 루프 안테나의 경우, 2개의 별개의 루프 안테나의 자기 결합(k)은 더 낮은 주파수에서 공진을 발생시킬 수 있으며, 이는 도 8a에 도시된 바와 같다. 2개의 공진 회로를 포함하는 무선 감지 디바이스를 설계할 때, 자기 결합은 2개의 회로들 사이의 상대적인 배향에 의해 제어될 수 있다. 결합이 제어될 수 있기 때문에, 결과적인 공진 주파수가 원하는 주파수 범위 내에 있도록 전자 컴포넌트들이 선택될 수 있다. 예를 들어, 50 pF의 부하 커패시턴스의 단일 공진 회로, 및 13.56 MHz의 원하는 최종 공진 주파수의 경우, 표 1은 자기 결합(k)에 기초한 공진 주파수의 시프트 및 인덕턴스 변화를 도시한다.

[0074] [표 1]

커패시턴스 (pF)	원하는 주파수 (MHz)	자기 결합, k	단일 회로 주파수 (MHz)	각 안테나의 인덕턴스 (uH)
50	13.56	0	13.56	2.76
50	13.56	0.3	15.46	2.12
50	13.56	0.5	16.61	1.84
50	13.56	0.7	17.68	1.62

[0075] 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 서로 자기적으로 결합된다. 일부 경우에, RFID 태그(400A)는 미리결정된 공진 주파수를 갖도록 의도되고, 다른 하나가 없는 제1 및 제2 RF 디바이스들(412, 414) 각각은 미리결정된 공진 주파수를 갖는 RFID 태그(400A)를 초래하는 미리결정된 주파수와 상이한 공진 주파수를 갖도록 설계된다. 일부 경우에, 자기적으로 결합된 제1 및 제2 안테나들(420, 425)의 자기 결합 인자의 크기는 적어도 0.1이다. 일부 경우에, 자기적으로 결합된 제1 및 제2 안테나들(420, 425)의 자기 결합 인자의 크기는 0.1 내지 0.9이다. 일부 경우에, 각각의 별개의 RF 디바이스들(412, 414)의 공진 주파수는 태그 공진 주파수와 적어도 5% 상이하다. 일부 경우에, RF 디바이스들(412, 414)은 동일한 공진 주파수를 갖는다. 일 실시 형태에서, 제1 및 제2 RF 디바이스들(412, 414)은 개개의 제1 및 제2 회로들(440, 445)로부터 동일한 원격 송수신기로 상이한 제1 및 제2 정보를 무선으로 통신하도록 구성된다. 일 구성에서, 복수의 IC 중 적어도 하나의 IC(440 또는 445)는 복수의 안테나 중 단 하나의 안테나에 전기적으로 결합된다.

[0077] 일 실시 형태에서, 제1 및 제2 회로들(440, 445)은 집적 회로(IC)이다. 일부 경우에, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 기판 상에 배치되는 개개의 제1 및 제2 집적 회로들(IC들)(440, 445)에 전기적으로 결합된다.

[0078] 일부 경우에, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 기판 상에 배치되는 동일한 집적 회로들(IC)에 전기적으로 결합된다. 일부 경우에, IC들(440, 445) 각각은 별개의 식별 번호를 갖는다.

[0079] 일부 구성에서, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 기판에 수직인 방향으로 서로에 대해 수직으로 오프셋된다. 일부 경우에, 제1 및 제2 안테나들(420, 425) 각각은 제1 및 제2 안테나들 중 다른 하나와 실질적으로 중첩된다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 실질적으로 동일하다.

[0080] 도 4b에 도시된 예에서, 평면도에서, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 서로 중첩된다. 일부 구성에서, 기판(410)은 기판의 최외주에 의해 둘러싸인 상부 표면 영역을 가지며, 평면도에서, 제1 및 제2 안테나들(420, 425)은 기판의 상부 표면 영역의 대다수에 걸쳐 연장된다.

[0081] 도 5는 다수의 센서 및 단일 안테나를 갖는 무선 감지 디바이스의 일 실시 형태의 단순화된 개략도를 도시한다. 무선 감지 디바이스(500)는 기판(510), 안테나(520), 안테나(520)에 전자적으로 결합되는 제1 제어 회로(530), 제1 제어 회로(530)에 전자적으로 결합되는 제1 감지 회로(540), 안테나(520)에 결합되는 제2 제어 회로(550), 및 제2 제어 회로(550)에 전자적으로 결합되는 제2 감지 회로(560)를 포함한다. 제1 및/또는 제2 제어 회로(530, 550)는 송수신기, 마이크로프로세서, 고유 식별자를 저장하는 메모리, 에너지 수확 디바이스, 에너지 저장 디바이스 중 하나 이상의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 제1 및/또는 제2 감지 회로들(540, 560)은 여기 디바이스들 및 센서들 중 하나 이상의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 여기 디바이스를 포함하는 감지 회로의 실시 형태에서, 감지 회로의 센서는 여기 디바이스가 활성화되기 전 및/또는 후에 감지 신호를 생성한다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 감지 회로들(540, 560)은 차동 또는 공간 현상의 센서 데이터에 응답하여 감지 신호를 제

공하며, 여기서 센서들의 공간 분포는 무선 감지 디바이스(500)의 구성을 통해 제어될 수 있다.

- [0082] 도 6a는 모바일 감지 시스템(600)의 일 실시 형태를 도시한다. 모바일 감지 시스템(600)은 모바일 디바이스(610) 및 하나 이상의 무선 감지 디바이스(620)를 포함한다. 무선 감지 디바이스(620)는 본 개시내용에서 설명된 무선 감지 디바이스 구성들 중 임의의 하나 또는 조합을 사용할 수 있다. 도시된 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(620)는 안테나(635), 에너지 수확 디바이스(630), 여기 디바이스(640), 및 센서(650)를 포함한다. 일부 경우에서, 에너지 수확 디바이스(630)는 여기 디바이스(640)에 전자적으로 결합되어 전력을 여기 디바이스(640)에 제공한다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(620)는 물체의 열 특성을 측정하고 무선 감지 디바이스가 질의될 때 온도와 연관된 데이터 신호를 전송하도록 구성된다. 예를 들어, 무선 감지 디바이스(620)는 관심 물체와 열 접촉한다. 다른 예로서, 무선 감지 디바이스(620)는 착용 시 인간의 피부에 매우 근접하게 위치할 착용 가능한 전자 디바이스이다. 판독기(618)는 무선 감지 디바이스에 질의하고 데이터 신호를 수신하도록 구성되는 모바일 디바이스(610)에 연결되거나 그와 통합된다. 모바일 디바이스(610) 내의 프로세서(도 6a에 도시되지 않음)는 판독기에 전자적으로 결합된다. 프로세서는 데이터 신호에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하도록 구성된다.
- [0083] 일부 실시 형태에서, 여기 디바이스는 에너지 수확 디바이스(630) 또는 의도적인 방사선 소스로부터의 전력 변조에 의해 조절될 수 있다. 일부 경우에, 무선 감지 디바이스(620)는 무선 주파수(RF) 감지 디바이스이고, 판독기(618)는 RF 판독기이다. 일부 구현예에서, RF 판독기는 무선 감지 디바이스(620)에 인가되는 전력의 양을 선택적으로 변경하기 위해 그 전자기장 출력의 듀티 사이클 및/또는 진폭을 변경할 수 있다. 다른 예로서, 모바일 디바이스(610)는 광원을 무선 감지 디바이스(620)에 제공할 수 있다. 이러한 예에서, 모바일 디바이스 LED는 무선 감지 디바이스(620)로 향하는 광 출력의 듀티 사이클 또는 진폭을 변경할 수 있다. 이러한 변조는 감지 정보 또는 전력 정보에 기초하거나 또는 판독기(618) 또는 모바일 디바이스(610)로 다시 전달되는 둘 모두에 기초하여 행해질 수 있다. 대안적으로, 이러한 변조는 RF 판독기에 의한 임피던스의 측정치에 기초하여 행해질 수 있다. 일부 경우에, 공진 주파수, 공진 품질 인자, 및 임피던스 크기의 최대 값과 같은 측정된 임피던스의 다양한 파라미터가 무선 감지 디바이스(620)에 전달되는 전력의 양을 추정하는 데 사용될 수 있으며, 이 추정은 기하학, 정렬, 및 상대적인 배향에, 그리고 환경 인자로 인한 공진 파라미터의 변화에 기초한 판독기와 회로 사이의 결합과 같은 변수로 인해 중요할 수 있다.
- [0084] 도 6a의 예에서, 모바일 디바이스(610)는 모바일 폰으로서 도시된다. 그러나, 다른 예에서, 모바일 디바이스(610)는 태블릿 컴퓨터, PDA(personal digital assistant), 랩톱 컴퓨터, 미디어 플레이어, 이북 리더, 착용 가능한 컴퓨팅 디바이스(예컨대, 시계, 안경류, 장갑), 또는 본 명세서에 기술된 기술을 수행하기에 적합한 임의의 다른 유형의 모바일 또는 비모바일 컴퓨팅 디바이스일 수 있다.
- [0085] 도 6b는 본 명세서에 설명된 기술들에 따라 동작하는 모바일 디바이스(610) 및 무선 감지 디바이스(620)를 포함하는 모바일 감지 시스템의 예를 도시하는 블록도를 도시한다. 예를 들어, 도 6b의 모바일 디바이스는 도 6a의 모바일 디바이스(610)에 대해 기술될 것이고, 동일한 라벨을 갖는 무선 감지 디바이스(620)의 컴포넌트는 도 6a의 대응하는 컴포넌트들과 동일한 또는 유사한 구성, 조성, 기능 및/또는 관계를 가질 수 있다.
- [0086] 이 예에서, 모바일 디바이스(610)는 디바이스의 동작을 위한 코어 기능을 제공하는 다양한 하드웨어 컴포넌트를 포함한다. 예를 들어, 모바일 디바이스(610)는 통상적으로 정적, 랜덤 액세스 메모리(SRAM) 디바이스 또는 플래시 메모리 디바이스와 같은 컴퓨터 판독가능 매체 또는 데이터 저장소(668)에 저장되는 실행가능 명령어들(즉, 프로그램 코드)에 따라 동작하도록 구성된 하나 이상의 프로그램가능 프로세서(670)를 포함한다. I/O(676)는 키보드, 카메라 버튼, 전원 버튼, 볼륨 버튼, 홈 버튼, 뒤로 버튼, 메뉴 버튼, 또는 프리젠테이션 디바이스와 같은 하나 이상의 디바이스를 포함할 수 있다. 모바일 디바이스(610)는 도 6b에 도시되지 않은 추가적인 이산 디지털 로직 또는 아날로그 회로부를 포함할 수 있다.
- [0087] 일반적으로, 운영 체제(664)는 프로세서(670) 상에서 실행되고 센서 애플리케이션(678)을 포함하는 하나 이상의 사용자 애플리케이션(677)(통상적으로 "앱"이라고 함)에 대한 운영 환경을 제공한다. 사용자 애플리케이션(677)은 예를 들어 프로세서(670)에 의한 실행을 위해 컴퓨터 판독가능 저장 디바이스(예컨대, 데이터 저장소(668))에 저장된 실행가능 프로그램 코드를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 사용자 애플리케이션(677)은 펌웨어를 포함할 수 있거나, 일부 예에서, 이산 로직으로 구현될 수 있다.
- [0088] 동작 시, 모바일 디바이스(610)는 무선 감지 디바이스(620)로부터 데이터를 수신한다. 예를 들어, 판독기(618)는 무선 감지 디바이스(620)에 질의하고 감지 신호를 수신하여 감지 신호를 프로세서(670)에 제공할 수 있다. 일반적으로, 모바일 디바이스(610)는 센서 애플리케이션(678) 및/또는 다른 사용자 애플리케이션(677)에 의한

엑세스 및 처리를 위해 데이터 저장소(668)에 센서 데이터를 저장한다.

[0089] 물체 또는 재료의 열 특성은 예를 들어, 도 6a에 도시된 감지 시스템, 또는 도 1a에 도시된 감지 디바이스 내의 열 센서에 의해 수집되는 데이터에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 열원과 열 접촉하는 재료의 열 전도율, 열 확산율 및 열용량은 분석 프레임워크 및 기하학, 기타 재료 특성 등과 관련된 파라미터를 포함하는 교정 정보와 함께 입력 전력 및 온도 프로파일을 시간의 함수로서 알게 함으로써 결정될 수 있다. 복합 재료의 유효 열 특성이 유사하게 결정될 수 있다.

[0090] 열원과의 열 접촉에서 재료의 열 전도율과 열 확산율을 계산하는 한 가지 방법은 과도 평면 소스(TPS) 분석을 사용하는 것이다. 이 방법은 열원을 평면 소스로서 표현할 수 있는 경우에 일반적으로 채용된다. 실험은 열원에 전력을 인가하고 전력 및 온도-시간 프로파일을 측정하는 것으로 구성된다. 측정된 온도-시간 프로파일의 예가 도 8b에 도시되어 있다. 사각형 평면의 과도 가열은 식 (1)을 따르는 것으로 나타났다:

[0091]
$$\Delta T(\tau) = \frac{P_o}{4a \cdot \text{sqrt}(\pi) \cdot k} H(\tau), \quad (1)$$

[0092] 여기서, $\Delta T(\tau)$ 는 히터의 평균 온도 상승이고, P_o 는 인가된 전력이고, $2a$ 는 사각 열원의 한 변의 길이이고, k 는 히터의 열 접촉인 재료의 등방성 열전도율이고, $H(\tau)$ 는 무차원 특정 시상수이며, τ 는 식 (2)에서 정의된다:

[0093]
$$\tau = \left(\frac{\alpha t}{a^2}\right)^{1/2}, \quad (2)$$

[0094] 여기서 a 는 히터와의 열 접촉인 재료의 열 확산율이며 t 는 시간이다. $H(\tau)$ 는 무차원 특정 시상수이며 식 (3)과 같이 계산될 수 있다:

[0095]
$$H(\tau) = \int_0^\tau dv \left\{ \text{erf}(v^{-1}) - \pi^{-1/2} v [1 - \exp(-v^{-2})] \right\}^2 \quad (3)$$

[0096] 열 전도율은 식 (4)로부터 결정될 수 있다:

[0097]
$$k = \frac{P_o}{4a \cdot \text{sqrt}(\pi) \cdot \Delta T_{ss}} H(\tau = \infty), \quad (4)$$

[0098] 여기서 ΔT_{ss} 는 정상 상태 온도 변화이다. 도 8b에 따르면, 정상 상태 온도 변화는 10.59°C이다. $a = 0.0025\text{m}$, 일정한 인가 전력 0.01W, 및 $H(\tau = \infty)$ 를 사용하면, 주변 재료의 열 전도율은 0.044 W/mK로 계산된다.

[0099] 열 확산율은 최소 제곱 피팅 방법(다른 방법이 사용될 수 있음)으로도 도 8b의 데이터 세트에 식 (1)을 맞추기 위한 반복적인 방법을 통해 전체 온도-시간 응답으로부터 계산될 수 있다. 이 방법으로, 열 확산율은 $20 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 로 결정되었다.

[0100] 주변 재료의 밀도가 식 (5)에 따라 알려지면 주변 재료의 열용량(C_p)이 계산될 수 있다:

[0101]
$$C_p = \frac{k}{\rho \alpha}, \quad (5)$$

[0102] 예를 들어, 주변 재료의 밀도가 1200 g/m³인 경우, 열용량은 주변 재료의 1.83 J/gK이다. 열 특성 측정에 대한 자세한 내용은 예를 들어 Gustafsson S.E.의 저널 기사 [*Transient plane source techniques for thermal conductivity and thermal diffusivity measurements of solid materials*, Rev. Sci.Instrum., Volume 62, pp.797-804, 1991]에서 발견될 수 있으며, 이는 그 전문에 참고로 편입되어 있다.

[0103] 도 6c는 무선 감지 시스템(600C)의 일 실시 형태를 도시한다. 무선 감지 시스템(600C)은 관독기(618C) 및 물체의 물리적 특성을 측정할 수 있는 하나 이상의 무선 감지 디바이스(620C)(즉, 도시된 하나의 감지 디바이스)를 포함한다. 일부 경우에, 무선 감지 시스템(600C)은 컴퓨팅 디바이스(610C)를 포함하며, 여기서 관독기(618C)는 컴퓨팅 디바이스(610C)에 연결되거나 그와 통합된다. 컴퓨팅 디바이스(610C)는 하나 이상의 프로세서, 마이크

로프로세서, 컴퓨터, 서버, 및 다른 주변 디바이스를 포함할 수 있다. 무선 감지 디바이스는 본 개시내용에서 설명된 무선 감지 디바이스 구성 중 임의의 하나 또는 조합을 사용할 수 있다. 도시된 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(620C)는 무선 송수신기(632C) 및 무선 송수신기(632C)에 전자적으로 결합되는 안테나(635C), 여기 디바이스(640C), 및 무선 송수신기(632C)에 전자적으로 결합되는 센서(650C)를 포함하는 무선 디바이스(630C)를 포함한다. 일부 경우에, 안테나(635C)는 여기 디바이스(640C)에 전자적으로 결합되어 전력을 여기 디바이스(640C)에 제공한다. 일부 다른 경우에, 판독기(618C)는 활성화 신호(615C)를 무선 감지 디바이스(620C)에 전송하여 여기 디바이스(640C)를 활성화시킨다. 일부 실시 형태에서, 센서(650C)는 물체의 물리적 특성과 연관된 감지 신호를 생성하고, 무선 송수신기(632C)는 안테나(635C)를 통해 감지 신호와 연관된 데이터 신호(613C)를 전송하도록 구성된다. 판독기(618C)는 데이터 신호(613C)를 수신하도록 구성된다. 일부 실시 형태에서, 컴퓨팅 디바이스(610C)는 데이터 신호(613C)에 기초하여 물체의 물리적 특성을 결정하도록 구성된다. 일부 구현예에서, 판독기(618C)는 데이터 신호(613C)에 기초하여 활성화 신호(615C)를 조정하도록 추가로 구성된다.

[0104] 예로서, 무선 감지 디바이스(620C)는 열원(640C) 및 열 센서(650C)를 포함하며, 여기서 열원(640C) 및 열 센서(650C)는 관심 물체와 열 접촉한다. 일부 경우에, 무선 감지 디바이스(620C)는 열원(640C) 및 열 센서(650C) 둘다로서 온도 의존 저항기를 사용할 수 있다. 이 저항기에 전력이 전달되면, 열 에너지가 생성되고 이러한 동일한 저항기의 저항 측정치는 온도를 측정하는 데 사용될 수 있다. 이 저항기를 사용하여 열 여기를 생성할 때 비교적 큰 양의 전력을 이 저항기에 전달하는 것이 유리할 수 있다. 온도 측정 중 가열을 최소화하기 위해 이 저항기의 저항을 측정할 때 비교적 적은 전력이 저항기에 전달될 수 있다.

[0105] 이 저항기로 전달되는 전력을 제어하는 것은 무선 감지 디바이스가 부착된 물체의 열 특성을 결정하는 데 유용할 수 있다. 도 8c는 열원에 전달되는 전력을 제어하는 유용성을 나타내는 개념 예이다. 이 예는 3개의 순차적 시간 간격(sequential time interval), 즉 0 내지 0.1 초의 시간 간격 1, 0.1 내지 0.5 초의 시간 간격 2, 및 0.5 내지 1.0 초의 시간 간격 3을 포함한다. 시간 간격 1과 시간 간격 3 동안, 저항기에 전달되는 전력은 비교적 작지만, 온도를 결정하기 위해 저항을 측정하기에 적절하다. 시간 간격 2 동안, 저항기에 전달되는 전력은 비교적 크며, 즉 10 mW이다. 시간 간격 2 동안, 저항기의 저항은 10 옴에서 거의 11 옴까지 증가하는 것을 볼 수 있다. 시간 간격 3 동안, 저항기의 저항은 거의 11 옴 아래에서 10 옴 약간 위까지 감소되는 것을 볼 수 있다. 컨덕턴스, 용량 및 확산율과 같은 열 특성은 설명된 TPS 분석을 사용하는 것과 같은 이러한 유형의 커브로부터 결정될 수 있다.

[0106] 일부 실시 형태에서, 판독기(618C) 및/또는 무선 감지 디바이스(620C) 내의 제어 회로는 시간이 지남에 따라 여기(즉, 여기 디바이스에 전력 공급)의 크기를 제어한다. 일부 경우에, 판독기(618C) 및/또는 무선 감지 디바이스(620C) 내의 제어 회로는 시간이 지남에 따라 측정된 센서 신호 변화에 응답하여 여기를 제어한다. 예를 들어, 센서 신호의 변화가 적절하지 않은 경우, 판독기(618C) 및/또는 무선 감지 디바이스(620C) 내의 제어 회로는 여기의 크기 또는 지속시간을 증가시킬 수 있으며; 센서 신호의 변화가 큰 경우, 판독기(618C) 및/또는 무선 감지 디바이스(620C) 내의 제어 회로는, 예를 들어, 응답이 감지 시스템의 동적 범위 내에서 남아있는 것을 보장하기 위해 여기의 크기 또는 지속시간을 감소시킬 수 있다. 일부 경우에, 판독기(618C) 및/또는 무선 감지 디바이스(620C) 내의 제어 회로는 알려진 값 또는 알려진 전력-시간 프로파일을 갖는 일정한 전력을 제공함으로써 여기를 제어한다.

[0107] 도 6d는 둘 이상의 무선 감지 디바이스를 갖는 무선 감지 시스템(600D)의 일 실시 형태를 도시한다. 무선 감지 시스템(600D)은 판독기(618D) 및 셋 이상의 감지 디바이스(620D)를 포함한다. 일부 경우에, 무선 감지 시스템(600D)은 컴퓨팅 디바이스(610D)를 포함하며, 여기서 판독기(618D)는 컴퓨팅 디바이스(610D)에 연결되거나 그와 통합된다. 컴퓨팅 디바이스(610D)는 하나 이상의 프로세서, 마이크로프로세서, 컴퓨터, 서버, 및 다른 주변 디바이스를 포함할 수 있다. 감지 디바이스(620D)는 본 개시내용에서 설명된 무선 감지 디바이스 구성들 중 임의의 하나 또는 조합을 사용할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 판독기(618D)는 감지 디바이스들(620D) 중 적어도 일부에 활성화 신호를 전송하여 감지 디바이스들(620D) 내의 여기 디바이스들(도시되지 않음)을 활성화하도록 구성된다. 또한, 판독기(618D)는 감지 디바이스(620D)로부터 데이터 신호를 수신하도록 구성된다. 일부 경우에, 감지 디바이스들(620D) 중 적어도 일부는 서로 상이한 위치에 배치된다. 일부 구성에서, 판독기(618D)는 감지 디바이스(620D)의 위치와 관련된 패턴으로 감지 디바이스(620D) 각각으로의 활성화 신호의 전송을 조정하도록, 예를 들어 개별적으로, 동시에 또는 다른 시간적 또는 공간적 패턴으로 여기 디바이스를 활성화하도록 구성된다.

[0108] 일부 실시 형태에서, 감지 디바이스들(620D) 중 적어도 일부는 물체에 근접하게 배치되고, 컴퓨팅 디바이스(610D)는 감지 디바이스(620D)에 의해 생성된 데이터 신호에 기초하여 물체의 물리적 특성을 결정하도록 구성된다.

다. 일부 경우에, 감지 디바이스들(620D) 중 적어도 하나는 물체의 물리적 특성과는 독립적인 기준 센서 신호에 대응하는 기준 데이터 신호를 전송하도록 구성되고, 컴퓨팅 디바이스(610D)는 기준 데이터 신호를 사용하여 물체의 물리적 특성을 결정한다.

[0109] 일부 실시 형태에서, 감지 디바이스들(620D) 중 일부는 여기 디바이스만 포함하지만 센서는 포함하지 않으며, 이는 작동 디바이스라고도 지칭된다. 일부 경우에, 작동 디바이스는 센서를 포함하는 감지 디바이스와는 상이한 위치에 배치된다. 이러한 실시 형태에서, 판독기(618D)는 활성화 신호(615D)를 작동 디바이스에 전송하여 여기 디바이스를 활성화시키고 감지 디바이스로부터 데이터 신호(613D)를 수신하도록 구성된다.

[0110] 도 7a는 무선 감지 디바이스 및/또는 시스템, 예를 들어 도 1a에 도시된 무선 감지 디바이스 또는 도 6a에 도시된 무선 감지 시스템의 일 실시 형태의 동작에 대한 예시적인 흐름도를 도시한다. 먼저, 에너지 수확 디바이스는 전력을 수신하고 변환한다(단계(710A)). 다음으로, 센서는 온도 $T(0)$ 를 나타내는 초기 센서 신호를 생성한다(단계(715A)). 에너지 수확 디바이스는 전력을 열원에 제공하며(단계(720A)), 이는 단계(715A)와 거의 동시에 어느 순서로든 또한 발생할 수 있다. 이어서, 센서는 온도 $T(n)$ 를 나타내는 센서 신호를 생성한다(단계(725A)). 무선 감지 디바이스의 제어 회로 또는 센서 신호를 수신하는 컴퓨팅 디바이스는 온도 차이 $\Delta T = T(n) - T(0)$ 를 나타내는 신호, 및 온도 변화율 $dT/dn = T(n) - T(n-1)$ 를 나타내는 신호를 계산한다(단계(730A)). 제어 회로 또는 컴퓨팅 디바이스는 열 정상 상태(thermal steady state)에 도달했는지 여부를 결정하며, 여기서 dT/dn 은 미리결정된 임계치 이하이고/이거나 다른 조건들이다. 정상 상태에 도달하지 않으면, 센서는 온도를 나타내는 센서 신호 $T(n)$ 를 계속 생성한다(단계(725A)). 정상 상태에 도달하면, 제어 회로 또는 컴퓨팅 디바이스는 ΔT 에 기초하여 열 특성을 계산하고(단계(750A)), 열원을 비활성화시킬 수 있다.

[0111] 도 7b는 2개의 센서를 갖는 무선 감지 디바이스 또는 시스템, 예를 들어 도 1b에 도시된 무선 감지 디바이스 또는 도 6d에 도시된 무선 감지 시스템의 일 실시 형태의 동작에 대한 예시적인 흐름도를 도시한다. 일부 실시 형태에서, 유사한 단계들을 사용하여 열 특성을 결정하기 위해 셋 이상의 센서들이 무선 감지 디바이스 또는 시스템에 포함될 수 있다. 먼저, 에너지 수확 디바이스는 전력을 수신하고 변환한다(단계(710B)). 다음에, 2개의 센서는 온도 $T_1(0)$ 및 $T_2(0)$ 를 나타내는 초기 센서 신호를 생성한다(단계(715B)). 에너지 수확 디바이스는 전력을 열원(들)에 제공하며(단계(720B)), 이는 단계(715B)와 거의 동시에 어느 순서로든 또한 발생할 수 있다. 다음에, 센서들은 온도를 나타내는 온도들 $T_1(n)$ 및 $T_2(n)$ 를 나타내는 센서 신호를 생성한다(단계(725B)). 무선 감지 디바이스의 제어 회로 또는 센서 신호를 수신하는 컴퓨팅 디바이스는 2개의 센서에 의해 각각 측정된 초기 온도에 대한 온도 차이를 나타내는 신호를 계산하고($\Delta T_1 = T_1(n) - T_1(0)$, $\Delta T_2 = T_2(n) - T_2(0)$), 2개의 센서에 의해 각각 측정된 온도 변화율을 나타내는 신호를 계산한다($dT_1/dn = T_1(n) - T_1(n-1)$, $dT_2/dn = T_2(n) - T_2(n-1)$)(단계(730B)). 제어 회로 또는 컴퓨팅 디바이스는 열 정상 상태에 도달했는지를 결정하고, 여기서 dT_1/dn 및/또는 dT_2/dn 은 미리결정된 임계치 미만이고/이거나 다른 조건들이다. 정상 상태에 도달하지 않으면, 센서들은 센서 신호 $T_{1,2}(n)$ 를 계속해서 생성한다(단계(725B)). 정상 상태에 도달하면, 제어 회로 또는 컴퓨팅 디바이스는 $\Delta T_{1,2}$ 에 기초하여 하나 이상의 열 특성을 계산하고(단계(750B)), 열원을 비활성화시킬 수 있다.

[0112] 도 9a는 수화 감지 시스템(900)의 일 실시 형태를 도시한다. 수화 감지 시스템(900)은 계산 디바이스(910), 판독기(918), 및 하나 이상의 무선 감지 디바이스(920)를 포함하며, 이는 사람(960)의 피부와 열 접촉하여 배치될 수 있거나 재료의 액체 함량을 결정하는 데 사용될 수 있다. 일부 경우에, 판독기(918)는 컴퓨팅 디바이스(910)에 연결되거나 그와 통합된다. 컴퓨팅 디바이스(910)는 하나 이상의 프로세서, 마이크로프로세서, 컴퓨터, 서버, 및 다른 주변 디바이스들을 포함할 수 있다. 무선 감지 디바이스(920)는 본 개시내용에서 설명된 무선 감지 디바이스 구성들 중 임의의 하나 또는 조합을 사용할 수 있다. 도시된 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(920)는 기관(930), RF 회로(932), 기관(930) 상에 배치되고 RF 회로(932)에 전자적으로 결합되는 안테나(935), 열원(940), 및 열원(940)에 열적으로 결합되고 열원(940)의 온도를 감지하기 위한 센서(950)를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 열원(940)이 목표 영역에 열적으로 결합되는 경우, 무선 감지 디바이스(920)는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로(932)는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원(940)에 전달하고, 센서(950)는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, RF 회로(932)는 열원 온도의 감지된 시간 변화를 무선으로 전송한다. 판독기(918)는 열원 온도의 감지된 시간 변화를 수신하도록 구성되고, 컴퓨팅 디바이스(910)는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초한 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 결정하도록 구성된다. 일부 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(920)는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초한 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 결정하는 프로세서를 포함한다.

[0113] 도 9b는 일정한 입력 전력 이전, 동안, 및 이후 열원의 개략적인 온도-시간 프로파일을 도시한다. 프로파일의 시간 스케일 및 온도 상승은 열원의 인가된 전력, 형상 및 열 특성, 및 열원과의 열 접촉에서 주변 재료의 열 특성의 함수이다. 정량적 열 측정의 경우, 열원의 열 및 기하학적 특성이 필요하다. 도 9b에 도시된 바와 같이, 온도-시간 프로파일은 3개의 별개의 영역으로 분리될 수 있다. 제1 영역은 온도 상승이 관측되는 비정상 상태 가열 영역이다. 이 영역에서, 주변 재료의 열 확산율은 온도 증가율로부터 결정될 수 있다. 프로파일의 제2 영역은 정상 상태 영역 - 최대 및 정상 상태 온도에 도달하는 영역 - 이다. 이 영역에 대하여, 주변 재료의 열 전도율이 결정될 수 있다. 정상 상태에서의 온도는 재료의 열 전도율에 반비례한다. 제3 영역은 열원에 인가된 전력을 제거한 후 비정상 상태 냉각 영역이다. 제1 영역과 유사하게, 온도 감소율은 주변 재료의 열 확산율을 측정하는 데 사용될 수 있다. 도 9b는 히터에 대한 온도-시간 프로파일을 도시하지만, 본 명세서에 기술된 실시 형태는 냉각기로서의 열원에 적용된다.

[0114] 일부 경우에, 재료 또는 물체의 유효 열 특성은 수분 함량에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 생물학적 세포 및 조직을 갖는 인간 또는 다른 포유 동물의 피부와 같은 피부의 영역이 물의 특정 분율과 함께 존재하며, 피부의 영역의 유효 열 전도율은 그 영역 내의 물 대 조직의 비율에 비례하여 달라질 것이다. 피부의 수분(또는 수화) 레벨의 결정은 열 확산율, 열 전도율, 열용량 또는 이들의 조합의 측정된 값(들)에 기초한 룩업 테이블 또는 분석 방정식, 또는 값(들)에 비례하는 인덱스를 통해 결정될 수 있다. 예를 들어, 건조한 인간 피부의 열 전도율은 0.2 내지 0.3 W/m-K 정도일 수 있고; 정상적인 인간 피부의 열 전도율은 0.3 내지 0.4 W/mK 정도일 수 있고; 수화된 인간 피부의 열 전도율은 0.4 내지 0.55 W/m-K 정도일 수 있으며; 인간 땀의 열 전도율은 0.55 내지 0.7 W/m-K 범위 내에 있을 수 있다.

[0115] 예를 들어, [Skin Thermal Conductivity A Reliable Index of Skin Blood Flow and Skin Hydration, A. DITTMAR, Laboratory of Thermoregulation, U.A. 181 C.N.R.S., Lyon, France, April 5, 1989]에 논의된 분석적 접근법은 식 (6)을 통해 피부의 열 전도율(k_{skin})로부터 피부의 수분 함량을 측정하는 것이 보고되었다.

[0116]
$$\% \text{ 수분 함량} = \frac{1}{6}(k_{skin} - \%(\text{지질} + \text{단백질})1.8) \quad (6)$$

[0117] 본 명세서에 설명된 무선 감지 디바이스 중 임의의 것 또는 무선 감지 시스템 중 임의의 것을 사용하여 수화 레벨을 결정하기 위한 예시적인 흐름도가 도 7c에 도시되어 있다. 일부 단계들, 예를 들어 단계(710C), 단계(727C)는 감지 시스템의 옵션의 단계들이다. 먼저, 무선 감지 디바이스는 열원이 활성화되기 전에 또는 열원이 막 활성화될 때 제1 센서 신호를 생성한다(단계(710C)). 다음에, 열원이 활성화된다(단계(715C)). 무선 감지 디바이스는 일련의 감지 신호들을 생성한다(단계(720C)). 무선 감지 디바이스 또는 시스템은 일련의 감지 신호들의 적어도 일부에 기초하여 열 특성을 결정한다(단계(730C)). 열 특성은 예를 들어, 열 전도율, 열용량, 열 확산율 등을 포함할 수 있다. 무선 감지 디바이스 또는 시스템은 결정된 열 특성 및 기준 데이터(740C)에 기초하여 물체의 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 추가로 생성한다. 기준 데이터는 분석 함수, 룩업 테이블, 행렬, 상수 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0118] 일부 경우에, 무선 감지 디바이스 또는 시스템은 일련의 직렬 신호들을 사용하여 열 정상 상태에 도달했는지, 예를 들어 센서 신호의 변화율이 미리결정된 임계치보다 작은지 여부를 평가한다(단계(723C)). 일부 경우에, 무선 감지 디바이스 또는 시스템은 제1 센서 신호 및 열 정상 상태에 도달한 때 또는 이후에 생성된 센서 신호에 기초하여 물체의 열 전도율을 결정하며, 여기서 수화 표시기는 열 전도율에 기초하여 생성된다. 일부 구현 예에서, 열원은 열 정상 상태에 도달한 후에 비활성화된다(단계(725C)). 감지 디바이스는 열원이 비활성화된 후에 일련의 냉각 감지 신호들을 생성한다(단계(727C)). 일부 경우에, 무선 감지 디바이스 또는 시스템은 일련의 냉각 감지 신호들 중 적어도 일부에 기초하여 물체의 열 확산율을 결정하며, 여기서 수화 표시기는 열 확산율에 기초하여 생성된다.

[0119] 일부 실시 형태에서, 도 9c 및 도 9d에 도시된 바와 같이, 무선 감지 디바이스(920C)는 액체 레벨을 측정하도록 설계될 수 있다. 무선 감지 디바이스(920C)는 땀, 상처의 삼출물, 응축액, 발한, 오일 등과 같은 액체를 흡수할 수 있는 흡수 요소(945)를 포함한다. 도 9c에 도시된 바와 같은 실시 형태에서, 흡수 요소(945)는 센서(950)에 열적으로 결합되는 열원(940)과 열 접촉한다. 도 9d는, 예를 들어 통합된 컴포넌트일 수 있는, 열원(940) 및 열 센서(950)와 열 접촉하는 흡수 요소(945)를 포함하는 무선 감지 디바이스(920C)의 다른 예를 도시한다. 일부 경우에, 흡수 요소(945) 및 열원(940)/열 센서(950)는 서로 근접하게 배치되어 열 접촉을 형성한다. 일부 다른 경우에, 흡수 요소(945) 및 열원(940)/열 센서(950)는 물리적 접촉한다. 일부 경우에, 열원(940)/열 센서(950)는 흡수 요소(945) 상에 또는 적어도 부분적으로 흡수 요소(945) 내에 배치된다. 흡수

요소는 예를 들어 다공성 재료, 천연 또는 합성 스폰지, 물-흡수 겔, 초흡수성 중합체, 폼, 거즈, 부직포 패치 등과 같은 흡수 재료(들)를 포함할 수 있다. 스폰지는 셀룰로스, 폴리에스테르 또는 다른 중합체로 제조될 수 있다. 초흡수성 중합체는 예를 들어 폴리아크릴레이트/ 폴리아크릴아미드 공중합체, 폴리비닐 알코올 공중합체 등을 포함할 수 있다. 무선 감지 디바이스(920C)는 다른 컴포넌트, 예를 들어 도 9a에 도시된 무선 감지 디바이스(920) 내의 컴포넌트들을 포함할 수 있다.

[0120] 일 실시 형태에서, 무선 감지 디바이스(920C)는 RF 센서를 포함하며, 이는 기관, 기관 상에 배치되는 안테나, 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함-, 흡수 재료를 포함하는 흡수 요소(예컨대, 945), RF 회로에 전기적으로 결합되고 흡수 요소에 열적으로 결합되는 열원(예컨대, 940), 및 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소(예컨대, 950)를 포함함으로써, 흡수 요소가 액체를 흡수하는 데 사용된 후에, RF 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 액체 레벨을 나타내는 표시기를 결정한다. 무선 감지 디바이스 또는 시스템을 도 7c에 도시된 것과 유사한 흐름도를 사용하여 센서 데이터를 수집하고 액체 레벨을 나타내는 표시기를 결정할 수 있다.

[0121] 예

[0122] 예 1

[0123] 무선 감지 디바이스 - 조립체 및 온도 상승률

[0124] 도 10에 도시된 바와 같이, 다음 방식으로 무선 감지 디바이스(1000)를 조립하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키(Digikay)로부터 획득한 온도 센서(1020)를 갖는 5.0 mm × 5.0 mm × 0.9 mm AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로를, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 고체 에나멜 코팅된 26 AWG 구리 와이어로 구성된 루프 안테나(1030)에 전기적으로 연결하였다. 직경 90 mm의 고체 에나멜 코팅된 26 AWG 구리 와이어의 4회 원형 권선으로 루프 안테나(1030)를 생성하였다. 온도 센서(1020)를 갖는 AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로를, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 값 850 Ω의 1.0 mm × 0.5 mm × 0.4 mm 0402-크기의 저항기(1050)에 또한 전기적으로 연결하였다. 루프 안테나(1030)를 핀(5, 6)("ANT1", "ANT2")에 연결하였고, 저항기를 온도 센서(1020)를 갖는 AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로의 단자들(3("VEXT"), 12("VSS"))을 가로질러 연결하였다.

[0125] 전압(V)이 최대 3.4V에 도달할 때 4 mA의 최대 특정 값으로 열원 전류(I)를 제한하도록 표면 실장 저항기의 값을 선택하였다. 이는 관독기에 의해 방출되는 최대 자기장에 무선 감지 디바이스(1000)를 위치시키고 저항기에 13.6 mW(예컨대, P=VI)의 열원 전력을 제공했을 때 발생했다. 일반적으로, 진공 상태에서 13.6 mW를 방출하거나 주변 환경으로의 최소 열 전달을 갖는 0402-크기의 저항기 컴포넌트는 초 당 대략 22.6℃의 초기 온도 상승률을 경험할 것이다. 대안적으로, 유사한 환경 조건에 있고 온도 센서(1020)를 갖는 AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로에 열적으로 연결되면, 초기 온도 상승률은 SL13A 패키지의 훨씬 더 큰 부피로 인해 초 당 약 0.4℃로 감소될 것이다. 식 (6)을 사용함으로써, 각각 산화 알루미늄 및 규소의 열용량에 기초하여 온도 상승률을 계산하였다:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{P}{(c_p \times \rho \times V)} \tag{6}$$

[0126]

[0127] 여기서, ΔT는 ℃ 단위의 온도이고, Δt는 초 단위의 시간이고, P는 초 당 줄 단위의 전력이고, c_p는 gram-℃ 당 줄 단위의 비열용량이고, ρ는 입방 밀리미터 당 그램 단위의 질량 밀도이며, V는 입방 밀리미터 단위의 부피이다. 계산 파라미터 및 결과는 표 2에 포함된다.

[0128] [표 2]

파라미터	0402 저항기	SL13A 패키지
전력(J/s)	1.36E-2	1.36E-2
비열 용량(J/g-°C)	8.8E-1	7.0E-1
밀도(g/cm ³)	3.90	2.33
두께(mm)	3.5E-1	9.0E-1
면적(mm ²)	5.0E-1	2.5E1
부피(mm ³)	1.75E-1	2.25E1
부피(cm ³)	1.75E-4	2.25E-2
ΔT/ Δt (°C/s)	2.26E1	3.71E-1

[0129]

[0130]

무선 감지 디바이스(1000)의 의도된 용도는 관심 재료(예컨대, 인간 피부)와 접촉할 때 유효 국부 열 컨덕턴스를 측정하는 것이다. 이러한 경우의 유도된 정상 상태 온도 상승은 식 (7)에 나타낸 바와 같이 와트 단위의 입력 전력(P)과 와트 당 °C 단위의 열 저항(R_{th})의 곱일 것이다.

[0131]

$$\Delta T = P \times R_{th} \tag{7}$$

[0132]

13.6 mW의 가열로, 그리고 0.3°C의 최소 상대 온도 측정 분해능(최소 ΔT 분해능)이 주어지면, 디바이스는 와트 당 22°C 만큼 낮은 열 저항(최소 측정 가능 R_{th}) 및 무선 감지 디바이스(1000) 최대 온도 한계가 허용되는 만큼 높은 열 저항을 측정할 수 있다; 그 표준 모드에서 60°C의 온도 측정 한계를 갖는 AMS SL13A의 경우, 13.6 mW의 가열에 대한 최대 측정 가능한 열 저항은 20°C의 주변 온도 초과와 40°C 정상 상태 편위(excursion)에 대응하는 와트 당 약 3000°C이다. 더 작은 온도 분해능 또는 더 큰 입력 전력은 표 3 및 표 4에 표시된 바와 같이 측정 가능한 최소 열 저항을 감소시킬 것이다. 본 명세서에서 이전에 설명된 과도 평면 소스 방법은 열 저항(R_{th})의 값이 히터 요소의 측면 치수 및 상수 인자에 의해 스케일 조정된 재료의 유효 열 전도율의 역 값인 예이다.

[0133]

[표 3]

전력 입력 (W)	최소 ΔT 분해능 (°C)	최소 측정가능 R _{th} (°C/W)
1.36E-2	3.0E-1	2.2E1
1.36E-2	1.0E-1	7.4
1.36E-2	5.0E-2	3.7
1.36E-2	2.0E-2	1.5
1.36E-2	1.0E-2	7.4E-1
1.36E-2	5.0E-3	3.7E-1
1.36E-2	2.0E-3	1.5E-1
1.36E-2	1.0E-3	7.0E-2

[0134]

[0135]

[표 4]

전력 입력 (W)	최소 ΔT 분해능 (°C)	최소 측정가능 R _{th} (°C/W)
1.0	1.0E-1	1.0E-1
2.0	1.0E-1	5.0E-2
5.0	1.0E-1	2.0E-2
1.0E1	1.0E-1	1.0E-2
2.0E1	1.0E-1	5.0E-3
5.0E1	1.0E-1	2.0E-3
1.0E2	1.0E-1	1.0E-3

[0136]

[0137]

예 2

[0138]

무선 감지 디바이스 - 차동

[0139]

각각 고유한 식별 번호를 갖는 제1 및 제2 집적 회로를 구비한 무선 감지 디바이스를, 도 11에 나타낸 바와 같이 단일 안테나에 전기적으로 연결하였다. 다음 방식으로 무선 감지 디바이스(1100)를 조립하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 온도 센서들(1120, 1122)을 갖는 2개의 5.0 mm × 5.0 mm × 0.9 mm AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로들을, 안테나(1130)와 집적 회로들(1120, 1122)의 병렬 연결을 허용하도록 구성된 구리 패드들 및 트레이스들을 갖는 FR4 인터페이스 보드(1160)를 통해, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 고체 에나멜 코팅된 26 AWG 구리 와이어로 구성된 루프 안테나(1130)에 전기적으로 연결하였다. 온도 센서들(1120, 1122)을 갖는 AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로들 둘다를, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 짧은 길이의 고체 에나멜 코팅된 34 AWG 구리 와이어를 사용하여 인터페이스 보드(1160)에 연결하였다. 직경 60 mm의 고체 에나멜 코팅된 26 AWG 구리 와이어의 4회 원형 권선으로 루프 안테나(1130)를 생성하였다. 의도된 인덕턴스 2.75μmH와 50pF를 이용하여 13.56MHz에서 공

진하도록 루프 안테나(1130)를 설계하였다. 60 mm 직경의 원형 코일의 실제 루프 안테나 인덕턴스는 의도한 것보다 높았으며 약 13.17 nH의 공진을 생성했으므로, 그것의 인덕턴스가 감소하여 원형 안테나를 도 11에 도시된 바와 같이 타원형으로 압축함으로써 13.56 MHz 근처의 태그 공진을 달성했다. 루프 안테나(1130)를, 인터페이스 보드(1160)를 통해 온도 센서들(1120, 1122)을 갖는 AMS SL13A 패키지 RFID 집적 회로들의 핀(5, 6)("ANT1", "ANT2")에 연결하였다. 이 예에서의 열원은 각 집적 회로와 안테나를 통한 판독기 자기장의 상호작용에 의해 유도된 각각의 집적 회로(1120, 1122) 내의 줄 열이다.

[0140] 시험 소프트웨어를 실행하는 랩톱 개인용 컴퓨터(PC)에 USB(Universal Serial Bus) 케이블을 통해 연결된, 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니로부터 획득한 3M 무선 주파수 식별(RFID) 판독기 모델 810 및 판독기 안테나 모델 870에 의해 무선 감지 디바이스(1100)를 시험하였다. 시험은 PC를 통해 판독기를 동작시켜 ISO 15693 RFID 통신 프로토콜을 사용하여 고유 보안 식별자(SID)의 존재에 대해 쿼리(query)하는 것으로 구성하였다. 소프트웨어는 고유 SID 판독의 수와 양을 보고했다. 이 구성에서는 최대 판독 범위가 18cm인 것으로 나타났다.

[0141] 도 12의 예시적인 온도 대 시간 데이터를 생성하기 위해, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 부품 번호 AS3911-DK-ST-ND로서 획득한 RFID 판독기 AMS AS3911 범용 데모 키트 Rev 1.0 및 그의 동반 PC 소프트웨어를 사용하여 무선 감지 디바이스(1100)를 또한 시험하였다. 판독기 자기장이 디스플레이되고 집적 회로들(1120, 1122)이 주로 공중에 부유하는 상태에서 판독기에 근접하여 감지 디바이스(1100)를 위치시키고 이어서 도 12의 판독기 자기장을 제로 시간에서 인에이블시키고 각 집적 회로(1120, 1122)로부터 제1 온도를 쿼리함으로써 판독기 자기장의 변조에 의해 각각의 집적 회로 내의 열원을 제어하였다. 판독기를 이용하여 집적 회로들 중 하나를 어드레싱함으로써 데이터가 주기적으로 획득되는 동안 판독기 자기장을 계속 활성화시켰으며, 이때 도 12에 도시된 상대 온도를 생성하기 위해 제1 온도를 감산하였다. 다른 집적 회로를 교대로 어드레싱함으로써 보고된 바와 같이 수집된 데이터는 유사했다.

[0142] 예 3

[0143] 무선 감지 디바이스 - 수화 모니터링(단일 권선 루프)

[0144] 도 10에 도시된 바와 같이, 다음 방식으로 무선 감지 디바이스(1000)를 조립하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 온도 센서(1020)를 갖는 5.0 mm × 5.0 mm × 0.9 mm AMS SL13A-AQFT 패키지 RFID 집적 회로를, 34 AWG 구리 인덕터 와이어를 이용하여 78 mm × 84 mm × 0.08 mm 루프 안테나(1030)에 전기적으로 연결하였다. 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M™ 컴퍼니로부터 획득한 3M™ 구리 테이프의 단일 루프를 이용하여 루프 안테나(1030)를 생성하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 병렬 커패시턴스 전체 606 pF의 0603 크기의 NPO형 세라믹 튜닝 커패시터를 루프 안테나에 연결하였다. 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M™ 컴퍼니로부터 획득한 90612 Tegaderm™ 폼 접착제 드레싱으로부터 폼의 100 mm × 100 mm × 3.3 mm 층에 무선 감지 디바이스(1000)를 부착하였다.

[0145] Tegaderm™ 폼 접착제 드레싱 층의 상태를 표시할뿐만 아니라 무선 전력을 제공하고, 온도 데이터 포인트를 분석하고, 시간-온도 임계치를 계산한 맞춤형 안드로이드(Android) 애플리케이션을 구비한 LG Nexus 5 스마트폰을 사용하여 건식 및 습식 측정치들을 획득하였다. 15 mm의 고정된 수직 간격에서 폼 접착제 드레싱과 관련하여 가로 위치로 LG Nexus 5 스마트폰을 사용하여 분석을 수행하였다.

[0146] 건조하고 폼의 저부 표면에 걸쳐 분포된 탈이온수의 제어된 양을 디스펜싱한 후에 측정들을 수행하였다. NFC 집적 회로가 거의 주변 온도로 되돌아갈 수 있도록 3분간 분리된 각 조건에 대해 각각의 측정을 3회 반복하였다. 결과는 표 5에 포함되어 있다.

[0147] [표 5]

시간 (초)	상대 온도 (ΔT)								
	건조			10 mL 물			20 mL 물		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.6	0.7	0.3	0.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3
4	1.6	1.7	1.3	1.0	1.3	0.7	0.6	0.7	0.3
6	2.0	2.4	1.7	1.3	1.3	1.3	0.8	1.0	0.7
8	2.7	2.7	2.7	1.8	2.1	1.7	0.9	1.0	0.7
10	3.2	3.4	3.1	2.0	2.4	1.7	1.1	1.3	1.0
20	5.2	5.4	5.1	3.1	3.4	2.7	1.3	1.3	1.3

[0148]

[0149] 물과의 근접성과 같은 국부 유전율(local permittivity)의 변화에 둔감하도록 구성을 설계하였다. 시험 중에 측정된 안테나 공진 조건들을 크게 변경하지 않았으며, 관찰된 메커니즘을 나타내는 것은 입력 전력의 변화보다는 열 전달의 변화에 기초한다. 각 조건에 대한 측정된 공진은 표 6에 요약되어 있다.

[0150] [표 6]

	공진 주파수 (MHz)	품질 인자
건조	13.01	46
10 mL 물	13.00	46
20 mL 물	12.92	45

[0151]

[0152] 예 4

[0153] 무선 감지 디바이스 - 수화 모니터링(4회 권선 루프)

[0154] 도 10에 도시된 바와 같이, 다음 방식으로 무선 감지 디바이스(1000)를 조립하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지털로부터 획득한 온도 센서(1020)를 갖는 5.0 mm × 5.0 mm × 0.9 mm AMS SL13A-AQFT 패키지 RFID 집적 회로를, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지털로부터 획득한 고체 에나멜 코팅된 34 AWG 구리 와이어로 구성된 루프 안테나(1030)에 전기적으로 연결하였다. 직경 50 mm의 고체 에나멜 코팅된 34 AWG 구리 와이어의 4회 원형 권선으로 루프 안테나(1030)를 생성하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지털로부터 획득한 24 pF 0603 크기의 NPO형 세라믹 튜닝 커패시터를 루프 안테나(1030)에 연결하였다. 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M™ 컴퍼니로부터 획득한 90612 Tegaderm™ 폼 접착제 드레싱으로부터 폼의 100 mm × 100 mm × 3.3 mm 층에 무선 감지 디바이스(1000)를 부착하였다.

[0155] Tegaderm™ 폼 접착제 드레싱의 상태를 표시할뿐만 아니라 무선 전력을 제공하고, 온도 데이터 포인트를 분석하고, 시간-온도 임계치를 계산한 맞춤형 안드로이드 애플리케이션을 구비한 LG Nexus 5 스마트폰을 사용하여 건식 및 습식 측정치들을 획득하였다. 15 mm의 고정된 수직 간격에서 폼 접착제 드레싱과 관련하여 가로 위치로 LG Nexus 5 스마트폰을 사용하여 분석을 수행하였다.

[0156] 건조하고 폼의 저부 표면에 걸쳐 분포된 탈이온수의 제어된 양을 디스펜싱한 후에 측정들을 수행하였다. NFC 집적 회로가 거의 주변 온도로 되돌아갈 수 있도록 3분간 분리된 각 조건에 대해 각각의 측정을 3회 반복하였다. 결과는 표 7에 포함되어 있다.

[0157] [표 7]

시간 (초)	상대 온도 (ΔT)								
	건조			10 mL 물			20 mL 물		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4	0.7	0.3	1.0	1.0	1.0	0.2	0.3	0.0
4	1.3	1.7	1.0	1.1	1.3	1.0	0.4	0.7	0.3
6	2.2	2.4	2.1	1.7	1.7	1.7	0.4	0.7	0.3
8	2.7	3.1	2.4	2.0	2.4	1.7	0.4	1.0	0.0
10	3.2	3.4	3.1	2.4	2.7	2.1	0.4	0.7	0.3
20	5.6	5.7	5.4	3.4	3.7	3.1	0.8	1.0	0.7

[0158]

[0159] 열 전달 효과는 물이 폼에 침투할 때 전달되는 전력이 적기 때문에 공진의 시프트에 의해 좌절된다. 측정된 공진은 표 8에 요약되어 있다.

[0160] [표 8]

	공진 주파수 (MHz)	품질 인자
건조	14.42	73
10 mL	13.57	27
20 mL	12.46	15

[0161]

[0162] 예 5

[0163] 무선 감지 디바이스 - 땀 모니터링

[0164] 도 6c에 표현된 바와 같이, 다음 방식으로 무선 감지 디바이스(620C)를 조립하였다. 스위스 제네바 소재의 ST 마이크로일렉트로닉스(STMicroelectronics)로부터 획득한 STM20-DD9F 초저 전류 정밀 아날로그 온도 센서(650 C)를, 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지털로부터 획득한 2개의 0402 크기의 1000 Ω 저항기들이 병

렬로 구성된 500 Ω의 저항성 열원(640C)에 열적으로 연결하였다. 3개의 12 μ m 층들, 즉 구리/폴리이미드/구리로 구성된 내부 제작된 가요성 회로의 대향 표면들 상에 온도 센서(650C) 및 저항성 열원(640C)을 위치시켰다. 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M™ 컴퍼니로부터 획득한 9836 아크릴레이트 접착 필름을 이용하여, 공칭 두께가 2.4 mm인 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M™ 컴퍼니로부터 획득한 25 mm × 25 mm MSX-6916B 개방-셀 폴리우레탄 폼의 2개의 층의 조립체의 중앙 표면에서 폼의 저부 층에 측정을 위한 센서 팀을 부착하였다. 수분 침투로부터 보호하기 위해 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M™ 컴퍼니로부터 획득한 9836 아크릴레이트 접착 필름으로 폼의 2개의 층들 중 상부 층의 내부 표면을 코팅하였다. 인쇄 회로 기판의 대향 표면들 상에 두께 17 μ m, 트레이스 폭 3.4 mm 및 외경 50 mm의 구리 트레이스의 2개의 원형 권선을 사용하여 루프 안테나(635C)를 제조하였다. 미국 미네소타주 시프 리버 폴스 소재의 디지키로부터 획득한 0603 크기의 NPO형 세라믹 튜닝 커패시터로 구성된 350pF의 병렬 커패시턴스를, 13.66 MHz의 공진 주파수 및 50의 품질 인자를 생성하기 위해 루프 안테나(635C)에 연결하였다.

[0165] 직렬 통신 인터페이스 및 비휘발성 메모리 집적 회로를 갖는 동적 NFC M24LR16E-RMC6T/2 트랜스폰더(632C)를, 둘다 스위스 제네바 소재의 ST마이크로일렉트로닉스로부터 획득한 루프 안테나에 그리고 STM32L052C8T6 마이크로컨트롤러에 전기적으로 연결하였고, 이들은 전력 및 분석 목적으로 사용하였다. 온도 센서 및 저항성 열원을 각각 마이크로컨트롤러에 전기적으로 연결하였다. ST마이크로일렉트로닉스로부터 획득한 NFC CR95HF 판독기(618C) 데모 보드를, ST마이크로일렉트로닉스로부터 또한 획득한 대응하는 M24LRxx 애플리케이션 소프트웨어를 이용하여, 측정치들을 수집하기 위해 인쇄 회로 기판 위 25 mm에 위치시켰다.

[0166] 표 9는 폼의 저부 층에 점진적으로 첨가된 탈이온수에 대한 실험 조건을 나타낸다. 각각의 경우에, 유체의 균일한 분포를 모방하기 위해, 알루미늄 판 상에 제어된 부피의 탈이온수를 디스펜싱하였다. 물방울 위에 폼의 저부 층을 위치시키고, 이어서 여러 번 압축하고 방출하여 유체를 저부 폼 층 전체에 분포시켰다. 이어서, 폼의 저부 층을 칭량하고, 주위로부터 열적 격리를 위해 폼의 상부 피스와 제조립하였고, 무선으로 전력공급된 측정을 NFC 판독기(618C) 및 무선 감지 디바이스(620C)를 이용하여 수행하였다. 무선 송수신기(632C) 내의 메모리 위치에 무선으로 기록하는 형태의 활성화 신호(615C)를 통해 NFC 판독기(618C)에 의해 측정을 트리거하였다. 열원 저항에 인가된 온도 및 전압을 무선 감지 디바이스에 일정한 간격으로 기록하였고, 데이터 신호(613C)로서 NFC 판독기에 업로드하였다. 주위 조건에서 1주일 동안 폼을 건조되게 한 후에 데이터 세트 ID "A6"을 측정하였다. "0.7 mg/cm²/min에서의 등가 분(Equivalent minutes)"에 대한 표 9의 컬럼은 분 당 평방 센티미터 당 0.7 mg의 물의 균일한 유량으로 저부 폼의 25 × 25 mm 표면에 각 개개의 물의 양이 축적될 때 걸리는 분의 시간의 양이다. "폼 1.5 cm² 부피의 물 %"에 대한 표 9의 컬럼은 입방 센티미터 당 1그램의 물 질량 밀도를 가정할 때 저부 폼 층의 부피의 백분율이다.

[0167] [표 9]

데이터 세트 ID	측정된 저부 층 폼 질량 (g)	물 질량 (g)	표면적 당 물 질량 (mg/cm ²)	0.7 mg/cm ² /min에서의 등가 분	폼 1.5 cm ² 부피의 물 %
A1	0.21	-	-	-	-
A2	0.31	0.10	15	22	6%
A3	0.39	0.18	29	41	12%
A4	0.55	0.34	54	78	23%
A5	0.82	0.61	98	139	41%
A6	0.22	0.01	2	2	1%

[0168] 결과가 표 10에 도시되고 평균 열 전력의 단위 당 상대 온도는 열 전도율 및 확산율의 증가에 기인한 유체 농도 증가에 따른 온도 상승의 감소를 나타내는 것으로서 표현된다. 상대 온도 ΔT 는 초기 온도 값으로부터의 변화로 정의된다: $T - T_I$, 여기서 T_I 는 초기 온도였다. 이 데이터 세트의 기록된 열 전력은 8.2 내지 8.8 밀리와트였고, 각 데이터 세트에 대해 평균을 계산하였다. 50 밀리초 간격으로 수집된 원시 데이터로부터 표 10의 값들을 평균하였다; 각각의 전체 초를 중심으로 1초 폭의 평균화 윈도우를 사용하였다.

[0170] [표 10]

평균 전력 당 ΔT ($^{\circ}C / mW$)

t(s)	A1	A2	A3	A4	A5	A6
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.22	0.15	0.15	0.12	0.13	0.21
2.00	0.38	0.27	0.25	0.21	0.19	0.37
3.00	0.48	0.30	0.31	0.28	0.24	0.48
4.00	0.57	0.36	0.34	0.31	0.25	0.57
5.00	0.67	0.41	0.35	0.33	0.29	0.69
6.00	0.72	0.41	0.37	0.34	0.29	0.73
7.00	0.77	0.45	0.38	0.37	0.33	0.81
8.00	0.80	0.49	0.41	0.36	0.33	0.85
9.00	0.87	0.48	0.43	0.38	0.34	0.92
10.00	0.88	0.49	0.44	0.42	0.35	0.93
11.00	0.91	0.48	0.46	0.40	0.35	0.96
12.00	0.95	0.51	0.46	0.42	0.37	1.00
13.00	0.97	0.52	0.49	0.44	0.37	1.06
14.00	0.98	0.52	0.48	0.46	0.37	1.03
15.00	0.99	0.52	0.48	0.45	0.37	1.05
16.00	1.00	0.53	0.49	0.44	0.37	1.09
17.00	1.03	0.55	0.51	0.44	0.35	1.12
18.00	1.06	0.53	0.50	0.44	0.40	1.11
19.00	1.05	0.56	0.50	0.47	0.39	1.12
20.00	1.07	0.58	0.52	0.48	0.40	1.14
21.00	1.09	0.57	0.52	0.47	0.40	1.13
22.00	1.08	0.61	0.51	0.46	0.40	1.14
23.00	1.09	0.57	0.52	0.47	0.41	1.15
24.00	1.12	0.58	0.52	0.47	0.41	1.17
25.00	1.11	0.56	0.53	0.49	0.41	1.13

[0171]

[0172]

표 11은 대조군 데이터 세트 ID "A6" 대신에 실험 종료 시에 폼이 일주일 동안 건조되게 하는 것을 제외하고는 표 9의 실험조건 및 표 10의 결과의 복제 시험을 나타내고, 표 11에, 물의 첨가를 모방하지만 알루미늄 판 상에 물방울이 존재하지 않는 공정에 폼을 노출시킨 후의 건조 상태의 반복인 대조군 데이터 세트 ID "A8"이 있었다. 표 11의 데이터 세트의 기록된 열 전력은 7.8 내지 8.2 밀리วัต트였다. 결과는 표 12에 포함되며, 이때 표 10에 설명된 바와 같이 처리된다.

[0173]

[표 11]

데이터 세트 ID	측정된 저부 총 폼 질량 (g)	물 질량 (g)	표면적 당 물 질량 (mg/cm^2)	0.7 $mg/cm^2/min$ 에서의 등가 분	폼 1.5 cm^2 부피의 물 %
A7	0.20	-	-	-	-
A8	0.20	0.00	0	0	0%
A9	0.27	0.07	11	16	5%
A10	0.35	0.15	24	34	10%
A11	0.51	0.31	50	71	21%
A12	0.81	0.61	97	138	40%

[0174]

[0175]

[표 12]

평균 전력 당 ΔT ($^{\circ}C / mW$)

t(s)	A7	A8	A9	A10	A11	A12
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.21	0.19	0.18	0.13	0.14	0.14
2.00	0.38	0.34	0.27	0.23	0.19	0.20
3.00	0.48	0.49	0.31	0.28	0.22	0.25
4.00	0.58	0.56	0.35	0.34	0.29	0.27
5.00	0.67	0.64	0.41	0.36	0.34	0.30
6.00	0.73	0.70	0.44	0.38	0.35	0.32
7.00	0.78	0.76	0.44	0.42	0.33	0.33
8.00	0.83	0.78	0.48	0.40	0.37	0.36
9.00	0.89	0.82	0.49	0.44	0.39	0.34
10.00	0.90	0.88	0.50	0.46	0.39	0.37
11.00	0.96	0.90	0.54	0.47	0.40	0.37
12.00	0.96	0.93	0.54	0.48	0.41	0.40
13.00	0.99	0.98	0.53	0.48	0.45	0.43
14.00	1.00	0.93	0.56	0.50	0.46	0.40
15.00	1.00	0.97	0.57	0.47	0.43	0.42
16.00	1.04	1.00	0.59	0.50	0.44	0.42
17.00	1.06	1.04	0.57	0.49	0.44	0.42
18.00	1.06	1.01	0.56	0.52	0.47	0.45
19.00	1.11	1.07	0.62	0.52	0.50	0.44
20.00	1.09	1.06	0.56	0.51	0.50	0.45
21.00	1.11	1.06	0.62	0.55	0.49	0.45
22.00	1.11	1.07	0.62	0.53	0.48	0.45
23.00	1.12	1.12	0.61	0.53	0.49	0.46
24.00	1.11	1.12	0.61	0.53	0.50	0.44
25.00	1.15	1.08	0.62	0.56	0.50	0.44

[0176]

- [0177] **예시적인 실시 형태**
- [0178] 실시 형태 A1. 물체의 열 특성을 측정하기 위한 조립체 내의 무선 감지 디바이스로서, 고체 또는 액체 재료를 포함하는 열 확산기 - 열 확산기는 제1 주 표면 및 제1 주 표면의 반대편인 제2 주 표면을 가지며, 열 확산기는 무선 감지 디바이스가 사용 중일 때 물체와 열 접촉하도록 구성됨 -; 제어 회로; 제어 회로에 전자적으로 결합되는 무선 송수신기; 에너지 수확 디바이스; 열 확산기의 제2 주 표면에 근접하게 배치되는 열원 - 열원은 에너지 수확 디바이스에 전자적으로 결합되고 열 확산기의 제1 주 표면에 열 플럭스를 생성하도록 구성되고, 에너지 수확 디바이스는 전력을 열원에 제공함 -; 및 제어 회로에 전자적으로 결합되고 열원과 열 접촉하는 센서를 포함하며, 센서는 온도와 연관된 센서 신호를 생성하고 센서 신호를 제어 회로에 제공하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0179] 실시 형태 A2. 실시 형태 A1에 있어서, 송수신기 및 에너지 수확 디바이스에 전자적으로 결합되는 안테나를 추가로 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0180] 실시 형태 A3. 실시 형태 A2에 있어서, 기관을 추가로 포함하며, 안테나는 기관 상에 배치되는, 무선 감지 디바이스.
- [0181] 실시 형태 A4. 실시 형태 A3에 있어서, 안테나는 판독기가 무선 감지 디바이스에 질의할 때 제1 전력을 수신하도록 구성되고 에너지 수확 디바이스는 제1 전력을 제2 전력으로 변환하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0182] 실시 형태 A5. 실시 형태 A1 내지 실시 형태 A4에 있어서, 열 확산기와 물체 사이의 열 접촉을 유지하도록 구성되는 결합 디바이스를 추가로 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0183] 실시 형태 A6. 실시 형태 A5에 있어서, 결합 디바이스는 열적으로 전도성인 접촉체 층, 탄성 커플러, 및 기계적 커플러 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0184] 실시 형태 A7. 실시 형태 A1 내지 실시 형태 A6에 있어서, 열원은 제어 회로의 적어도 하나의 컴포넌트를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0185] 실시 형태 A8. 실시 형태 A1에 있어서, 열원 및 센서는 동일한 저항성 요소인, 무선 감지 디바이스.
- [0186] 실시 형태 A9. 실시 형태 A1 내지 실시 형태 A8 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 제어 회로는 마이크로프로세서 및 고유 식별자를 저장하는 메모리를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0187] 실시 형태 A10. 실시 형태 A1 내지 실시 형태 A9에 있어서, 에너지 수확 디바이스는 브리지 정류기, 다이오드 정류기, 트랜지스터 정류기, 전압 조절기, 및 전류 조절기 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0188] 실시 형태 A11. 실시 형태 A1 내지 실시 형태 A10에 있어서, 무선 감지 디바이스는 열원에 제공된 전력을 조절하는, 무선 감지 디바이스.
- [0189] 실시 형태 A12. 실시 형태 A11에 있어서, 무선 감지 디바이스는 센서 신호에 기초하여 열원을 조절하는, 무선 감지 디바이스.
- [0190] 실시 형태 A13. 실시 형태 A12에 있어서, 무선 감지 디바이스는 센서 신호에 기초하여 열원을 비활성화하는, 무선 감지 디바이스.
- [0191] 실시 형태 A14. 실시 형태 A1 내지 실시 형태 A13에 있어서, 센서는 열원이 활성화되기 전에 제1 센서 신호를 생성하고 열원이 활성화된 후에 제2 센서 신호를 생성하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0192] 실시 형태 A15. 실시 형태 A13에 있어서, 제어 회로는 제1 및 제2 센서 신호들에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0193] 실시 형태 A16. 실시 형태 A15에 있어서, 제어 회로는 알려진 전력 크기로 열원에 대체로 일정한 전력을 제공하고, 제어 회로는 제1 센서 신호, 제2 센서 신호, 및 알려진 전력 크기에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하는, 무선 감지 디바이스.
- [0194] 실시 형태 A17. 실시 형태 A2에 있어서, 제어 회로는 집적 커패시턴스(integrated capacitance)를 포함하고, 판독기가 무선 감지 디바이스에 질의할 때 무선 감지 디바이스는 전력을 수신하고, 제어 회로는 센서 신호 및/또는 수신된 전력에 기초하여 집적 커패시턴스를 수정하는, 무선 감지 디바이스.
- [0195] 실시 형태 A18. 물체의 열 특성을 측정하기 위한 조립체 내의 무선 감지 디바이스로서, 무선으로 제1 전력을 수

신하도록 구성되는 안테나 및 송수신기; 제1 전력을 제2 전력으로 변환하도록 구성되는 에너지 수확 디바이스; 에너지 수확 디바이스에 전자적으로 결합되는 열원 - 에너지 수확 디바이스는 제2 전력을 열원에 제공함 -; 마이크로프로세서를 포함하는 제어 회로; 및 제어 회로에 전자적으로 결합되고 열원에 열적으로 결합되는 센서를 포함하며, 센서는 열원이 활성화되기 전에 제1 센서 신호를 생성하고 열원이 활성화된 후에 제2 센서 신호를 생성하도록 구성되며, 제어 회로는 제1 및 제2 센서 신호들에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.

- [0196] 실시 형태 A19. 실시 형태 A18에 있어서, 기관, 및 고체 또는 액체 재료를 포함하는 열 확산기를 추가로 포함하며, 열 확산기는 물체와 열 접촉하도록 구성되며, 열원 및 센서는 열 확산기 내에 배치되는, 무선 감지 디바이스.
- [0197] 실시 형태 A20. 실시 형태 A18 및 실시 형태 A19에 있어서, 제어 회로는 열원의 출력을 조절하는, 무선 감지 디바이스.
- [0198] 실시 형태 A21. 실시 형태 A20에서, 제어 회로는 센서에 의해 생성된 제2 센서 신호에 기초하여 열원을 조절하는, 무선 감지 디바이스.
- [0199] 실시 형태 A22. 실시 형태 A18 내지 실시 형태 A21에 있어서, 열원 및 센서는 동일한 저항성 요소인, 무선 감지 디바이스.
- [0200] 실시 형태 A23. 실시 형태 A18 내지 실시 형태 A22에 있어서, 제어 회로는 마이크로프로세서 및 고유 식별자를 저장하는 메모리를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0201] 실시 형태 A24. 실시 형태 A18 내지 실시 형태 A23에 있어서, 에너지 수확 디바이스는 브리지 정류기, 다이오드 정류기, 트랜지스터 정류기, 전압 조절기, 및 전류 조절기를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0202] 실시 형태 B1. 물체의 물리적 특성을 측정하도록 구성된 무선 감지 디바이스로서, 기관; 기관 상에 배치되는 안테나; 안테나에 전자적으로 결합되는 제1 제어 회로 - 제1 제어 회로는 제1 고유 식별자를 저장하는 제1 메모리 및 제1 송수신기를 포함함 -; 안테나에 전자적으로 결합되는 제2 제어 회로 - 제2 제어 회로는 제2 고유 식별자를 저장하는 제2 메모리 및 제2 송수신기를 포함함 -; 물체의 물리적 특성을 변화시키기 위한 제1 여기 신호를 생성하도록 구성되는 제1 여기 디바이스; 제1 제어 회로에 전자적으로 결합되는 제1 센서 - 제1 센서는 물리적 특성과 연관된 제1 센서 신호를 생성하도록 구성됨 -; 및 제2 제어 회로에 전자적으로 결합되는 제2 센서를 포함하며, 제2 센서는 제2 센서 신호를 생성하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0203] 실시 형태 B2. 실시 형태 B1에 있어서, 제1 여기 디바이스는 열 여기 디바이스, 광 여기 디바이스, 음향 여기 디바이스, 진동기, 전압원, 전류원, 및 전자석 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0204] 실시 형태 B3. 실시 형태 B2에 있어서, 제1 센서 또는 제2 센서는 열 센서, 포토다이오드, 마이크로폰, 가속도계, 전압 센서, 전류 센서, 및 자력계 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0205] 실시 형태 B4. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B3에 있어서, 제1 감지 영역을 추가로 포함하며, 제1 여기 디바이스 및 제1 센서는 제1 감지 영역 내에 배치되는, 무선 감지 디바이스.
- [0206] 실시 형태 B5. 실시 형태 B4에 있어서, 제2 감지 영역을 추가로 포함하며, 제2 센서는 제2 감지 영역 내에 배치되는, 무선 감지 디바이스.
- [0207] 실시 형태 B6. 실시 형태 B5에 있어서, 제1 센서 및 제2 센서는 열 센서이며, 제1 감지 영역 및 제2 영역은 열적으로 격리되는, 무선 감지 디바이스.
- [0208] 실시 형태 B7. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B6에 있어서, 제2 여기 신호를 생성하도록 구성되는 제2 여기 디바이스를 추가로 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0209] 실시 형태 B8. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B7에 있어서, 안테나는 관독기가 절의할 때 전력을 무선 감지 디바이스에 제공하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0210] 실시 형태 B9. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B8에 있어서, 안테나에 전자적으로 결합되고 전력을 제1 센서 및 제2 센서에 제공하도록 구성되는 에너지 수확 디바이스를 추가로 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0211] 실시 형태 B10. 실시 형태 B9에 있어서, 에너지 수확 디바이스는 브리지 정류기, 다이오드 정류기, 트랜지스터 정류기, 전압 조절기, 및 전류 조절기 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 감지 디바이스.

- [0212] 실시 형태 B11. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B10에 있어서, 제1 제어 회로 및 제2 제어 회로에 전자적으로 결합되는 프로세서를 추가로 포함하며, 프로세서는 제1 센서 신호 및 제2 센서 신호에 기초하여 물체의 물리적 특성을 나타내는 표시기를 결정하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0213] 실시 형태 B12. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B11에 있어서, 제2 센서 신호는 물체의 물리적 특성과 연관되는, 무선 감지 디바이스.
- [0214] 실시 형태 B13. 실시 형태 B1 내지 실시 형태 B12에 있어서, 제1 제어 회로는 제1 여기 디바이스를 조절하는, 무선 감지 디바이스.
- [0215] 실시 형태 B14. 실시 형태 B13에 있어서, 제1 제어 회로는 제1 센서 신호를 사용하여 제1 여기 디바이스를 조절하는, 무선 감지 디바이스.
- [0216] 실시 형태 B15. 물체의 열 특성을 측정하도록 구성된 무선 감지 디바이스로서, 제1 열 확산기 및 제1 열 확산기로부터 열적으로 절연되는 제2 열 확산기; RF 회로 및 RF 회로에 전자적으로 결합되는 안테나; 에너지 수확 디바이스; 제1 열 확산기에 배치되고 에너지 수확 디바이스에 전자적으로 결합되는 제1 열원; 제1 열원에 열적으로 결합되는 제1 센서 - 제1센서는 온도와 연관된 제1 센서 신호를 생성하도록 구성됨 -; 제2 열 확산기에 배치되고 에너지 수확 디바이스에 전자적으로 결합되는 제2 열원, 및 제2 열원에 열적으로 결합되는 제2 센서를 포함하며, 제2 센서는 온도와 연관된 제2 센서 신호를 생성하도록 구성되고, 에너지 수확 디바이스는 제1 전력을 제1 열원에 제공하고 제2 전력을 제2 열원에 제공하도록 구성되며, 제1 전력은 제2 전력에 대해 알려진 비율을 갖는, 무선 감지 디바이스.
- [0217] 실시 형태 B16. 실시 형태 B15에 있어서, 제2 열원은 물체와 열 접촉하는, 무선 감지 디바이스.
- [0218] 실시 형태 B17. 실시 형태 B15 및 실시 형태 B16에 있어서, 제1 열원 및 제1 센서는 동일한 저항성 요소인, 무선 감지 디바이스.
- [0219] 실시 형태 B18. 실시 형태 B15 내지 실시 형태 B17에 있어서, RF 회로는 마이크로프로세서 및 고유 식별자를 저장하는 메모리를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0220] 실시 형태 B19. 실시 형태 B15 내지 실시 형태 B18에 있어서, 에너지 수확 디바이스는 브리지 정류기, 다이오드 정류기, 트랜지스터 정류기, 전압 조절기, 및 전류 조절기 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 감지 디바이스.
- [0221] 실시 형태 B20. 실시 형태 B18에 있어서, RF 회로는 제1 및 제2 센서 신호들에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하도록 구성되는, 무선 감지 디바이스.
- [0222] 실시 형태 B21. 실시 형태 B15 내지 실시 형태 B20에 있어서, 제1 전력은 제2 전력과 동일한, 무선 감지 디바이스.
- [0223] 실시 형태 C1. 조립체 내의 RF 수확 센서로서,
- [0224] 기관;
- [0225] 기관 상에 배치되는 안테나;
- [0226] 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함 -;
- [0227] RF 회로에 전기적으로 결합되어 목표 영역의 열 조건을 변경하기 위한 열원; 및
- [0228] 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 열원이 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 수확 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 수확 레벨을 나타내는 수확 표시기를 결정하는, RF 수확 센서.
- [0229] 실시 형태 C2. 실시 형태 C1에 있어서, 수확 레벨과 연관된 기준 데이터를 저장하는 메모리를 추가로 포함하고, 프로세서는 기준 데이터를 사용하여 수확 표시기를 결정하도록 구성되는, RF 수확 센서.
- [0230] 실시 형태 C3. 실시 형태 C1 또는 실시 형태 C2에 있어서, RF 회로는 제2 전력의 크기를 제어하는, RF 수확 센서.
- [0231] 실시 형태 C4. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C3 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 회로는 열원에 공급되는 전

력의 지속시간을 조정하도록 구성되는, RF 수화 센서.

- [0232] 실시 형태 C5. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C4 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 고체 또는 액체 재료를 포함하는 열 확산기를 추가로 포함하며, 열원은 열 확산기에 근접하게 배치되는, RF 수화 센서.
- [0233] 실시 형태 C6. 실시 형태 C5에 있어서, 열 확산기는 열 확산기가 목표 영역과 열 접촉할 때 열원으로부터 목표 영역을 가로질러 열 플럭스를 실질적으로 균일하게 분포시키도록 구성되는, RF 수화 센서.
- [0234] 실시 형태 C7. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C6 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 제1 형태는 AC 형태이고 제2 형태는 DC 형태인, RF 수화 센서.
- [0235] 실시 형태 C8. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C7 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 수화 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 알려지지 않은 제1 전력을 무선으로 수신하도록 구성되며, RF 회로는 알려지지 않은 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 알려진 제2 전력으로 변환하는, RF 수화 센서.
- [0236] 실시 형태 C9. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C8 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 회로는 RF 수화 센서의 공진 주파수를 변경함으로써 제2 전력의 크기를 변경시키도록 구성되는, RF 수화 센서.
- [0237] 실시 형태 C10. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C9 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 프로세서는 열 정상 상태에 도달했는지 여부를 결정하도록 구성되고, RF 회로는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 열 정상 상태 후에 열원을 비활성화시키는, RF 수화 센서.
- [0238] 실시 형태 C11. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C10 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 감지 요소는 열원이 비활성화된 후에 열원 온도의 냉각 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 냉각 시간 변화에 기초하여 목표 영역의 열 확산율을 결정하고, 프로세서는 목표 영역의 결정된 열 확산율을 사용하여 수화 표시기를 결정하는, RF 수화 센서.
- [0239] 실시 형태 C12. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C11 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 수화 센서는 제1 무선 주파수에서 전력을 방출하는 원격 송수신기와 무선으로 통신하도록 구성되며, RF 회로는 RF 수화 센서의 공진 주파수를 제1 무선 주파수로부터 디튜닝하여 원격 송수신기로부터 RF 수화 센서에 의해 수신된 제1 전력의 크기를 제어하도록 구성되는, RF 수화 센서.
- [0240] 실시 형태 C13. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C12 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 기관은 가요성인, RF 수화 센서.
- [0241] 실시 형태 C14. 실시 형태 C1 내지 실시 형태 C13 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 기관은 신축성인, RF 수화 센서.
- [0242] 실시 형태 C15. 액체 레벨을 측정하기 위한 RF 센서로서,
- [0243] 기관;
- [0244] 기관 상에 배치되는 안테나;
- [0245] 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로 - RF 회로는 프로세서를 포함함 -;
- [0246] 흡수 재료를 포함하는 흡수 요소,
- [0247] RF 회로에 전기적으로 결합되고 흡수 요소에 열적으로 결합되는 열원; 및
- [0248] 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 흡수 요소가 액체를 흡수하는 데 사용된 후에, RF 센서는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변화를 감지하고, 프로세서는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 액체 레벨을 나타내는 표시기를 결정하는, RF 센서.
- [0249] 실시 형태 C16. 실시 형태 C15에 있어서, 흡수 재료는 다공성 재료, 천연 또는 합성 스펀지, 수분 흡수 겔, 및 초흡수성 중합체 중 적어도 하나를 포함하는, RF 센서.
- [0250] 실시 형태 C17. 실시 형태 C15 또는 실시 형태 C16에 있어서, RF 회로는 제2 전력의 크기를 제어하는, RF 센서.
- [0251] 실시 형태 C18. 실시 형태 C15 내지 실시 형태 C17 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 회로는 열원에 공급되는

전력의 지속시간을 조정하도록 구성되는, RF 센서.

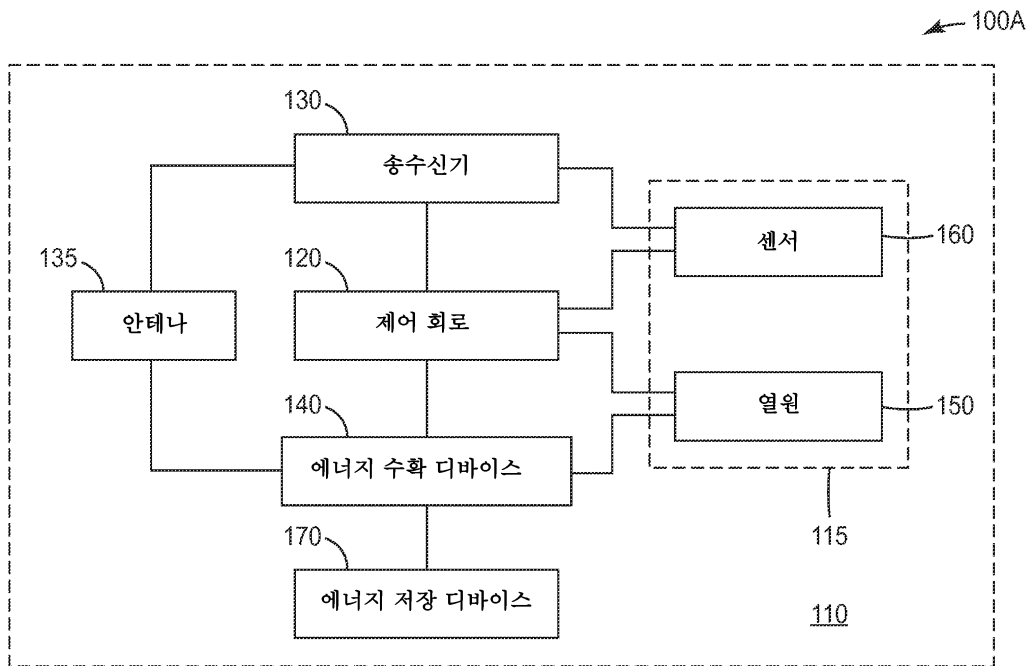
- [0252] 실시 형태 C19. 실시 형태 C15 내지 실시 형태 C18 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 제1 형태는 AC 형태이고 제2 형태는 DC 형태인, RF 센서.
- [0253] 실시 형태 C20. 하나 이상의 프로세서, 및 물체에 근접하게 배치되는 열원을 갖는 센서를 사용하여 수화 레벨을 결정하는 방법으로서,
- [0254] 열원을 무선으로 활성화하는 단계;
- [0255] 센서에 의해 일련의 감지 신호들을 생성하는 단계;
- [0256] 하나 이상의 프로세서에 의해, 일련의 감지 신호들 중 적어도 일부에 기초하여 물체의 열 특성을 결정하는 단계; 및
- [0257] 하나 이상의 프로세서에 의해, 결정된 열 특성 및 기준 데이터에 기초하여 물체의 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 생성하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0258] 실시 형태 C21. 실시 형태 C20에 있어서,
- [0259] 제1 감지 신호를 생성하는 단계; 및
- [0260] 하나 이상의 프로세서에 의해, 열 정상 상태에 도달했는지 여부를 평가하는 단계를 추가로 포함하며,
- [0261] 결정 단계는 제1 감지 신호, 및 열 정상 상태에 도달할 때 생성되는 일련의 감지 신호들 중 적어도 하나에 기초하여 물체의 열 전도율을 결정하는 단계를 포함하고,
- [0262] 수화 표시기는 결정된 열 전도율에 기초하여 생성되는, 방법.
- [0263] 실시 형태 C22. 실시 형태 C20 또는 실시 형태 C21에 있어서,
- [0264] 하나 이상의 프로세서에 의해, 열 정상 상태에 도달했는지 여부를 평가하는 단계; 및
- [0265] 열 정상 상태에 도달한 후에 열원을 비활성화시키는 단계를 추가로 포함하는, 방법.
- [0266] 실시 형태 C23. 실시 형태 C20 내지 실시 형태 C22 중 어느 한 실시 형태에 있어서,
- [0267] 열원이 비활성화된 후에 일련의 냉각 감지 신호들을 생성하는 단계를 추가로 포함하며,
- [0268] 결정 단계는 일련의 냉각 감지 신호들 중 적어도 일부에 기초하여 물체의 열 확산율을 결정하는 단계를 포함하고,
- [0269] 수화 표시기는 결정된 열 확산율에 기초하여 생성되는, 방법.
- [0270] 실시 형태 C24. 실시 형태 C20 내지 실시 형태 C23 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 기준 데이터는 분석 함수, 룩업 테이블, 행렬 및 상수 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.
- [0271] 실시 형태 C25. 실시 형태 C20 내지 실시 형태 C24 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 센서가 알려진 열 특성을 갖는 기준 재료에 배치될 때 센서에 의해 교정 신호를 생성하는 단계를 추가로 포함하고, 결정 단계는 교정 신호를 사용하여 물체의 열 특성을 결정하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0272] 실시 형태 C26. RF 수화 감지 시스템으로서,
- [0273] RF 센서 태그 - RF 센서 태그는
- [0274] 기관;
- [0275] 기관 상에 배치되는 안테나;
- [0276] 안테나에 전기적으로 결합되는 RF 회로;
- [0277] RF 회로에 전기적으로 결합되어 목표 영역의 열 조건을 변경하기 위한 열원; 및
- [0278] 열원에 열적으로 결합되어 열원의 온도를 감지하기 위한 감지 요소를 포함함으로써, 열원이 목표 영역에 열적으로 결합될 때, RF 센서 태그는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 제1 전력을 무선으로 수신하고, RF 회로는 제1 전력을 제2 형태를 갖는 제2 전력으로 변환하여 제2 전력을 열원에 전달하고, 감지 요소는 열원 온도의 시간 변

화를 감지하고, RF 센서 태그는 열원 온도의 감지된 시간 변화를 무선으로 전송함 -,

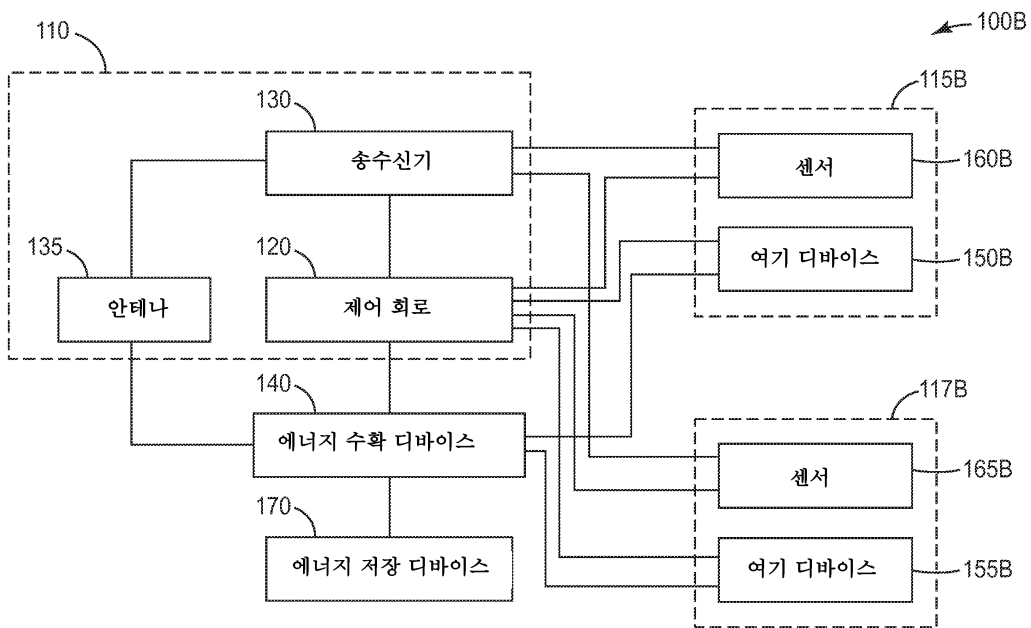
- [0279] RF 센서 태그에 질의 전력을 무선으로 전송하고 열원 온도의 감지된 시간 변화를 수신하도록 구성되는 RF 판독기, 및
- [0280] RF 판독기에 전자적으로 결합되고 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 수화 레벨을 나타내는 수화 표시기를 결정하도록 구성되는 프로세서를 포함하는, RF 수화 감지 시스템.
- [0281] 실시 형태 C27. 실시 형태 C26에 있어서, 수화 레벨과 연관된 기준 데이터를 저장하는 메모리를 추가로 포함하며, 프로세서는 기준 데이터를 사용하여 수화 표시기를 결정하도록 구성되는, RF 수화 감지 시스템.
- [0282] 실시 형태 C28. 실시 형태 C26 또는 실시 형태 C27에 있어서, RF 회로는 제2 전력의 크기를 제어하는, RF 수화 감지 시스템.
- [0283] 실시 형태 C29. 실시 형태 C26 내지 실시 형태 C28 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 회로는 열원에 공급되는 전력의 지속시간을 조정하도록 구성되는, RF 수화 감지 시스템.
- [0284] 실시 형태 C30. 실시 형태 C26 내지 실시 형태 C29 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 센서 태그들은 고체 또는 액체 재료를 포함하는 열 확산기를 추가로 포함하며, 열원은 열 확산기에 근접하게 배치되는, RF 수화 감지 시스템.
- [0285] 실시 형태 C31. 실시 형태 C30에 있어서, 열 확산기는 열 확산기가 목표 영역과 열 접촉할 때 열원으로부터 목표 영역을 가로질러 열 플럭스를 실질적으로 균일하게 분포시키도록 구성되는, RF 수화 감지 시스템.
- [0286] 실시 형태 C32. 실시 형태 C26 내지 실시 형태 C31 중 어느 한 실시 형태에 있어서, 제1 형태는 AC 형태이고 제2 형태는 DC 형태인, RF 수화 감지 시스템.
- [0287] 실시 형태 C33. 실시 형태 C26 내지 실시 형태 C32 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 센서 태그는 송수신기로부터 제1 형태를 갖는 알려지지 않은 제1 전력을 무선으로 수신하도록 구성되며, RF 회로는 알려지지 않은 제1 전력을 제1 형태와 상이한 제2 형태를 갖는 알려진 제2 전력으로 변환하는, RF 수화 감지 시스템.
- [0288] 실시 형태 C34. 실시 형태 C26 내지 실시 형태 C33 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 판독기는 열원 온도의 감지된 시간 변화에 기초하여 질의 전력을 변경하도록 구성되는, RF 수화 감지 시스템.
- [0289] 실시 형태 C35. 실시 형태 C26 내지 실시 형태 C34 중 어느 한 실시 형태에 있어서, RF 센서 태그와 목표 영역 사이의 열 접촉을 유지하도록 구성되는 결합 디바이스를 추가로 포함하는, RF 수화 감지 시스템.
- [0290] 실시 형태 C36. 실시 형태 C35에 있어서, 결합 디바이스는 열적으로 전도성인 접촉제 층, 접촉제 층, 탄성 커플러, 및 기계적 커플러 중 적어도 하나를 포함하는, RF 수화 감지 시스템.
- [0291] 그러한 실시 형태들이 본 발명의 다양한 양태들의 설명을 용이하게 하기 위해 상세히 기술되어 있기 때문에, 본 발명이 전술된 특징의 예 및 실시 형태로 제한되는 것으로 간주되어서는 안된다. 오히려, 본 발명은 첨부된 청구범위 및 그 등가물들에 의해 한정되는 바와 같은 본 발명의 기술적 사상 및 범주 내에 속하는 다양한 변형들, 등가의 공정들, 및 대안적인 디바이스들을 포함한 본 발명의 모든 양태들을 포괄하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

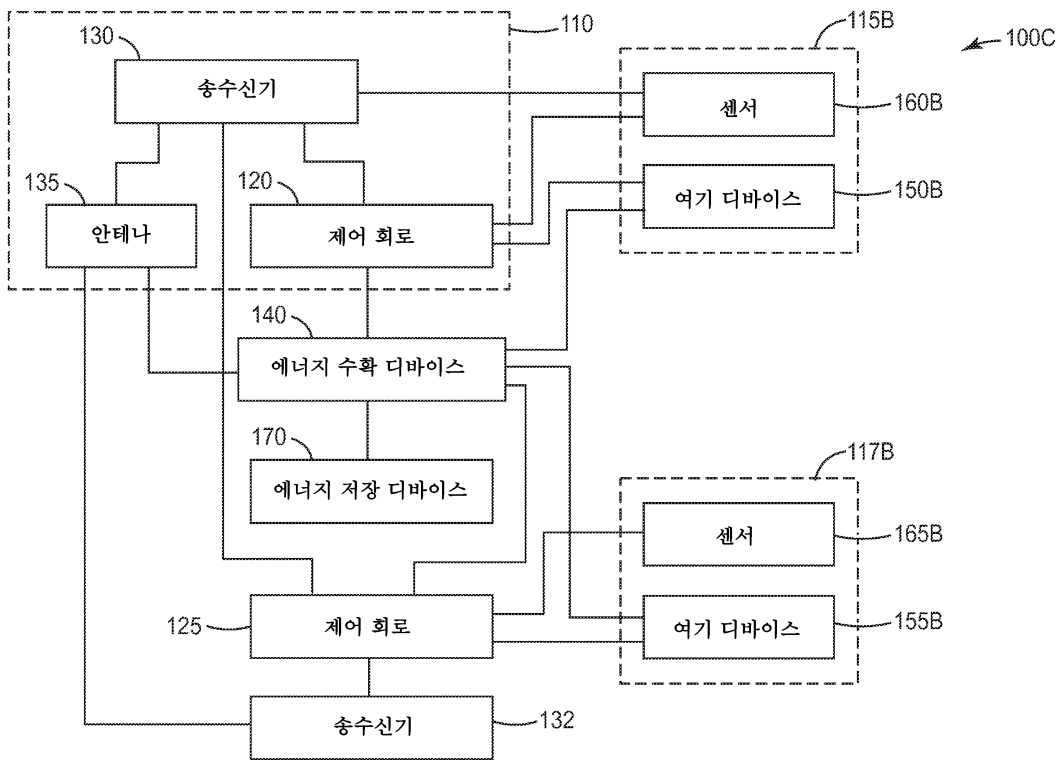
도면1a



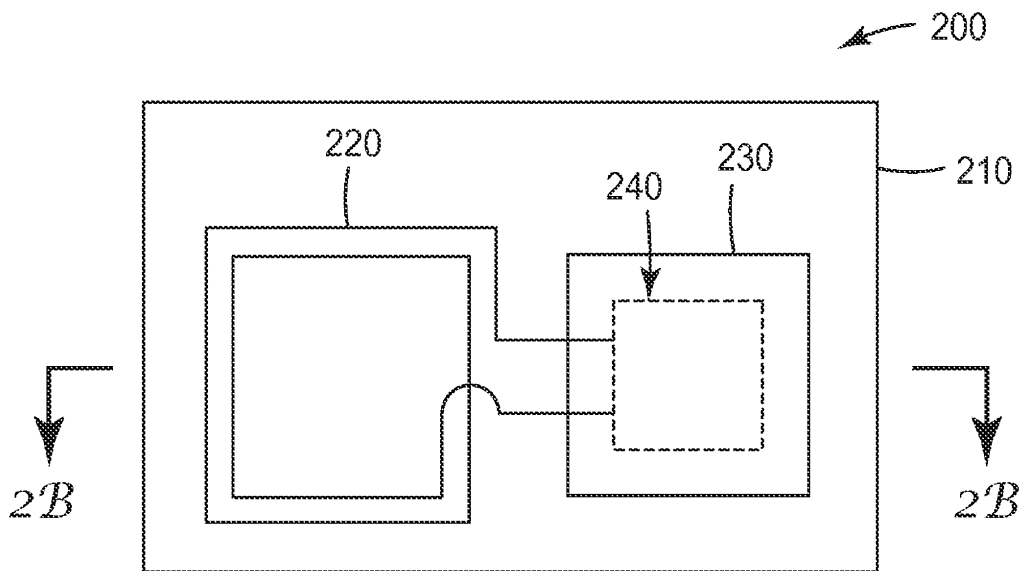
도면1b



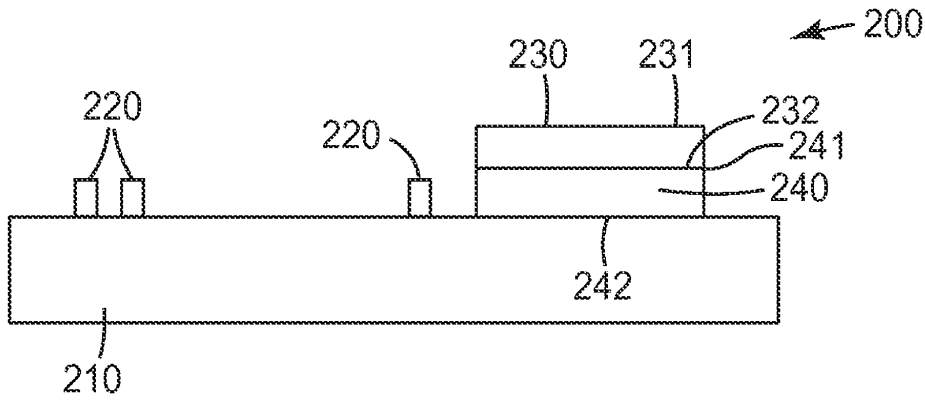
도면1c



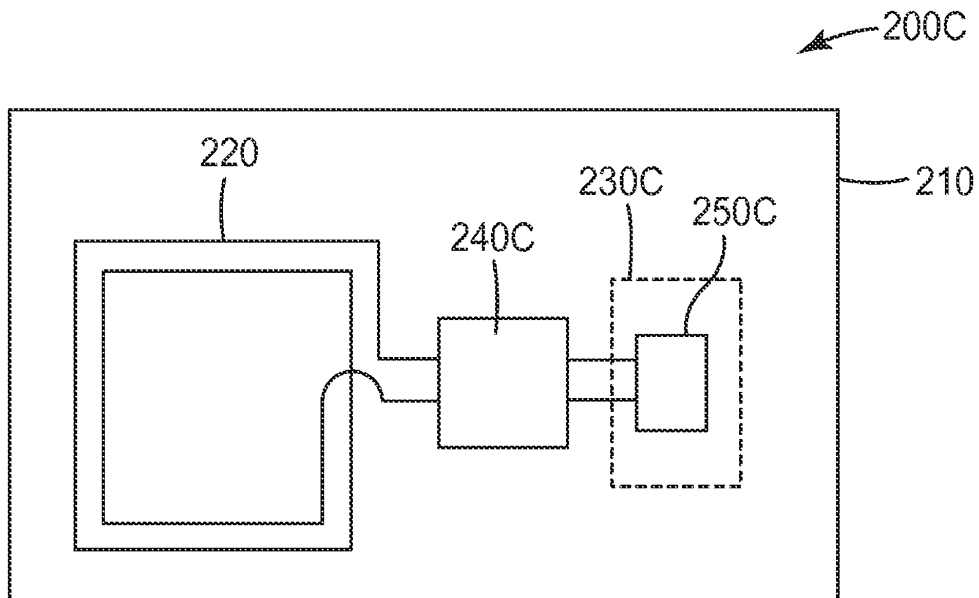
도면2a



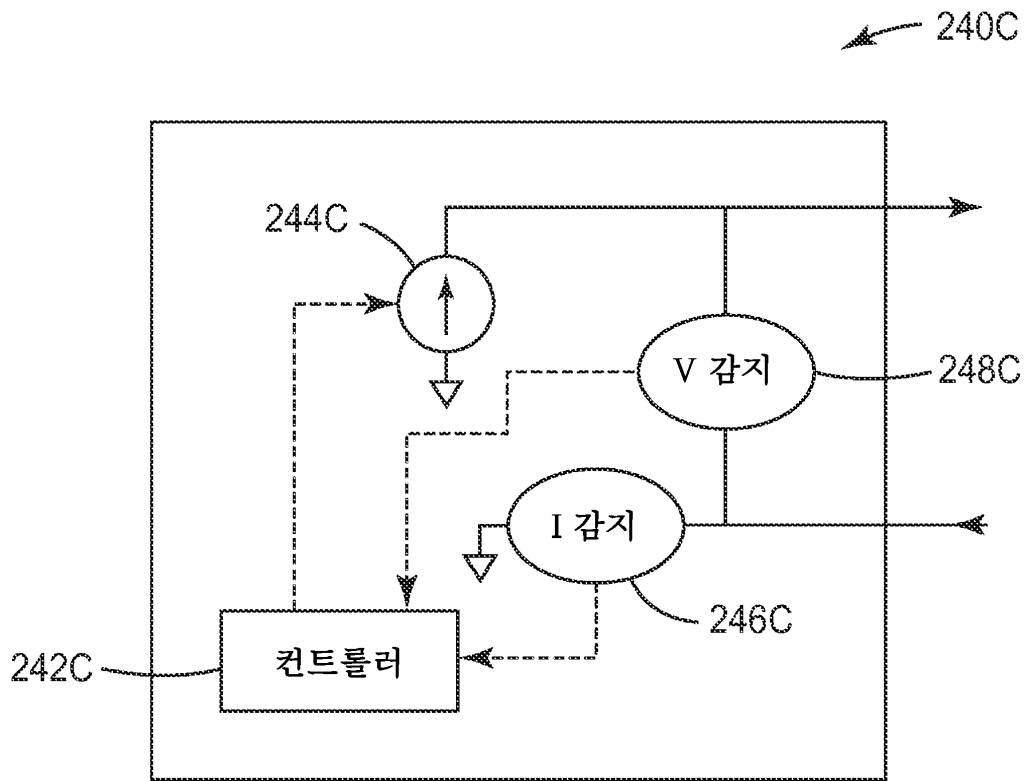
도면2b



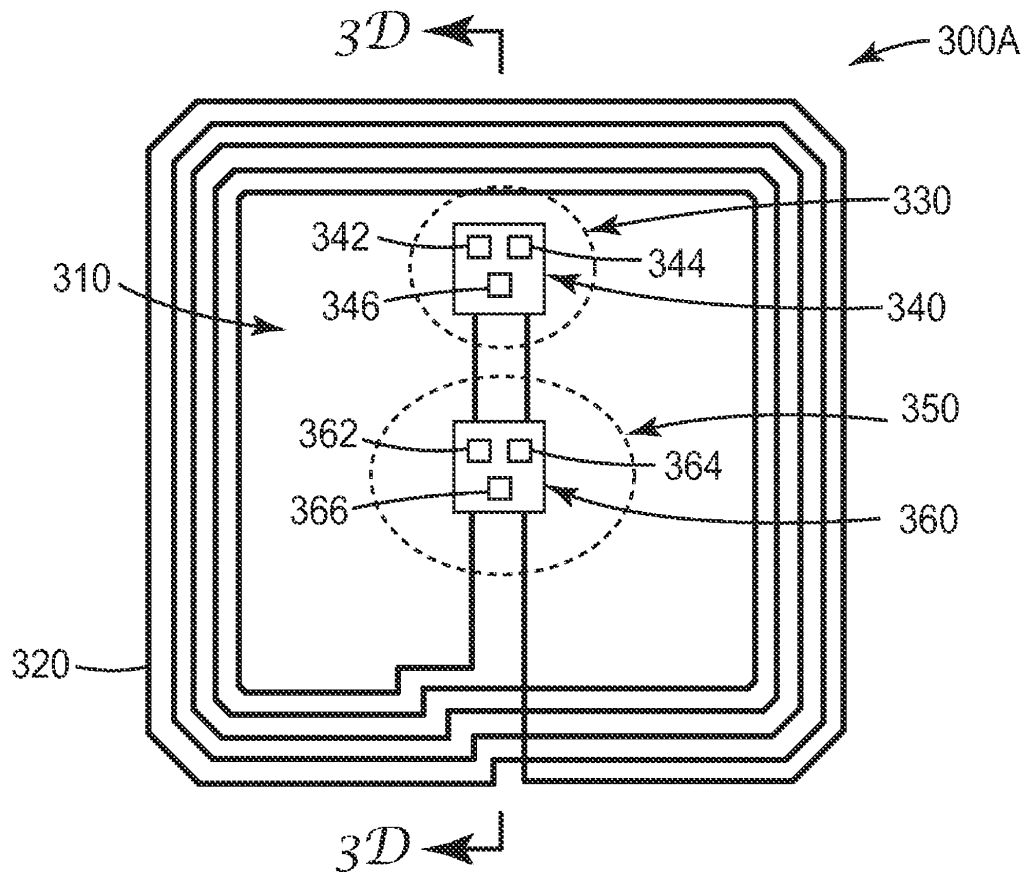
도면2c



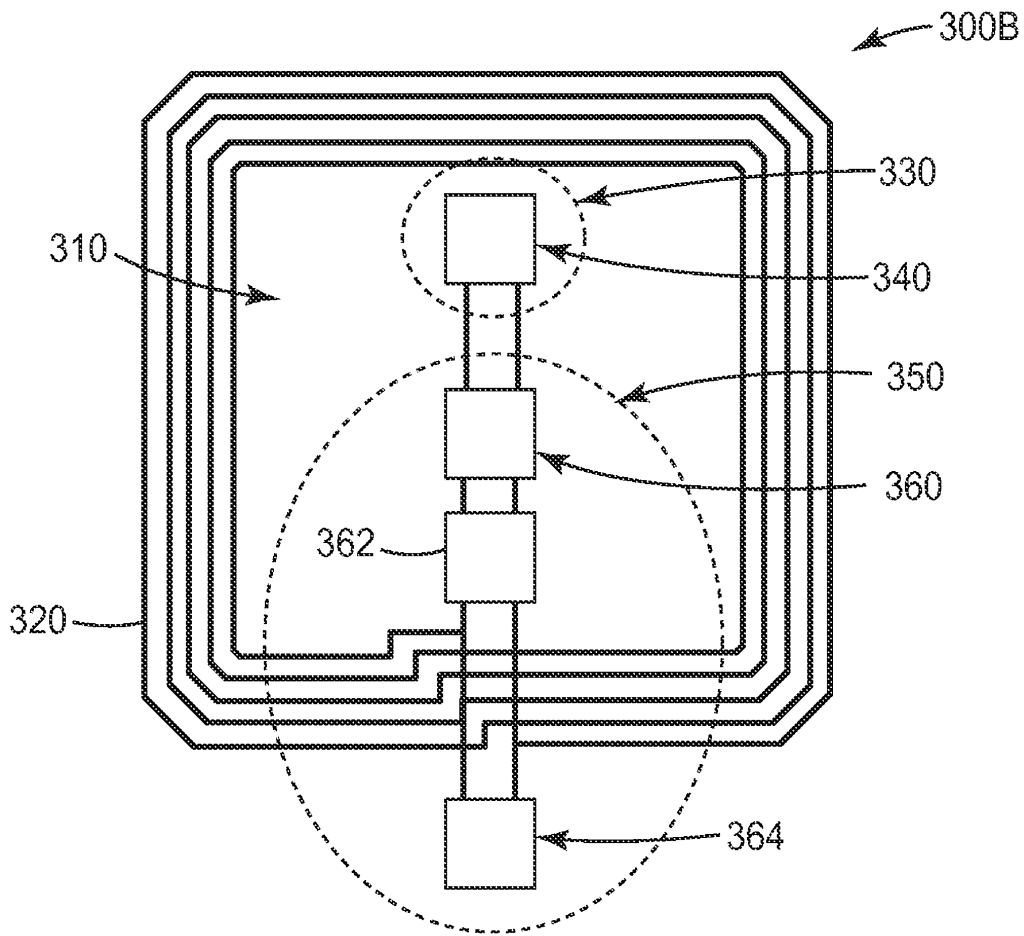
도면2d



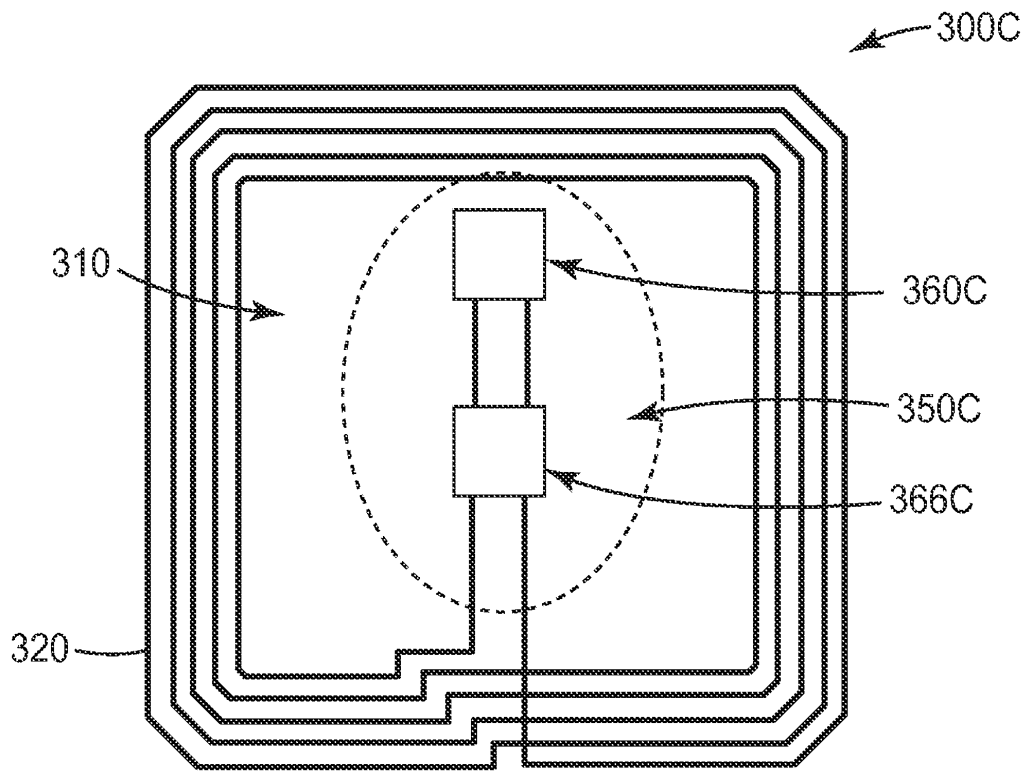
도면3a



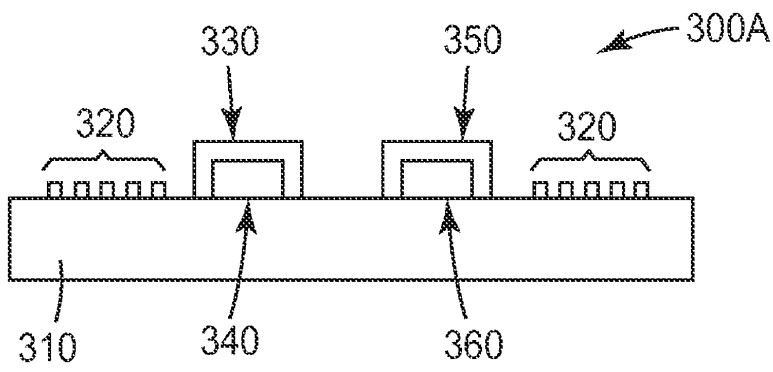
도면3b



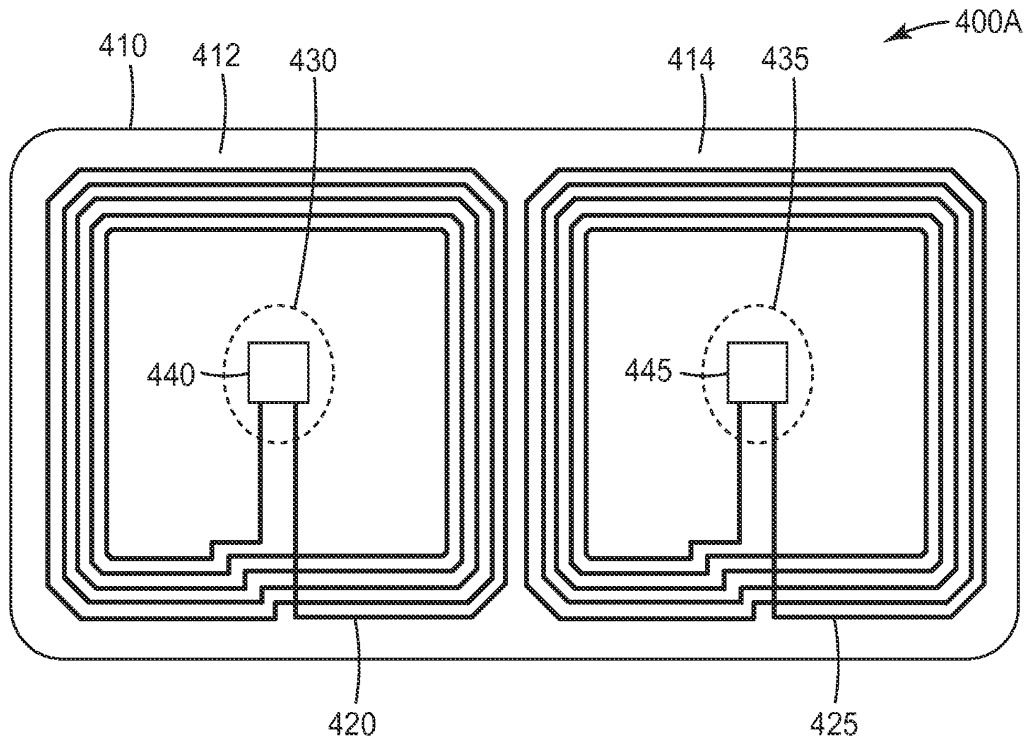
도면3c



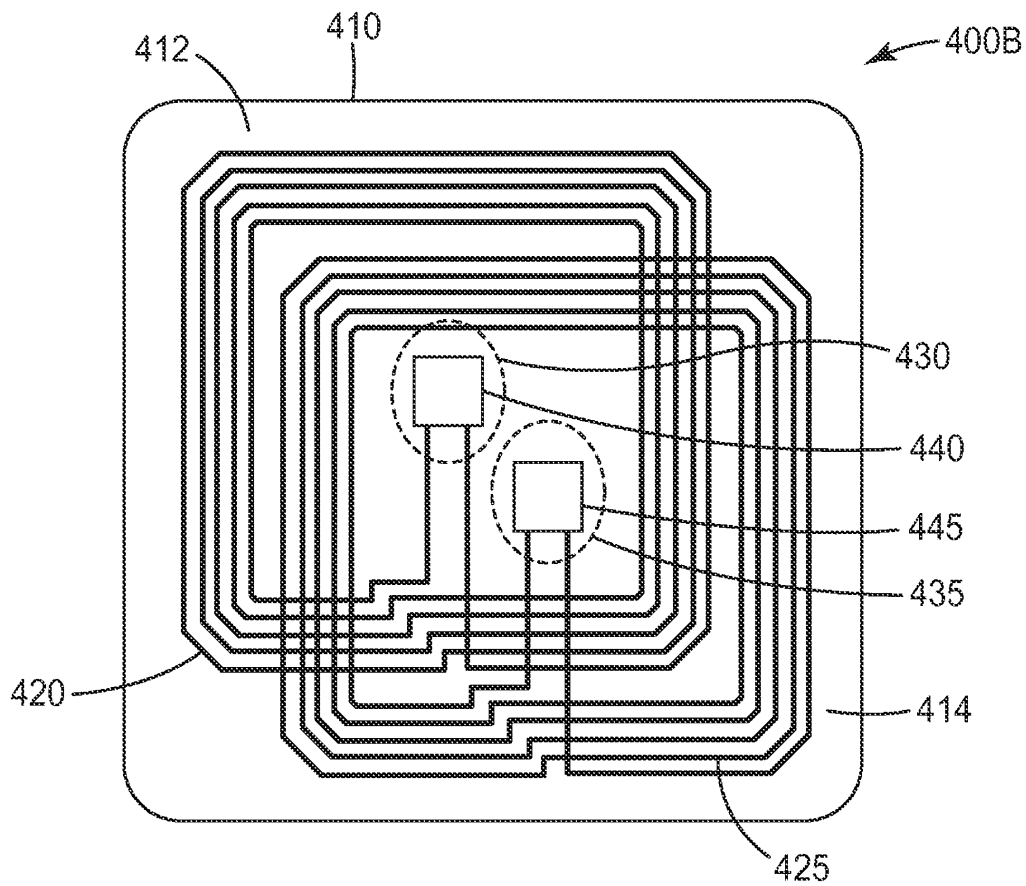
도면3d



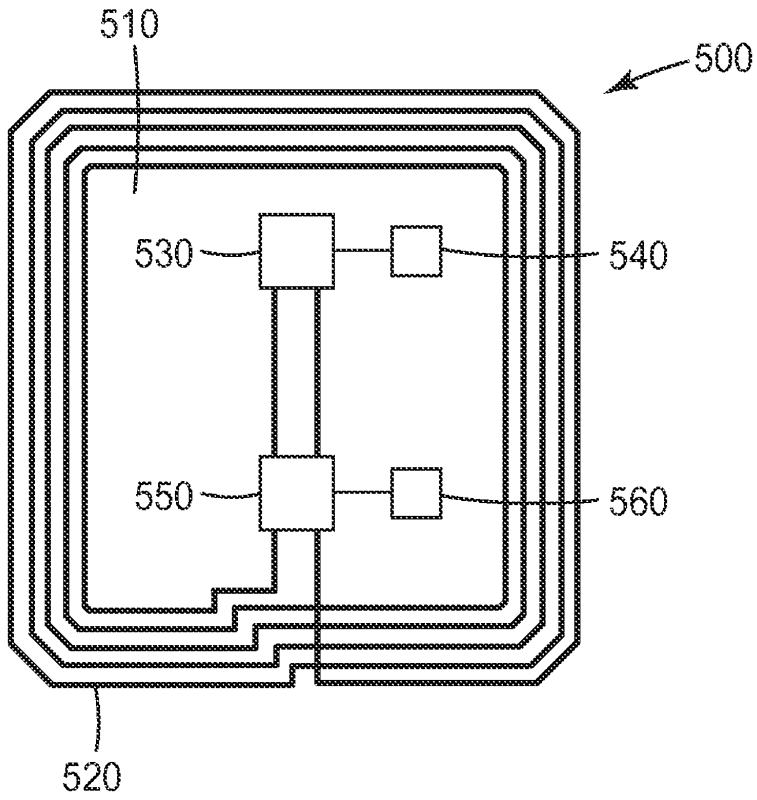
도면4a



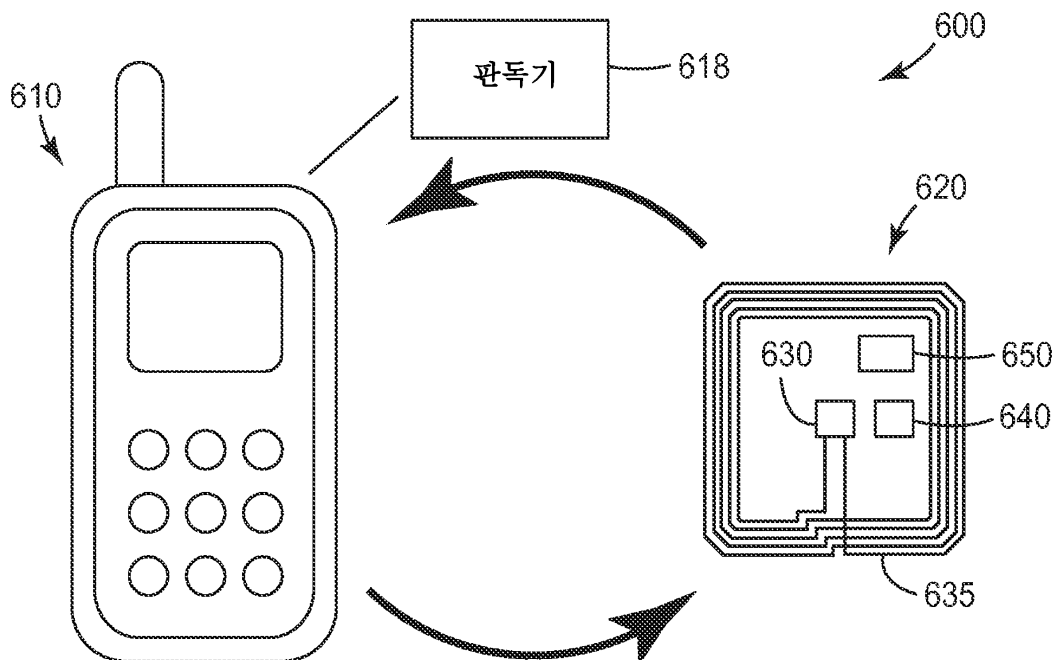
도면4b



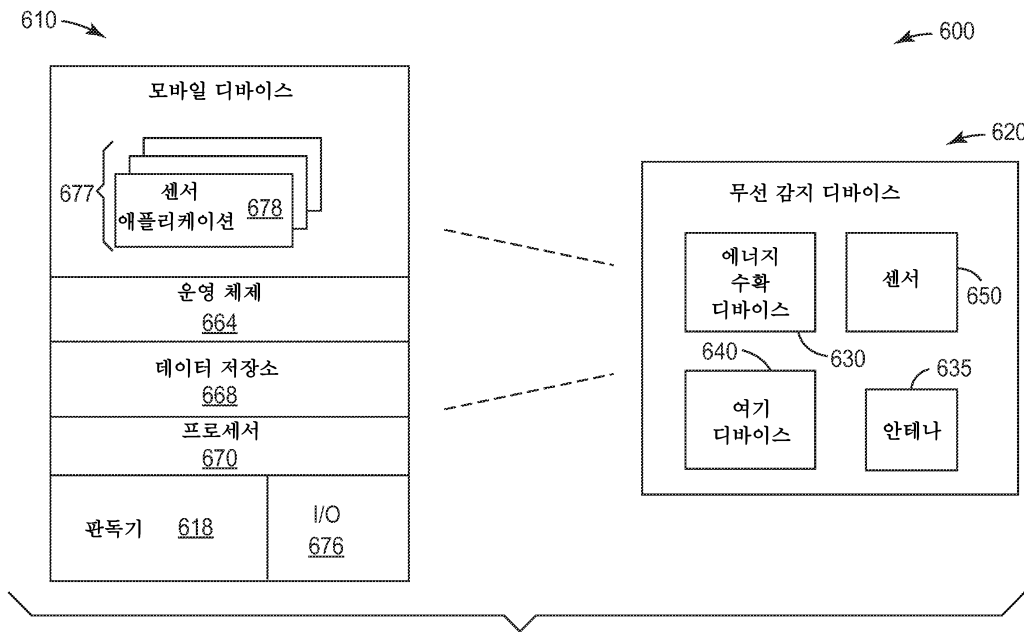
도면5



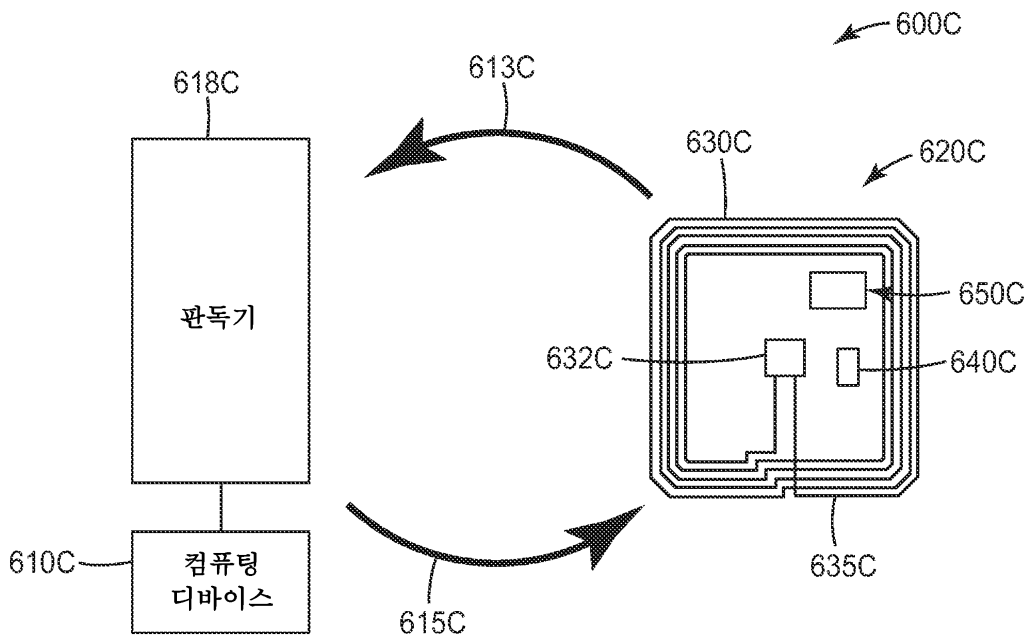
도면6a



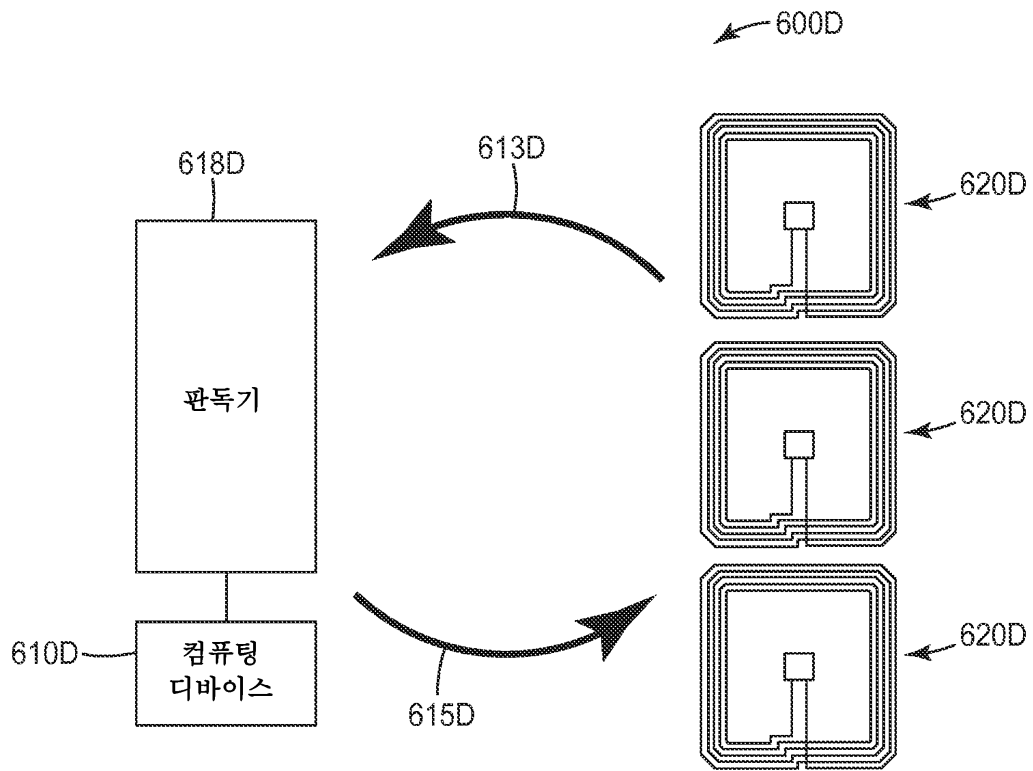
도면6b



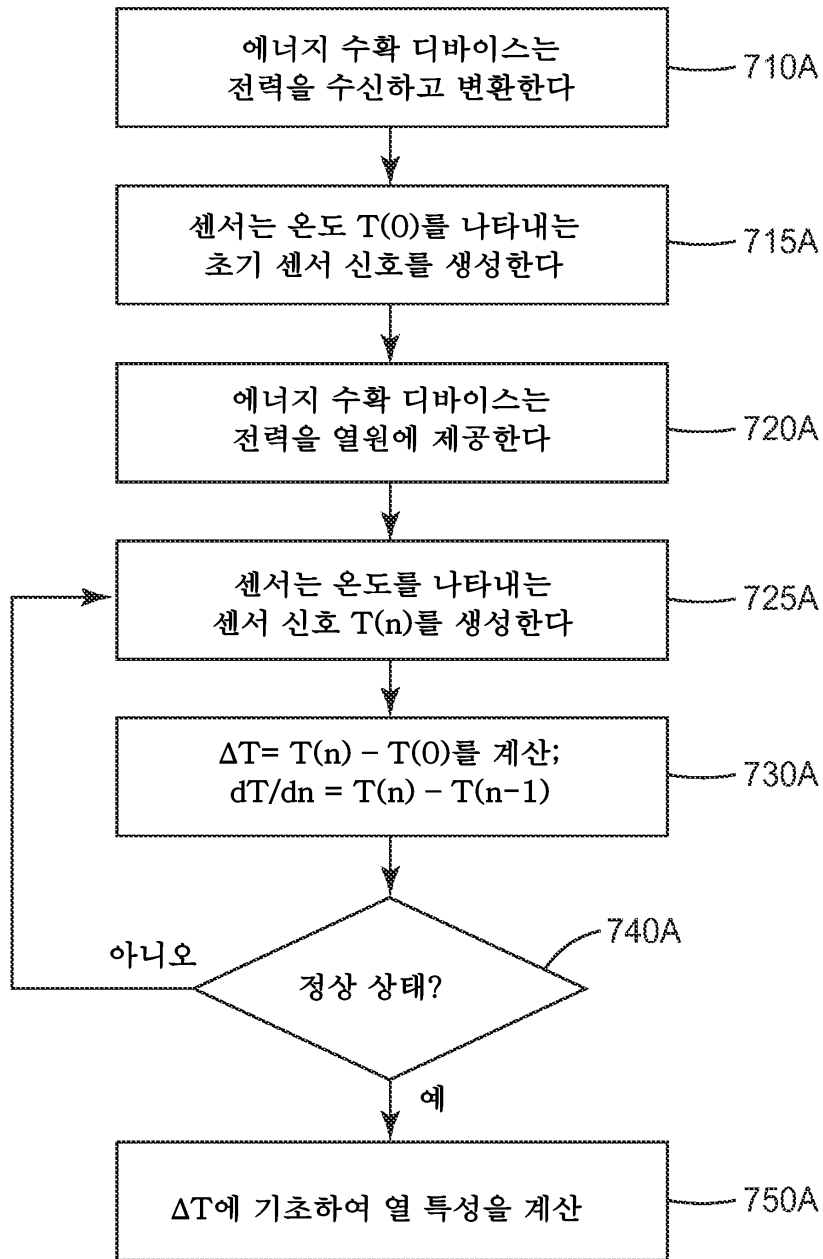
도면6c



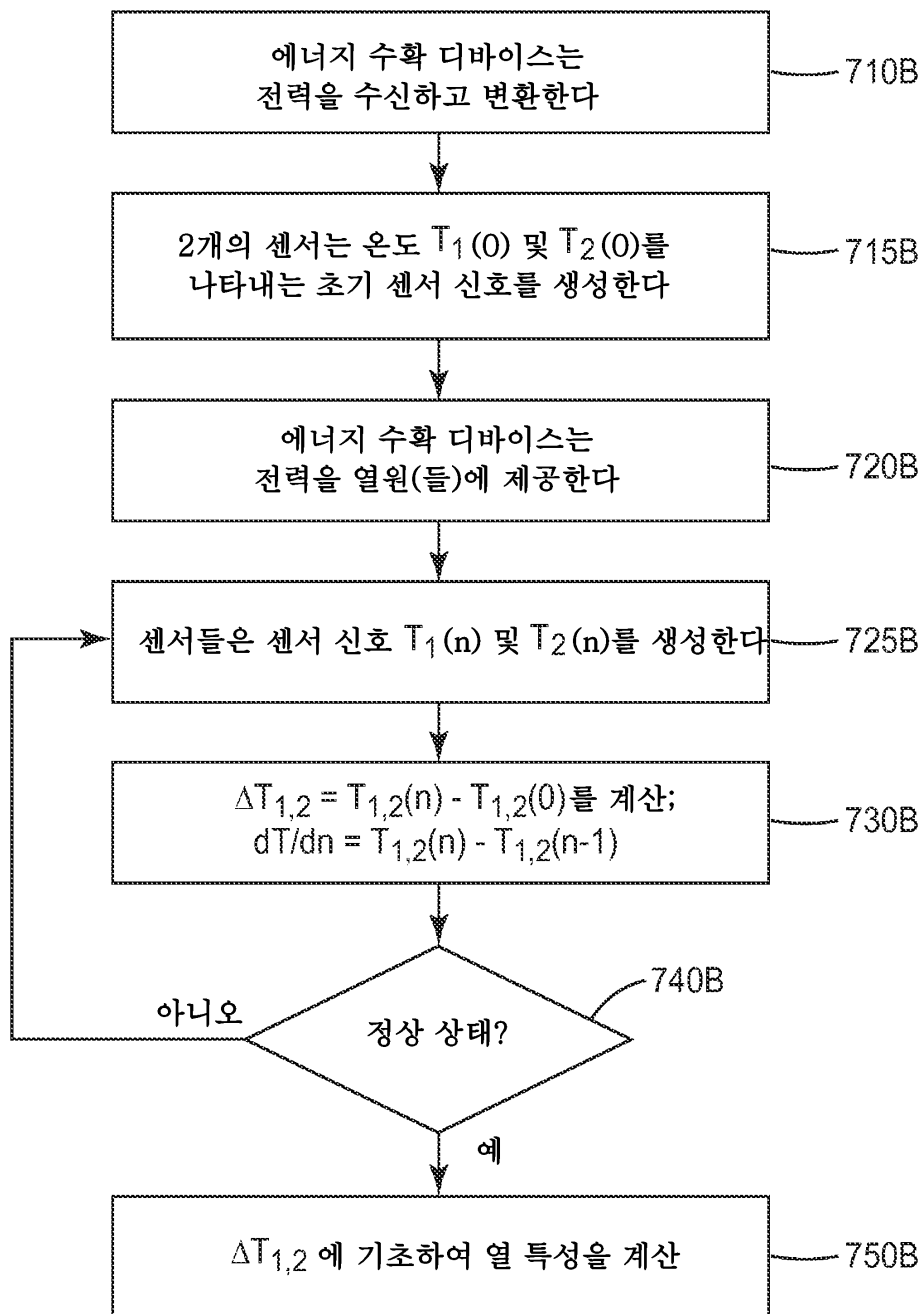
도면6d



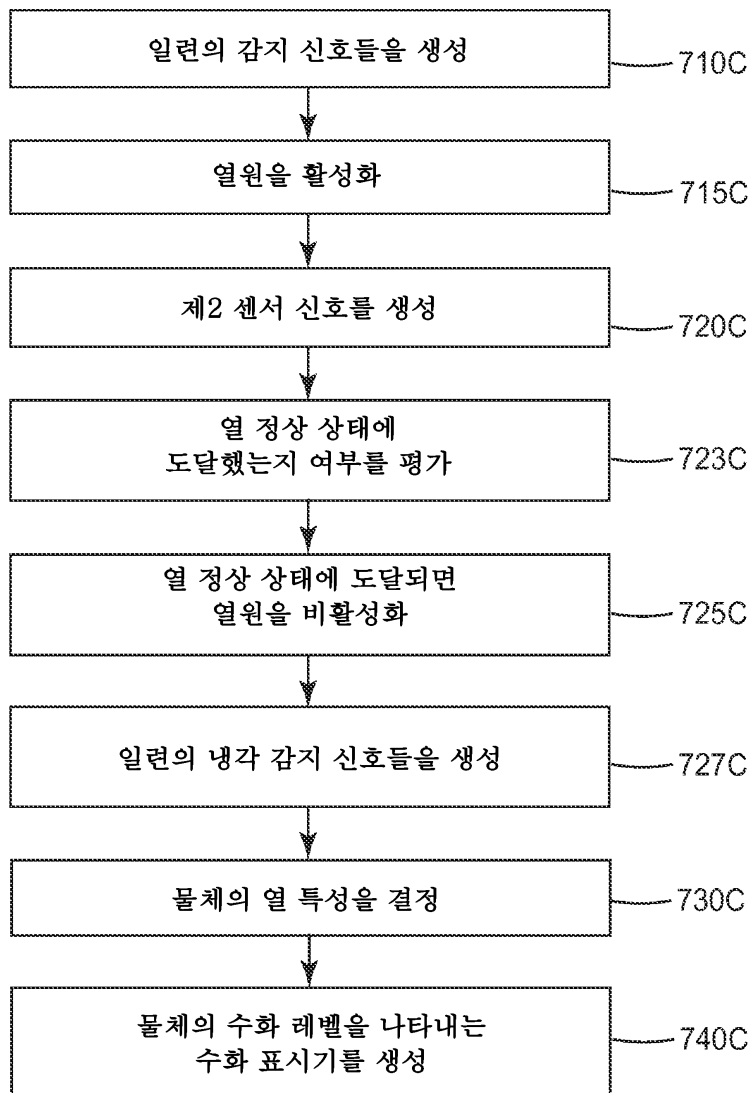
도면7a



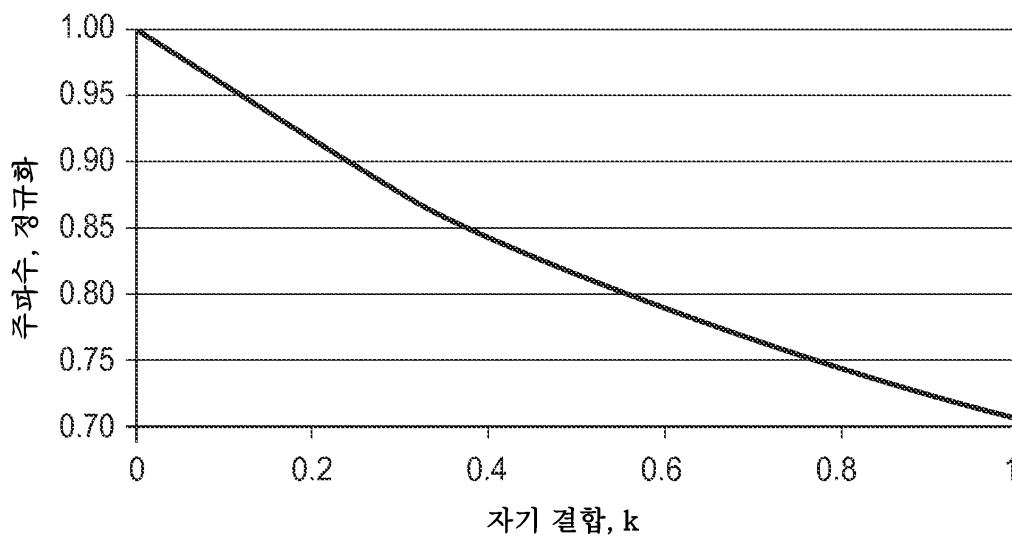
도면7b



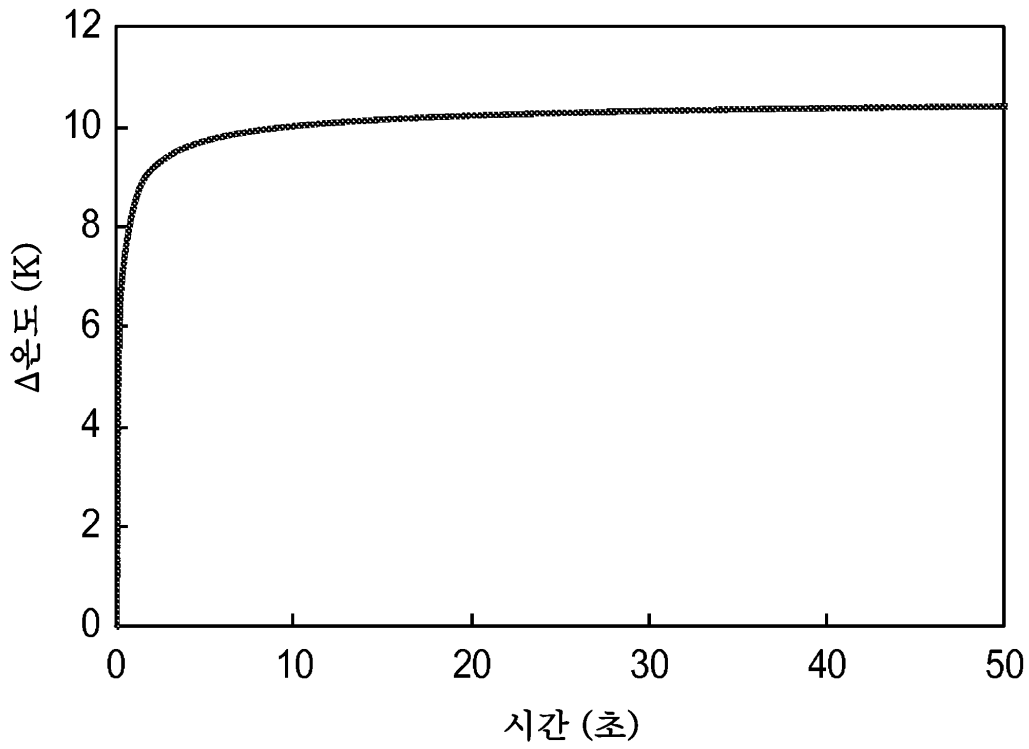
도면7c



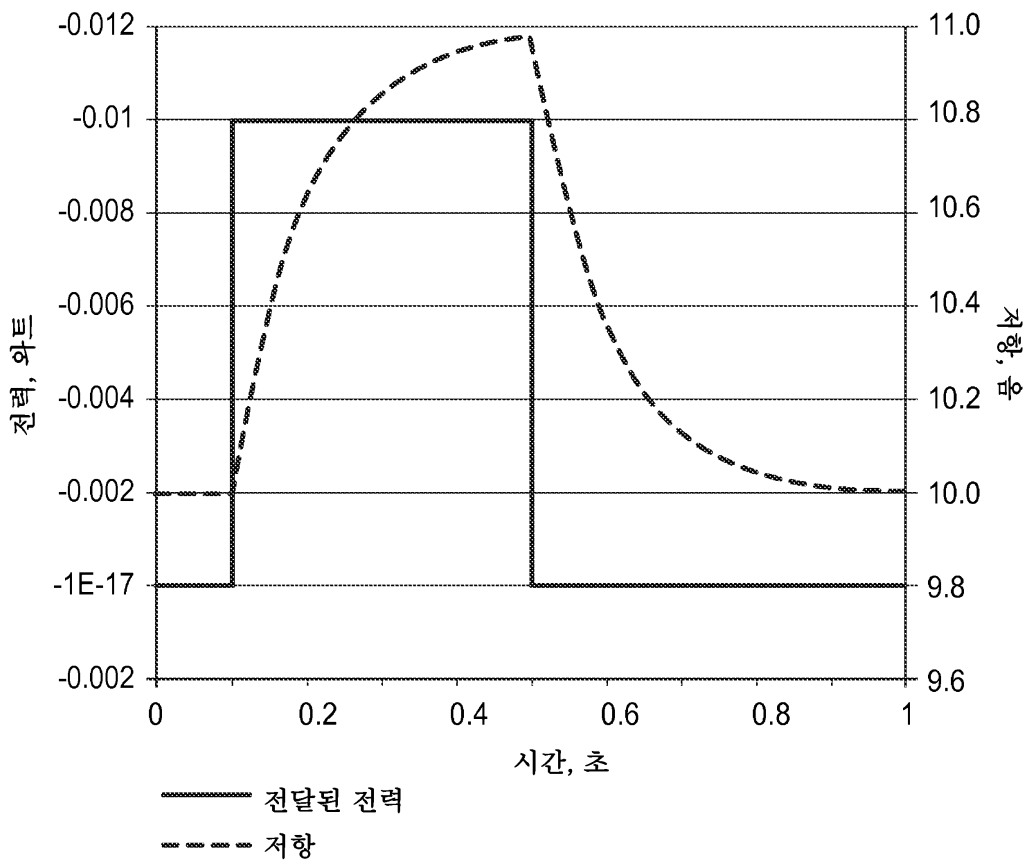
도면8a



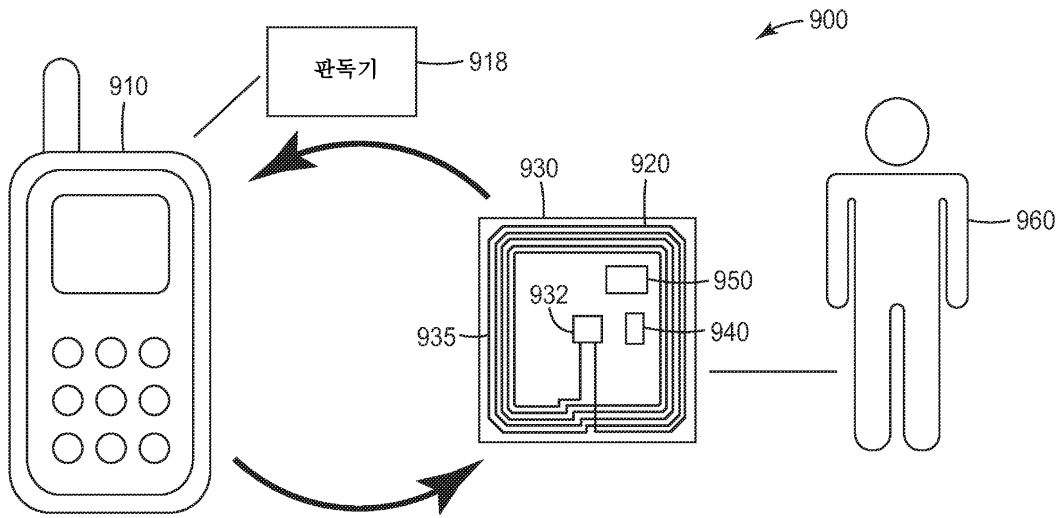
도면8b



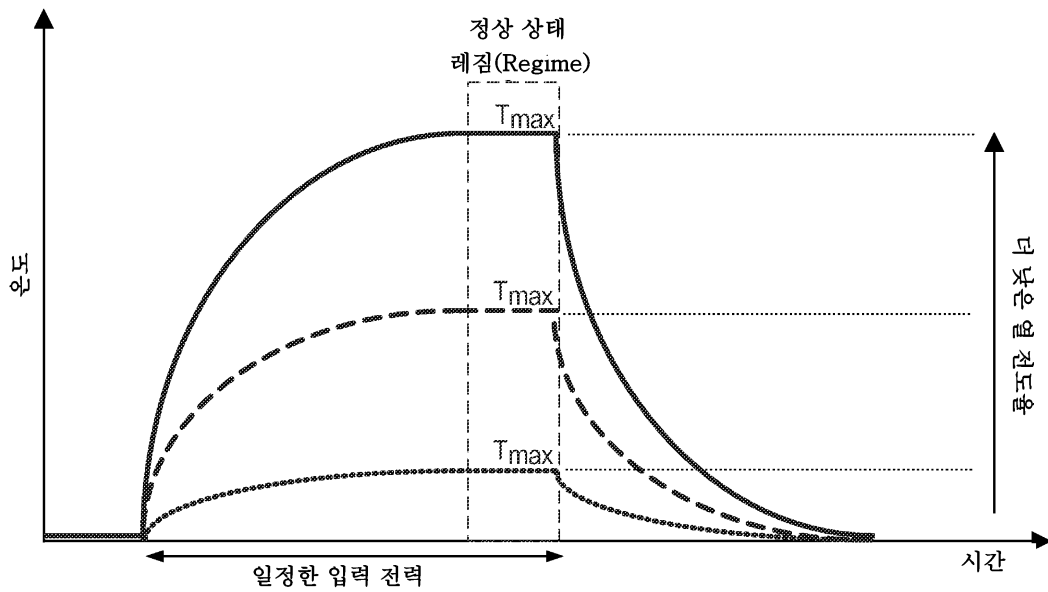
도면8c



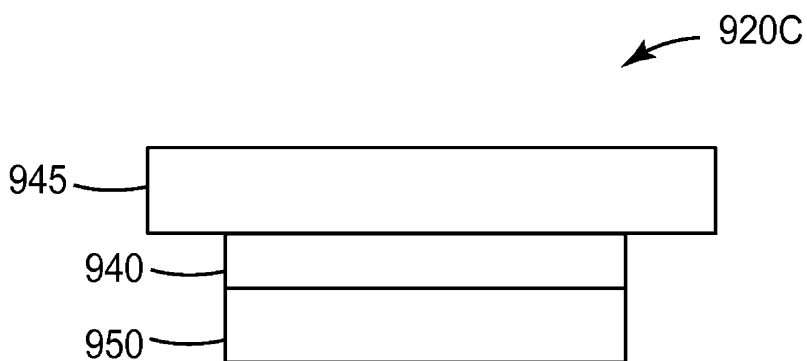
도면9a



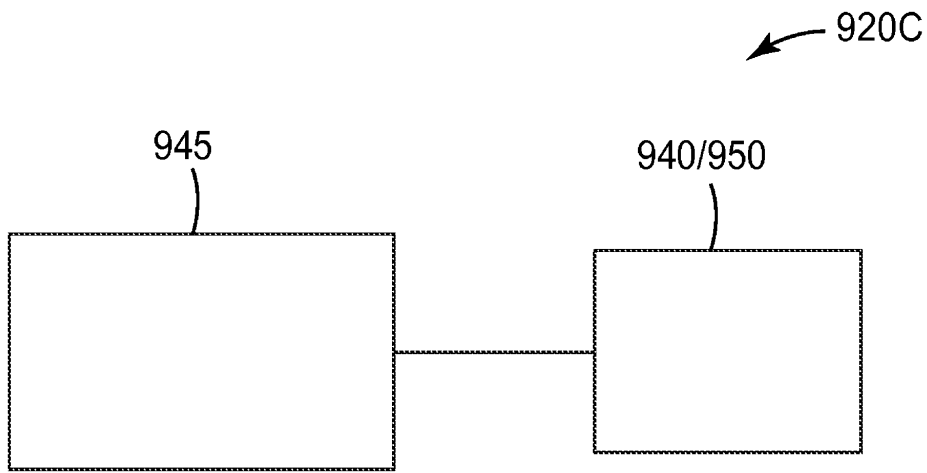
도면9b



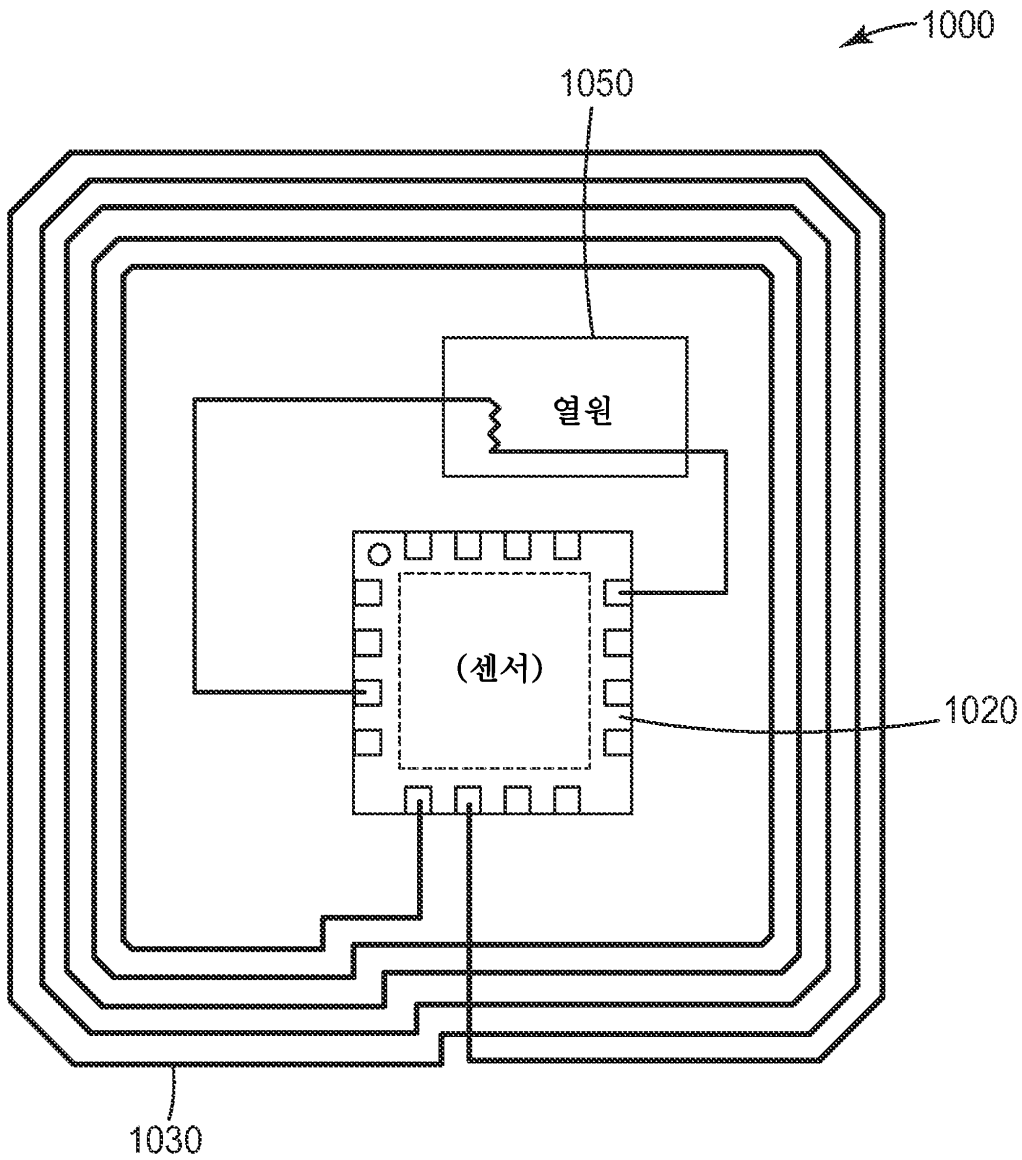
도면9c



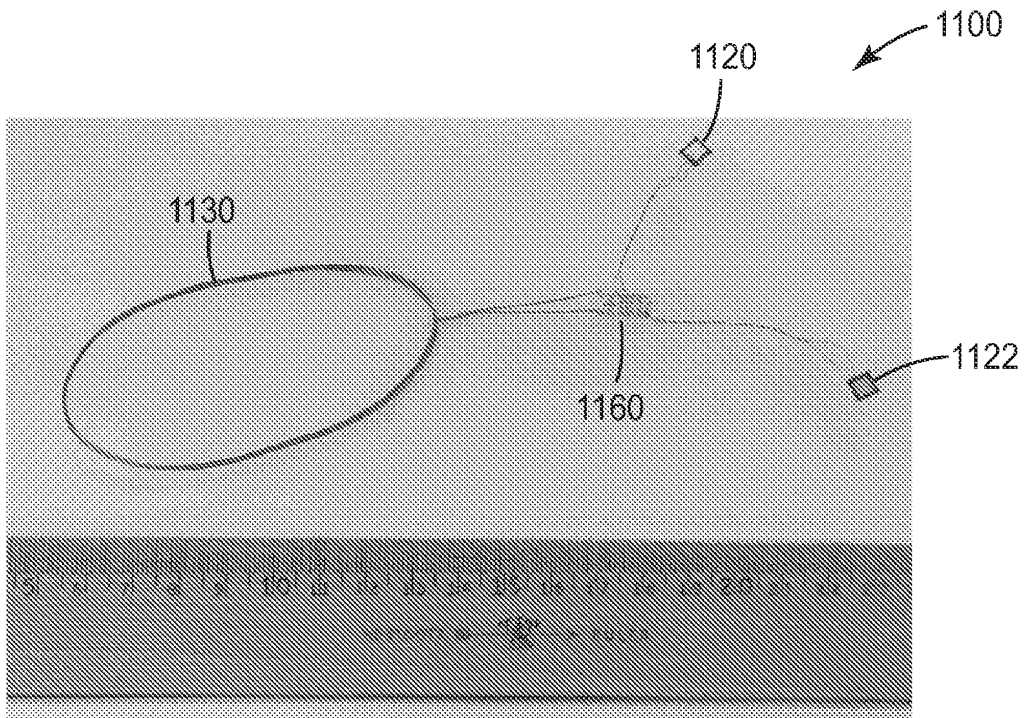
도면9d



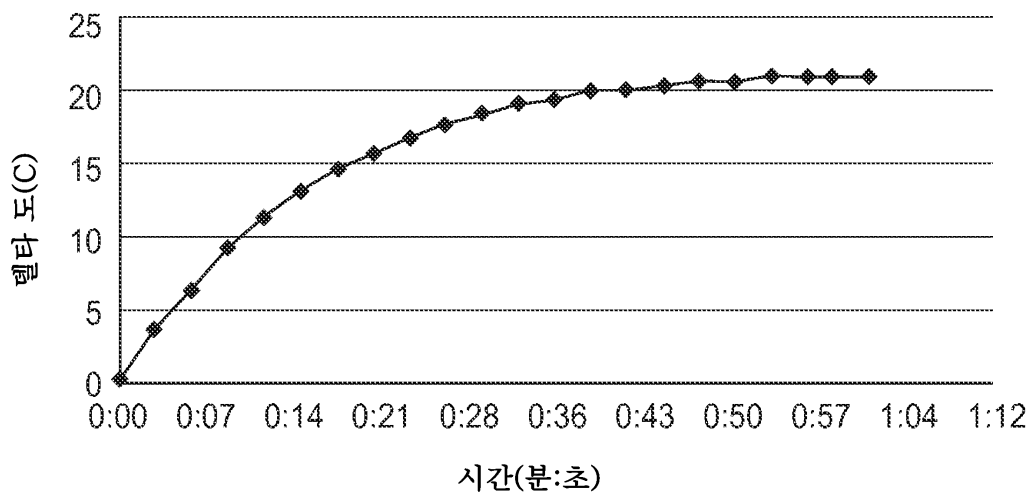
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	标题：用于检测手语的无线传感装置和方法		
公开(公告)号	KR1020170080653A	公开(公告)日	2017-07-10
申请号	KR1020177014974	申请日	2015-11-02
[标]申请(专利权)人(译)	明尼苏达州采矿制造公司		
申请(专利权)人(译)	3M创新湾执行的COM PANY		
[标]发明人	JESME RONALD D 제스미로날드디 BONIFAS ANDREW P 보니파스앤드류피 GABRIEL NICHOLAS T 가브리엘니콜라스티 NOWICKI ANTHONY J 노유키앤소니제이		
发明人	제스미로날드디 보니파스앤드류피 가브리엘니콜라스티 노유키앤소니제이		
IPC分类号	G01N25/56 A61B5/00 G01N27/18		
CPC分类号	G01N25/56 G01N27/18 A61B5/0008 A61B5/443 A61B2560/0214 G01F23/22 H02J50/20		
代理人(译)	Yangyoungjun Joyunseong 金荣		
优先权	62/077009 2014-11-07 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本公开内容至少部分地包括基板，其特征在于组装中的RF水合传感器；天线设置在基板上；RF电路：用于电气组合在RF电路中的加热源，并使天线中电气组合的目标区域的热条件多样化；以及用于热量结合在加热源中并检测加热源温度的传感元件。RF水合传感器无线地从远程收发器接收电力，并且至少一部分电力被提供给加热源。

