



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0026469  
 (43) 공개일자 2014년03월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01N 27/22 (2006.01) G01N 27/12 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7029693
- (22) 출원일자(국제) 2012년04월04일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년11월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/032153
- (87) 국제공개번호 WO 2012/141958  
 국제공개일자 2012년10월18일
- (30) 우선권주장  
 61/475,009 2011년04월13일 미국(US)

- (71) 출원인  
 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자  
 팔라쥬토 마이클 씨.  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠 센터  
 통준야탐 저스틴  
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
 스 33427 쓰리엠 센터  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 유미특허법인

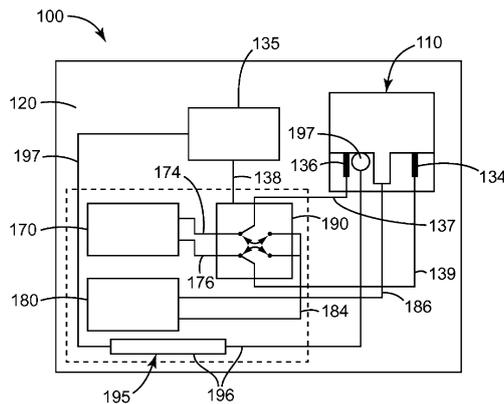
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 일체형 가열을 갖는 센서 요소를 포함하는 증기 센서

**(57) 요약**

증기 센서는 커패시턴스-관련 특성 센서 요소(110), 히터 회로 요소(170), 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소(180), 및 하나 이상의 스위치 부재(190)를 포함한다. 커패시턴스-관련 특성 센서 요소는 유전체 기판(120), 제1 전도성 전극(130), 제2 전도성 전극(140), 및 제1 전도성 전극과 제2 전도성 전극 사이에 배치되어 이들과 접촉하는 유전체 미공성 재료(150)의 층을 포함한다. 하나 이상의 스위치 부재는 제1 전도성 전극과 히터 회로 요소 사이의 그리고 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소와 제1 전도성 전극 사이의 전기 연통을 차단할 수 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**그리스카 스테판 에이취.**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스  
33427 쓰리엠 센터

**웬드랜드 마이클 에스.**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스  
33427 쓰리엠 센터

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

증기 센서(vapor sensor)로서,

유전체 기관,

상기 유전체 기관 상에 배치되고 제1 및 제2 단부들을 갖는 제1 전도성 전극,

제2 전도성 전극, 및

상기 제1 전도성 전극과 상기 제2 전도성 전극 사이에 배치되어 이들과 접촉하는 미공성(microporous) 재료를 포함하는 유전체 층

을 포함하는 커패시턴스-관련 특성(capacitance-related property) 센서 요소;

상기 제1 전도성 전극의 상기 제1 및 제2 단부들과 각각 가역적으로 차단가능한(interruptible) 전기 연통 상태에 있는 제1 및 제2 전도성 부재들을 갖는 히터 회로 요소;

상기 제1 전도성 전극과 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 제1 전도성 부재 및 상기 제2 전도성 전극과 전기 연통 상태에 있는 제2 전도성 부재를 갖는 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소;

상기 히터 회로 요소의 상기 제1 및 제2 전도성 부재들과 상기 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있고, 상기 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 상기 제1 전도성 부재와 상기 제1 전도성 전극 사이의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있는 하나 이상의 스위치 부재

를 포함하는, 증기 센서.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 스위치 부재는,

상기 히터 회로 요소의 제1 및 제2 전도성 부재들과 상기 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 가역적으로 차단가능한 전기 연통; 및

상기 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 상기 제1 전도성 부재와 상기 제2 전도성 전극 사이의 가역적으로 차단가능한 전기 연통

을 각각 동시에 가역적으로 차단할 수 있는, 증기 센서.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 전도성 전극은 1종 이상의 유기 증기에 의해 투과가능한, 증기 센서.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 전도성 전극은 건조된 은(silver) 잉크를 포함하는, 증기 센서.

### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 전도성 전극은 증착된 금속을 포함하는, 증기 센서.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 미공성 재료는 고유 미공성을 갖는 중합체(polymer of intrinsic microporosity)를 포함하는, 증기 센서.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 스위치 부재와 전기 연통하고 상기 스위치의 작동을 제어하는

스위치 제어를 추가로 포함하는, 증기 센서.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 전도성 전극에 근접하게 상기 유전체 기관 상에 배치되는 온도 센서를 추가로 포함하는, 증기 센서.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 스위치 제어기는 상기 온도 센서와 전기 연통하는, 증기 센서.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전도성 전극들 및 검출 층 각각은 상기 기관과 접촉하는, 증기 센서.

**청구항 11**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전도성 전극들은 평행한, 증기 센서.

**청구항 12**

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 커패시턴스-관련 특성은 커패시턴스를 포함하는, 증기 센서.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 대체로 증기 센서(vapor sensor)에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 증기들의 존재와 공기 내에서의 그들의 농도가 많은 활동 분야에서 감시된다. 예를 들어 광이온화, 가스 크로마토그래피, 중량 측정 기술, 분광 기술(예컨대, 질량 분광 분석, 적외선 분광법, 또는 형광 분광법), 및 흡수 감지 기술을 비롯한 증기(예컨대, 휘발성 유기 화합물(volatile organic compound, VOC))를 검출하기 위한 다양한 방법들이 개발되었다.

[0003] 커패시턴스 센서에서, (전형적으로 평행한 또는 상호맞물림형(interdigitated)인) 두 전도성 전극들의 커패시턴스는 환경 분석물(analyte) 증기의 존재로 인해 두 전극들 사이의 재료의 유전 상수(dielectric constant)가 변함에 따라 달라진다. 주기적으로, (예를 들어, 분석물 증기를 바꾸는 경우) 전도성 전극들 사이로부터 분석물을 제거하는 것이 바람직하다. 그러한 경우에, 커패시턴스 센서의 사용 전에 분석물을 증발시키기 위해 가열이 사용될 수 있다.

**발명의 내용**

[0004] 일 태양에서, 본 발명은 증기 센서로서,

[0005] 유전체 기관,

[0006] 유전체 기관 상에 배치되고 제1 및 제2 단부들을 갖는 제1 전도성 전극,

[0007] 제2 전도성 전극, 및

[0008] 제1 전도성 전극과 제2 전도성 전극 사이에 배치되어 이들과 접촉하는 미공성(microporous) 재료를 포함하는 유전체 층

[0009] 을 포함하는 커패시턴스-관련 특성(capacitance-related property) 센서 요소;

[0010] 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들과 각각 가역적으로 차단가능한(interruptible) 전기 연통 상태에 있는 제1 및 제2 전도성 부재들을 갖는 히터 회로 요소;

[0011] 제1 전도성 전극과 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 제1 전도성 부재 및 제2 전도성 전극과 전기

연통 상태에 있는 제2 전도성 부재를 갖는 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소;

- [0012] 히터 회로 요소의 제1 및 제2 전도성 부재들과 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있고, 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 제1 전도성 부재와 제1 전도성 전극 사이의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있는 하나 이상의 스위치 부재를
- [0013] 를 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0014] 일부 실시예들에서, 제1 및 제2 전도성 전극들과 검출 층 각각은 기관과 접촉한다. 일부 실시예들에서, 제1 및 제2 전도성 전극들은 평행하다.
- [0015] 일부 실시예들에서, 상기 하나 이상의 스위치 부재는,
- [0016] 히터 회로 요소의 제1 및 제2 전도성 부재들과 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 가역적으로 차단가능한 전기 연통; 및
- [0017] 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 제1 전도성 부재와 제2 전도성 전극 사이의 가역적으로 차단가능한 전기 연통
- [0018] 을 각각 동시에 가역적으로 차단할 수 있다.
- [0019] 일부 실시예들에서, 증기 센서는 제1 전도성 전극에 근접하게 유전체 기관 상에 배치되는 온도 센서를 추가로 포함한다.
- [0020] 일부 실시예들에서, 증기 센서는 스위치 부재와 전기 연통하고 스위치의 작동을 제어하는 스위치 제어기를 추가로 포함한다. 이들 실시예들 중 일부에서, 스위치 제어기는 온도 센서와 전기 연통한다.
- [0021] 본 발명에 따른 증기 센서는 예를 들어 분석물(예컨대, 휘발성 유기 화합물 및/또는 습도)의 농도를 측정하는데 유용하다.
- [0022] 유리하게는, 본 발명에 따른 증기 센서에서, 제1 전도성 전극은 가열 요소로서 커패시턴스-관련 특성 감지를 배가시킴으로써, 추가의 가열 요소의 필요를 없애고, 증기 센서의 설계 및 제조를 간단하게 한다.
- [0023] 본 발명의 실시예에 사용되는 센서 요소는 일반적으로 층 내에 함유되는 흡수성 유전체 재료가 전극들에 의해 확립되는 전기장과 상호작용할 수 있도록 흡수성 유전체 층이 제1 전도성 전극과 제2 전도성 전극에 충분히 근접하도록 구성된다. 센서 요소의 작동 시, 흡수성 유전체 층은 하나 이상의 분석물(예컨대, 하나 이상의 유기 증기)들의 흡수 시 전기적 특성의 변화를 나타낸다. 전기적 특성은 후술되는 바와 같이 커패시턴스-관련 특성일 수 있다. 커패시턴스-관련 특성의 그러한 변화는 제1 전도성 전극과 제2 전도성 전극 사이에 (예컨대, 전극들에 전압 차이를 부여함으로써) 전하 차이를 부여하고, 분석물의 존재에 응답하여 센서 요소의 특성을 감시함으로써 측정될 수 있다.
- [0024] 용어 "커패시턴스-관련 특성"은 일반적으로 (고정적이든 시간 변화적이든) 전기 전하의 부여 및 전하의 부여 동안 및/또는 그 후의 전기적 특성의 감시와 연관된 임의의 전기적 특성 및 그의 측정을 포함한다. 그러한 특성들은, 예를 들어 커패시턴스뿐만 아니라 임피던스, 인덕턴스, 어드미턴스, 전류, 저항, 컨덕턴스 등을 포함하며, 당업계에 알려진 다양한 방법들에 따라 측정될 수 있다.
- [0025] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "흡수하다"는 재료가 단순히 기공 벽들에 흡착되든 용해되어 벌크 유전체 미공성 재료로 되는 상관없이, 재료가 유전체 미공성 재료 내에 배치됨을 말한다.
- [0026] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 재료(예컨대, 전도성 전극)의 층에 관하여 용어 "투과성"은 층이 존재하는 영역들에서, 층이 하나 이상의 유기 화합물에 의해 (예컨대, 25°C에서) 층의 두께를 통해 무반응으로 투과될 수 있도록 충분히 다공성임을 의미한다.
- [0027] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "전도성 부재"는 예를 들어 와이어, 금속성 트레이스, 전기 구성요소, 또는 이들의 조합과 같은 전기 전도성 부재를 말한다.
- [0028] 본 발명의 특징 및 이점이 상세한 설명뿐만 아니라 첨부된 특허청구범위를 고려할 때 추가로 이해될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] <도 1>

도 1은 본 발명에 따른 예시적인 증기 센서(100)의 개략 평면도.

<도 2>

도 2는 도 1에 도시된 센서 요소(110)의 개략 분해 사시도.

<도 3>

도 3은 본 발명에 따른 예시적인 증기 센서(300)의 개략 평면도.

<도 4>

도 4는 도 3에 도시된 센서 요소(310)의 개략 평면도.

상기 도면은 본 발명의 일부 실시 형태들을 기술하지만, 논의에서 알 수 있는 바와 같이 다른 실시 형태가 또한 고려된다. 본 발명의 원리의 범주 및 사상에 속하는 많은 다른 변형예 및 실시예가 당업자에 의해 안출될 수 있음을 이해하여야 한다. 도면은 축척대로 도시된 것이 아닐 수 있다. 도면 전체에 걸쳐, 유사한 부분을 나타내기 위해 유사한 도면부호가 사용될 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 본 발명에 사용하기에 적합한 증기 센서는 다양한 센서 요소 구성을 포함할 수 있다.
- [0031] 도 1에 도시된 일 실시예에서, 증기 센서는 층상 전극 구성을 갖는 센서 요소를 포함한다. 이제 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 예시적인 증기 센서(100)는 커패시턴스-관련 특성 센서 요소(110)를 포함한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 커패시턴스-관련 특성 센서 요소(110)는 유전체 기관(120); 유전체 기관(120) 상에 배치된 제1 전도성 전극(130); 제2 전도성 전극(140); 및 제1 전도성 전극(130)과 제2 전도성 전극(140) 사이에 배치되어 이들과 접촉하는 유전체 미공성 재료(150)의 층을 포함한다.
- [0032] 유전체 기관(120)은 예를 들어 유전체 재료의 연속 슬래브(slab), 층 또는 필름을 포함할 수 있다. 유전체 기관은 센서 요소에 물리적 강도 및 완전성을 제공하는 역할을 할 수 있도록 제1 전도성 전극(130)에 충분히 근접하게 배치된다. 예를 들어 유리, 세라믹 및/또는 플라스틱을 포함한 임의의 적합한 유전체 재료가 사용될 수 있다. 대규모 생산에서, (폴리에스테르 또는 폴리이미드와 같은) 중합체 필름이 사용될 수 있다.
- [0033] 제1 전도성 전극(130)은 임의의 적합한 전도성 재료를 포함할 수 있다. 상이한 재료들(전도성 및/또는 비전도성)의 조합이, 충분한 총 전도성이 제공되는 한, 상이한 층들로서 또는 혼합물로서 사용될 수 있다. 전형적으로, 제1 전도성 전극(130)은 약 107 옴/스퀘어 미만의 시트 저항(sheet resistance)을 갖는다. 제1 전도성 전극(130) 및/또는 제2 전도성 전극(140)을 제조하기 위해 사용될 수 있는 재료의 예에는 유기 재료, 무기 재료, 금속, 합금, 및 이들 재료의 임의의 것 또는 모두를 포함하는 다양한 혼합물들과 복합물들이 포함되지만, 이로 한정되지 않는다. 소정 실시예들에서, 코팅된(예를 들어, 열 증기 코팅된 또는 스퍼터 코팅된) 금속 또는 금속 산화물, 또는 이들의 조합이 사용될 수 있다. 적합한 전도성 재료들은, 예를 들어 알루미늄, 니켈, 티타늄, 주석, 인듐-주석 산화물, 금, 은, 백금, 팔라듐, 구리, 크롬, 탄소 나노튜브, 및 이들의 조합을 포함한다. 소정 실시예들에서, 제1 전도성 전극(130)은 또한 금속성 잉크(예컨대, 은 잉크 또는 금 잉크)를 인쇄한 후 잉크를 건조시킴으로써 형성될 수 있다. 제1 전도성 전극(130)은 각자의 제1 및 제2 단부(134, 136)들을 갖는다.
- [0034] 제2 전도성 전극(140)은 하나 이상의 유기 분석물에 의해 투과가능한 것으로 유지되는 한 임의의 재료(들)를 포함할 수 있다. 제2 전도성 전극(140)을 제조하는 데 사용될 수 있는 재료의 예에는 유기 재료, 무기 재료, 금속, 합금, 및 이들 재료 중 임의의 것 또는 전부를 포함하는 다양한 혼합물들 및 복합물들이 포함된다. 소정 실시예에서, 코팅된(예를 들어, 열 증기 코팅된, 스퍼터 코팅된 등) 금속 또는 금속 산화물, 또는 이들의 조합이 사용될 수 있다. 적합한 전도성 재료에는, 예를 들어 알루미늄, 니켈, 티타늄, 주석, 인듐-주석 산화물, 금, 은, 백금, 팔라듐, 구리, 크롬, 탄소 나노튜브, 및 이들의 조합이 포함된다. 증착된 증기 투과성 전도성 전극에 관한 상세사항이 또한 미국 가특허 출원 제61/388,146호(팔라조토(Palazzotto) 등)에서 확인될 수 있으며, 그의 개시내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.
- [0035] 소정 실시예들에서, 제2 전도성 전극(140)은 또한 금속성 잉크(예컨대, 은 잉크 또는 금 잉크)를 인쇄한 후 잉크를 건조시킴으로써 형성될 수 있다. 상이한 재료들(전도성 및/또는 비전도성)의 조합이, 충분한 총 전도성 및 투과성이 제공되는 한, 상이한 층들로서 또는 혼합물로서 사용될 수 있다. 전형적으로, 제2 전도성 전극(140)은 약 107 옴/스퀘어 미만의 시트 저항을 갖는다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 전도성 전극(140)은 제1

전도성 전극(130)의 주변부를 넘어 연장되는 직사각형 전극으로서 구성되며, 다른 구성들이 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 제2 전도성 전극(140)의 형상은 제1 전도성 전극(130)과 유사하거나 실질적으로 동일할 수 있다.

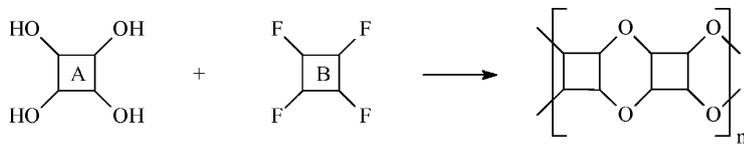
- [0036] 전도성 부재(137, 139)들이 제1 전도성 전극(130)의 각자의 제2 단부(136) 및 제1 단부(134)를 스위치 부재(190)에 전기적으로 접속하여, 하나의 스위치 구성에서, 제1 전도성 전극(130) 및 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소(180)를 포함하는 폐회로가 형성되게 한다.
- [0037] 도 3에 도시된 제2 실시예에서, 증기 센서는 병렬 전극 구성을 갖는 센서 요소를 포함한다. 이제 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 예시적인 증기 센서(300)가 커패시턴스-관련 특성 센서 요소(310)를 포함한다.
- [0038] 도 4에 도시된 바와 같이, 커패시턴스-관련 특성 센서 요소(310)는 유전체 기관(120); 유전체 기관(120) 상에 배치된 제1 전도성 전극(330); 제2 전도성 전극(340); 및 제1 전도성 전극(330)과 제2 전도성 전극(340) 사이에 배치되어 이들과 접촉하는 유전체 미공성 재료(150)의 층을 포함한다. 제1 전도성 전극(330)은 각자의 제1 및 제2 단부(334, 336)들을 갖는다. 전도성 부재(337)들이 제2 단부(336)를 스위치 부재(190)에 전기적으로 접속하여, 하나의 스위치 구성에서, 제1 전도성 전극(330) 및 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소(180)를 포함하는 폐회로가 형성되게 한다.
- [0039] 제1 전도성 전극(330)은 임의의 적합한 전도성 재료를 포함할 수 있다. 상이한 재료들(전도성 및/또는 비전도성)의 조합이, 충분한 총 전도성이 제공되는 한, 상이한 층들로서 또는 혼합물로서 사용될 수 있다. 전형적으로, 제1 전도성 전극(330)은 약 107 옴/스퀘어 미만의 시트 저항을 갖는다. 제1 전도성 전극(330) 및/또는 제2 전도성 전극(340)을 제조하기 위해 사용될 수 있는 재료의 예에는 유기 재료, 무기 재료, 금속, 합금, 및 이들 재료의 임의의 것 또는 모두를 포함하는 다양한 혼합물들과 복합물들이 포함되지만, 이로 한정되지 않는다. 소정 실시예들에서, 코팅된(예를 들어, 열 증기 코팅된 또는 스퍼터 코팅된) 금속 또는 금속 산화물, 또는 이들의 조합이 사용될 수 있다. 적합한 전도성 재료에는, 예를 들어 알루미늄, 니켈, 티타늄, 주석, 인듐-주석 산화물, 금, 은, 백금, 팔라듐, 구리, 크롬, 탄소 나노튜브, 및 이들의 조합이 포함된다. 소정 실시예들에서, 제1 전도성 전극(330)은 또한 금속성 잉크(예컨대, 은 잉크 또는 금 잉크)를 인쇄한 후 잉크를 건조시킴으로써 형성될 수 있다.
- [0040] 도 4에 도시된 구성에서, 제2 전도성 전극(340)은 유기 분석물에 의해 투과가능할 필요가 없지만, 원하는 경우 투과가능할 수 있다. 제2 전도성 전극(340)을 제조하기 위해 사용될 수 있는 재료의 예에는 유기 재료, 무기 재료, 금속, 합금, 및 이들 재료 중 임의의 것 또는 전부를 포함하는 다양한 혼합물들 및 복합물들이 포함된다. 소정 실시예에서, 코팅된(예를 들어, 열 증기 코팅된, 스퍼터 코팅된 등) 금속 또는 금속 산화물, 또는 이들의 조합이 사용될 수 있다. 적합한 전도성 재료에는, 예를 들어 알루미늄, 니켈, 티타늄, 주석, 인듐-주석 산화물, 금, 은, 백금, 팔라듐, 구리, 크롬, 탄소 나노튜브, 및 이들의 조합이 포함된다. 소정 실시예들에서, 제2 전도성 전극(340)은 또한 금속성 잉크(예컨대, 은 잉크 또는 금 잉크)를 인쇄한 후 잉크를 건조시킴으로써 형성될 수 있다. 상이한 재료들(전도성 및/또는 비전도성)의 조합이, 충분한 총 전도성 및 투과성이 제공되는 한, 상이한 층들로서 또는 혼합물로서 사용될 수 있다. 전형적으로, 제2 전도성 전극(340)은 약 107 옴/스퀘어 미만의 시트 저항을 갖는다.
- [0041] 제1 전도성 전극은, 전도성인 한, 임의의 두께를 가질 수 있으며; 예를 들어 4 나노미터(nm) 이상 내지 400 nm, 또는 10 nm 내지 200 nm의 범위의 두께일 수 있다.
- [0042] 제1 전도성 전극은 예를 들어 도 2 및 도 4에 도시된 바와 같이 사행성(tortuous) 경로를 따를 수 있지만, 이는 요건은 아니며, 다른 구성들이 또한 고려된다. 사행성 경로는 전형적으로 가열될 수 있는 면적을 증가시키고/시키거나 가열 속도를 증가시키는 역할을 한다. 일반적으로, 제1 전도성 전극의 설계는 히터 회로 요소와 전기 연통될 때 손쉬운 저항 가열을 가능하게 하여야 한다. 그러한 설계 고려사항은 당업자의 기술 수준 내에 있다.
- [0043] 제2 전도성 전극은 전형적으로 1 nm 내지 100 마이크로미터의 범위 내의 두께를 갖지만, 다른 두께가 사용될 수 있다.
- [0044] 예를 들어, 도 2에 도시된 실시예에서, 제2 전도성 전극은 1 nm 내지 100 nm, 또는 심지어 4 nm 내지 10 nm의 범위 내의 두께를 가질 수 있다. 더 큰 두께는 바람직하지 않게 낮은 수준의 투과성을 가질 수 있는 반면, 더 작은 두께는 불충분하게 전도성인 것으로 될 수 있고/있거나 제2 전도성 부재에 전기적으로 접속하기가 어렵게 될 수 있다.
- [0045] 도 4에 도시된 실시예에서, 제1 및 제2 전극들은 고유적으로 다공성인 흡수성 재료에 의해 분리되어, 유전체 기

판의 표면 상에(예컨대, 단일 평면 내에) 나란히 배치될 수 있다. 이러한 실시예에서, 제2 전도성 전극은 분석물 증기에 의해 투과가능할 필요가 없다. 그러한 경우에, 제2 전도성 전극은 제1 전도성 전극으로서 사용하기에 적합한 재료를 사용해 제조될 수 있다.

[0046] 유전체 미공성 재료(150)는 미공성이고 그의 내부에 하나 이상의 분석물을 흡수할 수 있는 임의의 재료일 수 있다. 이와 관련하여, 용어 "미공성의" 및 "미공성"은 재료가 상당한 양의 내부, 상호연결된 기공 부피를 가지며, 이때 (예를 들어, 등은 흡착 과정에 의해 특성화된 바와 같은) 평균 기공 크기가 약 100 nm 미만, 전형적으로 약 10 nm 미만임을 의미한다. 그러한 미공성은, (존재하는 경우) 유기 분석물의 분자가 물질의 내부 기공 부피로 침투하여 내부 기공 내에 체재할 수 있음을 제공한다. 내부 기공 내에서의 그러한 분석물의 존재는 유전상수(또는 임의의 다른 적합한 전기적 특성)의 변화가 관찰될 수 있도록 물질의 유전 특성을 변경시킬 수 있다.

[0047] 일부 실시예들에서, 유전체 미공성 재료는 이른바 고유 미공성을 갖는 중합체(Polymer of Intrinsic Microporosity, PIM)를 포함한다. PIM은 중합체 사슬의 비효율적인 패키징으로 인해 나노미터 규모의 기공을 갖는 중합체 재료이다. 예를 들어, 문헌[Chemical Communications, 2004, (2), pp. 230-231, Budd et al.]에, 강성 및/또는 뒤틀린 단량체 빌딩 블록(building block)들 사이에 다이벤조다이옥산 결합을 함유하는 일련의 고유적으로 미공성인 재료가 보고된다. 이러한 중합체들 군의 대표 구성원에는 도식 1에 따라 표 1에 나타낸 바와 같은 성분 A(예컨대, A1, A2, 또는 A3)와 성분 B(예컨대, B1, B2, 또는 B3)의 축합에 의해 생성된 것들이 포함된다.

[0048] [도식 1]



[0049]

표 1

성분 A	성분 B
<p>A1</p>	<p>B1</p>
<p>A2</p>	<p>B2</p>
<p>A3</p>	<p>B3</p>

[0050]

[0051] 추가의 적합한 성분 A 및 성분 B와, 생성되는 고유적으로 미공성인 중합체가, 예를 들어, 버드(Budd) 등의 문헌

[Journal of Materials Chemistry, 2005, Vol. 15, pp. 1977-1986]; 맥퀸(McKeown) 등의 문헌[Chemistry, A European Journal, 2005, Vol. 11, pp. 2610 - 2620]; 가넴(Ghanem) 등의 문헌[Macromolecules, 2008, vol. 41, pp. 1640-1646]; 가넴 등의 문헌[Advanced Materials, 2008, vol. 20, pp. 2766-2771]; 카르타(Carta) 등의 문헌[Organic Letters, 2008, vol. 10(13), pp. 2641-2643]; PCT 공개 출원 WO 2005/012397 A2호(맥퀸 등); 및 미국 특허 출원 공개 제2006/0246273호(맥퀸 등)에 보고된 바와 같이 당업계에 공지되어 있으며, 이들 문헌의 개시내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0052] 그러한 중합체는, 예를 들어, 염기성 조건 하에서, 예를 들어, A1 (5,5',6,6'-테트라하이드록시-3,3',3',3'-테트라메틸-1,1'-스피로비스인단)과 같은 비스-카테콜이, 예를 들어, B1(테트라플루오로테레프탈로니트릴)과 같은 플루오르화 아렌과 반응하게 되는 단계-성장 중합에 의해 합성될 수 있다. 생성된 중합체의 골격의 강성 및 뒤 틀린 속성으로 인해, 이들 중합체는 고형물 상태로 단단하게 패킹될 수 없으며, 이에 따라 10% 이상의 자유 부피를 갖고 고유적으로 미공성이다.

[0053] PIM은 다른 재료와 블렌딩될 수 있다. 예를 들어, PIM은, 그 자체가 흡수성 유전체 재료가 아닌 재료와 블렌딩될 수 있다. 분석물 반응에 기여하지 않는다 할지라도, 그러한 물질은 다른 이유 때문에 유용할 수 있다. 예를 들어, 그러한 물질은 우수한 기계적 특성 등을 갖는 PIM-함유 층의 형성을 허용할 수 있다. 일 실시예에서, PIM은 다른 재료와 함께 통상의 용매 중에 용해되어 균질한 용액을 형성할 수 있는데, 이 균질한 용액은 PIM과 다른 중합체(들) 둘 모두를 포함하는 흡수성 유전체 블렌드 층을 형성하도록 캐스팅될 수 있다. PIM은 또한 흡수성 유전체 재료인 재료(예를 들어, 제올라이트, 활성탄, 실리카 겔, 과다-가교결합된 중합체 네트워크 등)와 블렌딩될 수 있다. 그러한 물질은 PIM 물질을 포함하는 용액 중에 현탁된 불용성 물질을 포함할 수 있다. 그러한 용액/현탁물의 코팅 및 건조는 PIM 재료와 추가의 흡수성 유전체 재료 둘 모두를 포함하는 복합 흡수성 유전체 층을 제공할 수 있다.

[0054] PIM은, 예를 들어, 테트라하이드로푸란과 같은 유기 용매에 전형적으로 용해성이며, 이에 따라 (예를 들어, 스펀-코팅, 딥 코팅, 또는 바아 코팅에 의해) 용액으로부터 필름으로서 캐스팅될 수 있다. 그러나, 이들 중합체의 용액으로부터 제조되는 필름의 특성들(액세스가능한 두께, 광학 투명성, 및/또는 외양)은 필름을 캐스팅하는데 사용되는 용매 또는 용매 시스템에 따라 현저하게 달라질 수 있다. 예를 들어, 더 큰 분자량의 고유적으로 미공성인 중합체는, 본 명세서에 기재된 바와 같은 증기 센서에 사용하기에 바람직한 특성을 갖는 필름을 생성하기 위해서, 비교적 흔치 않은 용매(예를 들어, 사이클로헥센 옥사이드, 클로로벤젠, 또는 테트라하이드로피란)로부터 캐스팅될 필요가 있을 수 있다. 용액 코팅 방법에 더하여, 검출 층은 임의의 다른 적합한 방법에 의해 제1 전도성 전극에 적용될 수 있다.

[0055] PIM이 흡수성 유전체 층을 구성하도록 침착(예를 들어, 코팅)되거나 달리 형성된 후에, 이 재료는, 예를 들어, 비스(벤조니트릴)팔라듐(II) 다이클로라이드와 같은 적합한 가교결합제를 사용해 가교결합될 수 있다. 이러한 공정은 흡수성 유전체 층이 유기 용매 중에서 불용성이 되게 할 수 있고/있거나, 소정 응용에서 바람직할 수 있는 내구성, 내마모성 등과 같은 소정 물리적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0056] PIM은 소수성일 수 있어서, 재료가 현저히 팽윤하거나 또는 달리 물리적 특성의 현저한 변화를 나타내는 정도로 액체 물을 흡수하지는 않을 것이다. 그러한 소수성 특성은 물의 존재에 상대적으로 민감하지 않은 유기 분석물 센서 요소를 제공하는 데 유용하다. 그러나, 이 물질은 특정 목적을 위해 상대적으로 극성인 부분을 포함할 수 있다.

[0057] 일 실시예에서, 유전체 미공성 재료는 연속적인 매트릭스를 포함한다. 그러한 매트릭스는 물질의 고형 부분이 (전술된 다공도의 존재 또는 이하에서 논의되는 선택적인 첨가제의 존재와 상관없이) 연속적으로 상호연결되는 집합체(예를 들어, 코팅, 층 등)로서 정의된다. 즉, 연속적인 매트릭스는 입자들의 응집체(예를 들어, 제올라이트, 활성탄소, 탄소 나노튜브 등)를 포함하는 집합체와는 구별가능하다. 예를 들어, 용액으로부터 침착된 층 또는 코팅은 전형적으로 (코팅 자체가 패터화된 방식으로 적용되고/되거나 미립자 첨가제를 포함할지라도) 연속적인 매트릭스를 포함할 것이다. 분말 분무, 분산물(예를 들어, 라텍스)의 코팅 및 건조를 통해, 또는 졸-겔 혼합물의 코팅 및 건조에 의해 침착된 입자들의 모임은 연속적인 네트워크를 포함하지 않을 수 있다. 그러나, 그러한 라텍스, 졸-겔 등의 층이 개별 입자들이 더 이상 식별가능하지도 않고 상이한 입자들로부터 얻어졌던 집합체의 영역들을 식별하는 것이 가능하지도 않도록 압밀될 수 있는 경우에는, 그러한 층은 연속적인 매트릭스인 것으로 간주될 수 있다.

[0058] 본 발명에 따른 커패시턴스-관련 특성 센서 요소는, 예를 들어 회로 제조에 일반적인 방법을 사용하여(예컨대, 증착에 의해 또는 포토리소그래피에 의해) 유전체 기판 상에 제1 전도성 전극을 (예컨대, 증착에 의해 또는 포

토리소그래피에 의해) 배치함으로써 제조될 수 있다.

- [0059] 다음에, 적합한 유기 용제 내의 유전체 미공성 재료가 제1 전도성 전극 상에 코팅되고, 용제가 제거된다. 마지막으로, 제2 전도성 전극이 (예컨대, 디지털 인쇄 방법(예컨대, 잉크젯 인쇄)을 사용한, 스크린 인쇄와 같은 인쇄 방법 또는 증착에 의해) 유전체 미공성 재료 상에 배치된다.
- [0060] 다시 도 1 및 도 3을 참조하면, 히터 회로 요소(170)가 각자의 제1 및 제2 전도성 부재(174, 176)들을 갖는다. 제1 및 제2 전도성 부재들은 제1 전도성 전극(130 또는 330)의 제1 및 제2 단부(134, 136 또는 334, 336)들과 각각 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있다. 히터 회로 요소는 제1 전도성 전극에 전력을 공급하여, 제1 전도성 전극이 저항 가열에 의해 온도가 상승되게 한다. 히터 회로 요소는 제1 전도성 전극을 가열하기에 충분한 전력을 쉽게 공급할 수 있도록 선택되어야 한다. 히터 회로 요소의 예에는 교류(ac) 어댑터(전원에 연결되는 경우) 및 배터리가 포함된다.
- [0061] 도 1에 도시된 실시예에서, 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소(180)는 스위치 부재(190) 및 전도성 트레이스(139, 137)들을 통해 제1 전도성 전극(130)의 제1 및 제2 단부(134, 136)들과 각각 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 제1 전도성 부재(184)를 갖는다.
- [0062] 도 3에 도시된 실시예에서, 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소(180)는 스위치 부재(190) 및 전도성 트레이스(339, 337)들을 통해 제1 전도성 전극(330)의 제1 및 제2 단부(334, 336)들과 각각 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 제1 전도성 부재(184)를 갖는다.
- [0063] 커패시턴스-관련 특성을 측정할 수 있는 임의의 장치가 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소(180)로서 사용될 수 있다. 예에는 (예컨대, 디지털타이저와 조합하여) 마이크로프로세서 및 LCR 미터가 포함된다.
- [0064] 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 전도성 부재(186)는 제2 전도성 전극(각각 140 또는 340)과 전기 연통 상태에 있다. 그러나, 제2 전도성 부재가 제2 전도성 전극과 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있도록 본 발명에 따른 증기 센서가 구성될 수 있다는 것이 또한 고려된다. 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소는 마이크로프로세서, 디스플레이 또는 다른 장치에 연통가능하게 결합될 수 있다.
- [0065] 일부 실시예들에서, 제2 전도성 전극은 제1 및 제2 단부들을 가질 수 있다. 이제 도 4를 참조하면, 예시적인 제2 전도성 전극(340)은 각자의 제1 및 제2 단부(344, 346)들을 갖는다. 이 구성에서, 제2 전도성 부재(186)는 제1 단부(344)를 통해 제2 전도성 전극(340)과 전기 연통 상태에 있다. 선택적으로, 제2 전도성 부재(186)는 각자의 제1 및 제2 단부(344, 346)들과 접촉할 수 있다. 예를 들어 도 4에 도시된 것과 같은 센서 요소가 하나 이상의 스위치 부재들을 통해 제1 및 제2 전도성 전극들과 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 히터 회로 요소를 갖도록 구성될 수 있다는 것이 추가로 고려된다.
- [0066] 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소는 제1 전도성 전극과 제2 전도성 전극 사이에 전압차를 인가하고, 커패시턴스-관련 특성을 측정한다. 이러한 커패시턴스-관련 특성은 이어서, 예를 들어 기준 교정에 따라, 예를 들어 알려진 분석물에 대한 증기 농도를 얻기 위해 수동으로든 또는 마이크로프로세서에 의해서든 사용된다. 분석물 증기의 증기 농도를 결정하는 하나의 예시적인 방법이 2011년 4월 13일자로 출원된, 발명의 명칭이 "교정 정보를 포함하는 전자 장치 및 그 사용 방법(ELECTRONIC DEVICE INCLUDING CALIBRATION INFORMATION AND METHOD OF USING THE SAME)" 미국 가특허 출원 제61/475,014호(대리인 관리번호 67334US002)에 개시되어 있다.
- [0067] 다시 도 1 및 도 3을 참조하면, 스위치 부재(190)는 동시에, 히터 회로 요소(170)의 제1 및 제2 전도성 부재(174, 176)들과 제1 전도성 전극(예컨대, 제1 전도성 전극(130) 또는 제1 전도성 전극(330))의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 전기 연통을 가역적으로 차단하고, 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 제1 및 제2 전도성 부재들과 제1 전도성 전극 및 제2 전도성 전극 사이의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있다. 전도성 부재(137 또는 337)는 각자의 제1 전도성 전극(130 또는 330)의 제2 단부(136 또는 336)를 스위치 부재(190)에 전기적으로 접속한다.
- [0068] 도 1 및 도 3에 도시된 실시예들에서, 단일 스위치 부재가 포함되지만, 보다 많은 스위치 부재들을 포함하는 다른 구성들이 또한 고려된다. 예를 들어, 히터 회로 요소 및 커패시턴스-관련 특성 회로 요소 각각은 별개의 스위치 부재들에 의해 센서 요소에 접속될 수 있다. 그러나, 편리함 면에서, 도 1 및 도 3에 도시된 실시예들이 유리하다.
- [0069] 스위치 부재는 a) 전류가 제1 전도성 전극을 통해 그의 제1 단부로부터 제2 단부로 흐를지, 또는 b) 커패시턴스-관련 회로 측정 회로 요소가 제1 전도성 전극 및 제2 전도성 전극과 전기 연통될지를 조절한다. 모드 a)에서,

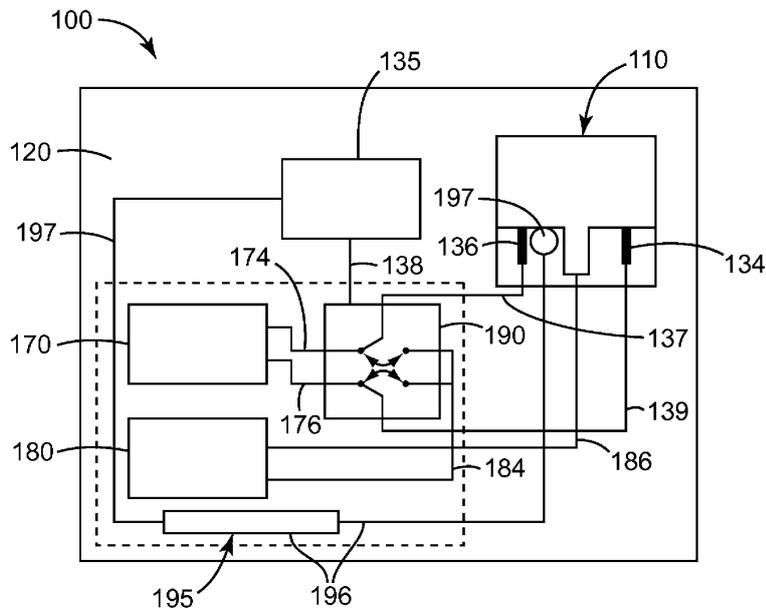
센서 요소의 가열이 달성되는 반면, 모드 b)에서는 커패시턴스-관련 특성 측정 요소가 얻어질 수 있다. 제1 전도성 전극의 동시 가열 및 커패시턴스-관련 특성 측정이 또한 고려된다.

- [0070] 적합한 스위치 부재들은 예를 들어 디지털 및 아날로그 스위치들을 포함한다. 게다가, (어떠한 유형과도 관계 없이) 하나 초과 스위치 부재가 증기 센서 내에 포함될 수 있다. 예에는 토글 스위치, 인라인 스위치, 푸시-버튼 스위치, 로커(rocker) 스위치 및 키패드 스위치와 같은 전기 기계 스위치와, 트랜지스터-기반 반도체 스위치와 같은 전기 스위치가 포함된다. 바람직하게는, 임의의 스위치 부재(들)가 전기적으로 작동가능하다.
- [0071] 선택적 스위치 제어기(135)가 전도성 부재(138)를 통해 스위치 부재(190)와 전기 연통 상태에 있고, 스위치 부재(190)의 작동을 제어한다. 적합한 선택적 스위치 제어기의 예에는 반도체 마이크로프로세서와 컴퓨터가 포함된다.
- [0072] 다시 도 1 및 도 3을 참조하면, 선택적 온도 센서(195)는 온도 측정 회로 요소(196)와 프로브(probe)(197)를 포함한다. 프로브(197)는 커패시턴스-관련 특성 센서 요소 온도의 측정을 허용하기 위해 제1 전도성 전극(110 또는 310)에 근접하게 유전체 기판 상에 배치된다. 적합한 선택적 온도 센서의 예에는 열전대와 서미스터가 포함된다. 존재하는 경우, 선택적 온도 센서(195)는, 온도를 감시하고 스위치 부재(들)를 통한 접촉을 제어하는 선택적 스위치 제어기(135)에, 전도성 트레이스(197)를 통해 전기적으로 접속될 수 있다. 예를 들어, 선택적 온도 센서는 원하는 온도가 달성되도록 커패시턴스-관련 특성 측정 및 가열의 온-오프 듀티 사이클(on-off duty cycle)을 조절할 수 있다.
- [0073] 본 발명에 따른 증기 센서에 포함될 수 있는 추가의 구성요소는 부분 커버, 전자 디스플레이, 및 컴퓨터-관독가능 메모리를 포함한다.
- [0074] 명시적으로 도시되지는 않았지만, 본 발명에 따른 증기 센서의 다양한 전기 구성요소들이 사용 동안에 기능하기에 충분한 전력을 공급받는다라는 것이 이해될 것이다.
- [0075] 선택적 보호 커버 또는 배리어 층(barrier layer)이 제1 전도성 전극 또는 제2 전도성 전극 중 하나 이상에 근접하게 제공될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 제2 전도성 부재 전기 접점과의 전기적 접촉을 위해 액세스 가능한 제2 전도성 전극의 영역을 남겨 두고서, 커버 층이 제2 전도성 전극 위에 배치될 수 있다. 임의의 그러한 커버 층은 센서 요소의 기능을 크게 방해해서는 안된다. 예를 들어, 관심대상의 분석물이 흡수성 유전체 층에 도달하기 위해 커버 층을 통과해야 하도록 센서 요소가 구성되는 경우, 커버 층은 분석물에 의해 충분히 투과가능해야 한다.
- [0076] 본 발명의 선택 실시예
- [0077] 제1 실시예에서, 본 발명은 증기 센서로서,
- [0078] 유전체 기판,
- [0079] 유전체 기판 상에 배치되고 제1 및 제2 단부들을 갖는 제1 전도성 전극,
- [0080] 제2 전도성 전극, 및
- [0081] 제1 전도성 전극과 제2 전도성 전극 사이에 배치되어 이들과 접촉하는 미공성 재료를 포함하는 유전체 층
- [0082] 을 포함하는 커패시턴스-관련 특성 센서 요소;
- [0083] 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들과 각각 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 제1 및 제2 전도성 부재들을 갖는 히터 회로 요소;
- [0084] 제1 전도성 전극과 가역적으로 차단가능한 전기 연통 상태에 있는 제1 전도성 부재 및 제2 전도성 전극과 전기 연통 상태에 있는 제2 전도성 부재를 갖는 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소;
- [0085] 히터 회로 요소의 제1 및 제2 전도성 부재들과 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있고, 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 제1 전도성 부재와 제1 전도성 전극 사이의 전기 연통을 가역적으로 차단할 수 있는 하나 이상의 스위치 부재
- [0086] 를 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0087] 제2 실시예에서, 본 발명은 제1 실시예에 따른 증기 센서로서,
- [0088] 상기 하나 이상의 스위치 부재는,

- [0089] 히터 회로 요소의 제1 및 제2 전도성 부재들과 제1 전도성 전극의 제1 및 제2 단부들 사이의 각각의 가역적으로 차단가능한 전기 연통; 및
- [0090] 커패시턴스-관련 특성 측정 회로 요소의 제1 전도성 부재와 제2 전도성 전극 사이의 가역적으로 차단가능한 전기 연통
- [0091] 을 각각 동시에 가역적으로 차단할 수 있는, 증기 센서를 제공한다.
- [0092] 제3 실시예에서, 본 발명은 제1 또는 제2 실시예에 따른 증기 센서로서, 제2 전도성 전극은 1종 이상의 유기 증기에 의해 투과가능한, 증기 센서를 제공한다.
- [0093] 제4 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제3 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 제2 전도성 전극은 건조된 은 잉크를 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0094] 제5 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제3 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 제2 전도성 전극은 증착된 금속을 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0095] 제6 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제5 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 미공성 재료는 고유 미공성을 갖는 중합체를 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0096] 제7 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제6 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 스위치 부재와 전기 연통하고 스위치의 작동을 제어하는 스위치 제어기를 추가로 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0097] 제8 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제7 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 제1 전도성 전극에 근접하게 유전체 기관 상에 배치되는 온도 센서를 추가로 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0098] 제9 실시예에서, 본 발명은 제8 실시예에 따른 증기 센서로서, 스위치 제어기는 온도 센서와 전기 연통하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0099] 제10 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제9 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 제1 및 제2 전도성 전극들 및 검출 층 각각은 기관과 접촉하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0100] 제11 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제9 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 제1 및 제2 전도성 전극들은 평행한, 증기 센서를 제공한다.
- [0101] 제12 실시예에서, 본 발명은 제1 내지 제11 실시예들 중 어느 하나의 실시예에 따른 증기 센서로서, 커패시턴스-관련 특성은 커패시턴스를 포함하는, 증기 센서를 제공한다.
- [0102] 본 발명의 다양한 변형 및 변경이 본 발명의 범주 및 사상으로부터 벗어남이 없이 당업자에 의해 이루어질 수 있으며, 본 발명이 본 명세서에 기술된 예시적인 실시예들로 부당하게 제한되지 않아야 함을 이해하여야 한다.

도면

도면1



도면2

