



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0097714  
(43) 공개일자 2014년08월07일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/><b>G01N 27/12</b> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 <b>10-2013-0009883</b></p> <p>(22) 출원일자 <b>2013년01월29일</b><br/>심사청구일자 <b>없음</b><br/>기술이전 희망 : <b>기술양도, 실시권허여, 기술지도</b></p> | <p>(71) 출원인<br/><b>한국전자통신연구원</b><br/>대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)</p> <p>(72) 발명자<br/><b>문승언</b><br/>대전광역시 유성구 관평동 한화아파트 105-1701<br/><b>이재우</b><br/>대전 유성구 엑스포로 448, 205동 403호 (전민동, 엑스포아파트)<br/><i>(뒷면에 계속)</i></p> <p>(74) 대리인<br/><b>박영복, 김용인</b></p> |
|--|--|

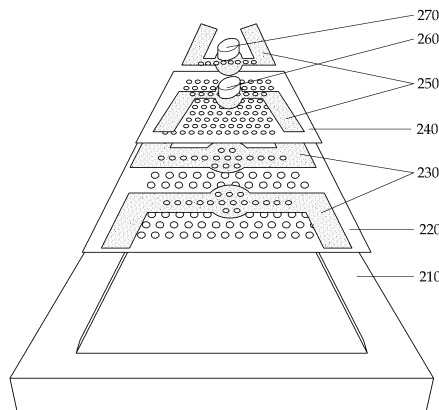
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **다공성 멤브레인이 내장된 마이크로히터를 이용한 MEMS형 접촉연소식 가스 센서**

**(57) 요약**

본 발명은 다공성 멤브레인이 내장된 마이크로히터와 미세기전집적시스템(MEMS: Micro Electro Mechanical System) 기술을 이용한 접촉연소식 가스 센서에 관한 것으로서, 멤브레인들, 발열 저항체 및 감지 전극에 다수의 구멍을 뚫고 그 구멍을 통해 기판의 일정 두께만큼 식각하여 열적으로 격리하고 감지 소재로 이루어진 감지 구조체와 보상 소재로 이루어진 보상 구조체를 포함함으로써, 초소형이면서 소모 전력이 현저히 줄어든 MEMS형 접촉연소식 가스 센서에서 구조적/기계적/전기적으로 안정하며 소자 제작 공정이 용이한 가스 센서를 제공하고자 한다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**이형근**

대전 유성구 노은로 416, 502동 1701호 (하기동,  
송림마을5단지아파트)

**최낙진**

대전 유성구 송강로42번길 61, 205동 805호 (송강  
동, 송강청솔아파트)

**양우석**

대전 서구 둔산로 223, 10동 1004호 (둔산동, 청솔  
아파트)

**김중대**

대전 유성구 배울1로 119, 1211동 1002호 (용산동,  
대덕테크노밸리12단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10035570

부처명 지식경제부

연구사업명 산업원천기술개발사업(ETRI지원사업)

연구과제명 스마트&그린 빌딩용 자가충전 지능형 센서노드 플랫폼 핵심기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2010.03.01 ~ 2015.02.28

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

다수의 구멍을 가진 제1 멤브레인;

상기 제1 멤브레인의 하부에 위치하되 하부면의 일부분과는 비접촉되도록 중앙 영역이 일정 두께만큼 식각된 기관;

상기 제1 멤브레인의 상면 중앙 영역에 형성되고 다수의 구멍을 가진 발열 저항체;

상기 제1 멤브레인과 상기 발열 저항체 위에 형성되고 다수의 구멍을 가진 제2 멤브레인;

상기 제2 멤브레인상의 중앙 영역에 형성되고 다수의 구멍을 가진 감지 전극;

상기 감지 전극 상에 가스 감지 소재로 형성된 하나 이상의 감지 구조체; 및

상기 감지 전극 상에 보상 소재로 형성된 하나 이상의 보상 구조체

를 포함하는 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제1 멤브레인 하부의 기관은,

상기 제2 멤브레인 및 상기 제1 멤브레인과 상기 발열 저항체에 있는 다수의 구멍을 통해 전체적으로 식각되어 상기 제1 멤브레인을 지탱하는 기둥이 없는 구조인 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 제1 멤브레인 하부의 기관은,

상기 제2 멤브레인 및 상기 제1 멤브레인과 상기 발열 저항체에 있는 다수의 구멍을 통해 부분적으로 식각되어 상기 제1 멤브레인을 지탱하는 기둥이 있는 구조인 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제2 멤브레인과 상기 제1 멤브레인은,

단일 층 또는 다층의 산화 실리콘 막 또는 질화 실리콘 막이 열산화 증착법, 스퍼터링 증착법 및 화학 기상 증착법 중 어느 하나의 방법을 이용하여 증착된 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 발열 저항체는,

금(Au), 텅스텐(W), 백금(Pt) 및 팔라듐(Pd) 중 어느 하나의 금속막 또는 실리콘 막 또는 전도성 금속 산화물 막을 스퍼터링 증착법, 전자빔 증착법 및 기화 증착법 중 어느 하나의 방법을 이용하여 증착된 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 감지 전극은,

백금(Pt), 알루미늄(Al) 및 금(Au) 중 어느 하나의 금속 막 또는 전도성 금속 산화물 막을 스퍼터링 증착법, 전자빔 증착법 및 기화 증착법 중 어느 하나의 방법에 의하여 증착된 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 가스 감지 소재는, 금속 산화물, 탄소 나노 튜브(Carbon Nano Tube; CNT) 및 그래핀(graphene) 중 어느 하나의 물질에 귀금속인 백금이나 팔라듐 등의 귀금속을 첨가하여 이루어지고,

상기 보상 소재는, 촉매 역할을 하는 귀금속을 첨가하지 않고 이용할 수 있으며, 솔-젤법, 드롭 코팅법, 스크린 프린팅법, 화학 기상 증착법 및 스퍼터링 증착법 중 어느 하나의 방법을 이용하여 증착된 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 기판은,

실리콘, 산화 알루미늄( $Al_2O_3$ ), 산화 마그네슘(MgO), 석영(quartz), 갈륨-질소(GaN), 갈륨-비소(GaAs) 또는 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에테르술폰(PES), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리이미드(PI) 중 어느 하나를 이용하여 제작된 것을 특징으로 하는 접촉연소식 가스 센서.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명의 실시 예는 MEMS형 접촉연소식 가스 센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다공성 멤브레인이 내장된 마이크로히터와 미세기전집적시스템(MEMS: Micro Electro Mechanical System) 기술을 이용한 접촉연소식 가스 센서에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 가스 센서에 대한 연구는 오래전부터 이루어져 왔다. 현재 광학식, 전기화학식, 반도체식, 접촉연소식, 표면 음향파(Surface Acoustic Wave) 방식 등의 다양한 방식의 가스 센서가 상용화되어 있다. 측정하고자 하는 가스의 스펙트럼의 변화나 이온 모빌리티(mobility)에 의한 전도성 측정을 통한 광학식 가스 센서나 전기 화학식 가스 센서, 감지 소재에 흡착된 가스로 인한 산화/환원 반응 등으로 인한 전도성 변화나 흡착된 가스에 의한 표면과 전송 속도 변화 측정을 통한 반도체식 가스 센서나 표면 음향파 방식 가스 센서에 비해 일반적으로 LPG/LNG 등의 메탄 계열의 가연성 감지소자용으로는 검지 대상인 이들 가스와 감지 소재와의 반응을 통해 발생하는 연소열에 의한 온도 변화를 측정함으로써 가연성 가스의 존재 여부와 농도를 결정하는 접촉연소식이 많이 사용돼 왔다.

[0003] 도 1은 접촉연소식 가스 센서를 이용한 가연성 가스 감지 모듈의 구성도이다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 가연성 가스 감지 모듈(100)은 직류 전원(110), 가변 저항( $R_v$ )(120), 고정 저항 1 및 2( $R_1$  및  $R_2$ )(131 및 132), 감지 소자( $R_d$ )(141) 및 보상 소자( $R_c$ )(142)를 포함한다.

[0005] 접촉연소식 가스 센서를 이용한 가연성 가스 감지 모듈(100)은 일반적으로 도 1과 같이 휘스톤 브릿지(Wheatstone Bridge) 회로로 구성되어 있다. 출력 전압( $V_o$ )은 감지 소자( $R_d$ )(141) 및 보상 소자( $R_v$ )(142)의 연결 위치와 가변 저항( $R_v$ )(120) 간의 전압을 나타낸다. 접촉연소식 가스 센서는 백금이나 팔라듐 같은 귀금속의 산화촉매를 첨가하여 만든 감지 소자( $R_d$ )(141)와 가연성 가스의 산화가 일어나지 않도록 촉매를 첨가하지 않은 불활성의 보상 소자( $R_c$ )(142)의 한 쌍으로 구성된다.

[0006] 가연성 가스 감지 모듈(100)은 휘스톤 브릿지 회로의 특성을 이용하여 출력전압  $V_o$ 가 0이 되도록 가변저항을 보정한다. 가연성 가스가 주입되면, 가스와 감지 소재와의 반응을 통한 연소로 온도 변화가 발생한다. 이로 인한 저항의 변화로 가연성 가스 감지 모듈(100)에서의 휘스톤 브릿지 회로의 평형이 깨져 0이 아닌  $V_o$ 가 발생한다. 이값은 감지 소재의 촉매성능, 감지 소자( $R_d$ )(141)의 열용량, 및 가연성 가스의 농도 등에 의존한다.

[0007] 종래 접촉연소식 가스 센서 소자를 제작하는 방법은 알루미늄이나 퀴츠 등의 기판에 감지 소재와 감지 전극 그리고 감지 특성 향상을 위해 동작 온도를 올려주기 위한 히터가 있는 벌크형 접촉연소식 가스센서나, 다른 부분은 유사하지만 히터가 있는 부분을 식각 등의 방법으로 제거하여 열적으로 격리함으로써 소모 전력을 줄인 MEMS형 접촉연소식 가스 센서가 있다.

[0008] 벌크형 접촉연소식 가스 센서는 갑작스런 충격에 강한 반면 감지 특성 향상을 위한 높은 동작 온도 유지를 위해 전력 소모가 큰 단점이 있어 휴대용 단말기나 USN 서비스용 센서 노드에의 적용이 어려웠다. 기존 MEMS형 접촉연소식 가스 센서는 발열 저항체 부분의 기판(주로 실리콘)을 식각함으로써 열적 격리를 하여 벌크형 접촉연소식 가스 센서에 비해 훨씬 적은 전력 소모가 장점이다. 그 방법상으로는 멤브레인들과 발열 저항체 부분을 남겨두고 그 뒷면의 기판을 식각하는 벌크 마이크로머시닝(Bulk Micromachining) 방법과 멤브레인들 일부분과 발열 저항체 부분을 남겨두고 그 뒷면의 기판을 일부분만 식각하는 표면 마이크로머시닝(Surface Micromachining) 방법으로 나누어진다. 그런데 전자는 멤브레인들이 뚫린 부분이 없이 기판과 연결되어 있으므로 상대적으로 기계적 강성을 가지지만 기판 두께만큼을 식각해야 하므로 공정 비용이 증가하는 단점이 있다. 후자의 경우 멤브레인들 일부분과 발열 저항체 부분을 남겨두고 그 뒷면의 기판 두께의 일부분만 식각하므로 공정 비용이 상대적으로 저렴하고 기판 뒷면이 단혀있으므로 소자의 취급에도 용이하지만 멤브레인들에 뚫린 부분이 있는 상태로 기판과 연결되어 있으므로 상대적으로 약한 구조적 특성을 가진다. 하지만, 둘 다 구조적으로 갑작스런 충격에 상대적으로 약한 단점이 있다.

[0009] 그러나 휴대용 단말기 또는 유비쿼터스 센서 네트워크 등에서 탑재되어 다양한 서비스에 이용되기 위해서는 가능한 전력 소모가 적으면서도 갑작스런 충격에도 구조적/기계적/전기적으로 안정한 MEMS형 접촉연소식 가스 센서가 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 따라서, 본 발명의 목적은, 멤브레인들, 발열 저항체 및 감지 전극에 다수의 구멍을 뚫고 그 구멍을 통해 기판의 일정 두께만큼 식각하여 열적으로 격리하고 감지 소재로 이루어진 감지 구조체와 보상 소재로 이루어진 보상 구조체를 포함함으로써, 초소형이면서 소모 전력이 현저히 줄어든 MEMS형 접촉연소식 가스 센서에서 구조적/기계적/전기적으로 안정하며 소자 제작 공정이 용이한 가스 센서를 제공하는 데에 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 다른 목적은, 다양한 환경에서 서비스를 제공할 수 있는 접촉연소식 가스 센서를 제공하는 데에 있다.

[0012] 그 외의 본 발명에서 제공하고자 하는 목적은, 하기의 설명 및 본 발명의 실시 예들에 의하여 파악될 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 이를 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 MEMS형 접촉연소식 가스 센서는, 다수의 구멍을 가진 제1 멤브레인; 상기 제1 멤브레인의 하부에 위치하되 하부면의 일부분과는 비접촉되도록 중앙 영역이 일정 두께만큼 식각된 기판; 상기 제1 멤브레인의 상면 중앙 영역에 형성되고 다수의 구멍을 가진 발열 저항체; 상기 제1 멤브레인과 상기 발열 저항체 위에 형성되고 다수의 구멍을 가진 제2 멤브레인; 상기 제2 멤브레인상의 중앙 영역에 형성되고 다수의 구멍을 가진 감지 전극; 상기 감지 전극 상에 가스 감지 소재로 형성된 하나 이상의 감지 구조체; 및 상기 감지 전극 상에 보상 소재로 형성된 하나 이상의 보상 구조체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0014] 상술한 바와 같은 본 발명은, 멤브레인들과 발열 저항체 부분에 다수의 구멍을 뚫고 이 부분을 통해 멤브레인들과 발열 저항체 부분의 뒷면을 일정 두께만큼 전체적으로 또는 부분적으로 식각하여 열적으로 격리하거나 또는 멤브레인들을 지탱하도록 함으로써, 벌크형 접촉연소식 가스 센서는 물론이고 기존 벌크 또는 표면 마이크로머시닝으로 구현한 MEMS형 마이크로히터와 같이 전력 소모가 적을 뿐만 아니라 갑작스런 충격에도 구조적/기계적/전기적으로 안정한 MEMS형 접촉연소식 가스 센서를 구현하여 센서 수명을 늘리는 이점이 있다.

[0015] 또한, 본 발명에 의하면 여러 시스템 (예를 들어 휴대용 단말기나 센서 노드 등)에 탑재되어 여러 극한 환경에서도 다양한 서비스를 가능하게 하는 이점이 있다.

[0016] 또한, 본 발명에 의한 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 저전력 특성으로 인하여, 제한된 전지 용량 내에서도 장

시간 사용할 수 있는 이점이 있으며, 열전 소자 및 압전 소자 등의 에너지 변환 소자가 동작하는 다양한 환경에서도 안정적으로 구동함으로써, 자가충전 전원을 이용하여 구동할 수 있는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0017] 도 1은 접촉연소식 가스센서를 내장한 가연성 가스 감지 모듈의 일반적인 회로도,
- 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체로 구성된 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 개념도,
- 도 3은 도 2에서의 각각 구성 부분들이 합쳐진 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체로 구성된 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 도면,
- 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체로 구성된 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 또 다른 개념도,
- 도 5는 도 4에서의 각각 구성 부분들이 합쳐진, 멤브레인을 받쳐주는 기둥이 있는 형태인, MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 도면,
- 도 6 내지 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 MEMS형 접촉연소식 가스 센서내 구조체의 제작 공정에 대한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 그리고 후술하는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자 및 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 한다.
- [0019] 전술한 바와 같이, 종래 이용되는 접촉연소식 가스 센서는 우수한 감도에도 불구하고 전력 소모가 크거나 구조적으로 충격에 약한 단점이 있어 휴대용 단말기나 USN 서비스용 센서 노드에의 활용이 제한적인 문제점이 있다.
- [0020] 따라서, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 멤브레인들과 발열 저항체(230) 부분에 다수의 구멍을 뚫고 그 부분들을 통해 기관의 일정 두께만큼 식각하여 열적으로 격리함으로써 전력 소모를 줄이면서도 구조적/기계적으로 안정한 마이크로히터와 이를 이용한 MEMS형 접촉연소식 가스 센서를 제공한다.
- [0021] 본 발명에서 제공하는 이러한 접촉연소식 가스 센서는 저전력 특성 및 구조적/기계적으로 안정한 특성을 나타내는 이점이 있다.
- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체로 구성된 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 개념도이고, 도 3은 도 2에서의 각각 구성 부분들이 합쳐진 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체로 구성된 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 도면이다.
- [0024] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 MEMS형 접촉연소식 가스 센서는 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체를 포함한다. 도 2에는 감지 구조체와 보상 구조체가 각각 1개로 이루어져 있지만, 1개로 한정되지 않는다. 즉, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 MEMS형 접촉연소식 가스 센서는 하나 이상의 감지 구조체와 하나 이상의 보상 구조체를 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서, 감지 구조체는 다수의 구멍을 가진 제1 멤브레인(220), 제1 멤브레인(220)의 하부에 위치하며 제1 멤브레인(220)의 하부가 노출되도록 중앙 영역이 일정 두께만큼 전체적으로 또는 부분적으로 식각된 기관(210), 제1 멤브레인(220)상의 중앙 영역에 형성되며 접촉연소식 가스센서의 동작에 필요하며, 다수의 구멍을 가진 발열 저항체(230), 발열 저항체(230)를 덮는 형태로 제1 멤브레인(220)과 발열 저항체(230) 위에 형성되고 다수의 구멍을 가진 제2 멤브레인(240), 제2 멤브레인(240)상의 중앙 영역에 형성되고 다수의 구멍을 가진 감지 전극(250) 및 감지 전극(250) 상에 형성된 가스 감지 소재(260)를 포함한다. 하나 이상의 감지 구조체는 경우에 따라서는 감지 전극(250) 부분 중 가스 감지 소재(260)가 위치할 부분을 제외하고 전도성이 없는 소재로 보호층을 포함할 수도 있다.
- [0026] 또한, 보상 구조체는 제1 멤브레인(220), 제1 멤브레인(220)의 하부에 위치하며 제1 멤브레인(220)의 하부가 노

출되도록 중앙 영역이 일정 두께만큼 전체적으로 또는 부분적으로 식각된 기판(210), 제1 멤브레인(220)상의 중앙 영역에 형성되며 접촉연소식 가스센서의 동작에 필요하며, 다수의 구멍을 가진 발열 저항체(230), 발열 저항체(230)를 덮는 형태로 제1 멤브레인(220)과 발열 저항체(230) 위에 형성되고 다수의 구멍을 가진 제2 멤브레인(240), 제2 멤브레인(240)상의 중앙 영역에 형성되고 다수의 구멍을 가진 감지 전극(250) 및 감지 전극(250) 상에 형성된 보상 소재(270)를 포함한다.

- [0027] 각 구성요소를 구체적으로 살펴보면, 기판(210)은 일반적인 반도체 공정에서 사용되는 실리콘 기판을 이용할 수 있으며, 산화 알루미늄( $Al_2O_3$ ), 산화 마그네슘(MgO), 석영(quartz), 갈륨-질소(GaN), 갈륨-비소(GaAs) 또는 폴리카보네이트(PC: Polycarbonate), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET: Polyethyleneterephthalate), 폴리에테르술폰(PES: Polyethersulfone), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN: Polyethylene Terephthalate), 폴리이미드(PI: Polyimide) 등의 유연 기판을 이용할 수도 있다.
- [0028] 제1 멤브레인(220)은 단일 또는 다수의 산화 실리콘 막 또는 질화 실리콘 막으로 구성되고, 열산화 증착법, 스퍼터링 증착법 또는 화학 기상 증착법 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 제1 멤브레인(220)은 구조적으로 마이크로히터를 지지하고 기판(210)을 식각할 때에 발열 저항체(230) 부분을 보호하는 역할을 한다. 제1 멤브레인(220)은 다수의 구멍들이 뚫려있고 이 구멍들은 보통 사진 공정과 식각 공정을 통해 패터닝 되며 기판(210)의 식각에 이용된다.
- [0029] 발열 저항체(230)는 가스 감지 특성 향상을 위하여 주변 온도를 상승시키는 역할을 하며 다수의 구멍들이 뚫려있고 이 구멍들은 보통 사진 공정과 식각 공정을 통해 패터닝 되며 기판(210)의 식각에 이용된다. 발열 저항체(230)는 금(Au), 텅스텐(W), 백금(Pt) 및 팔라듐(Pd) 등의 금속 또는 실리콘 또는 전도성 금속 산화물 등을 이용하여 형성할 수 있다. 발열 저항체(230)는 기판(210) 중앙 영역의 멤브레인 상에 형성되며, 스퍼터링 증착법(sputtering), 전자빔 증착법(e-beam) 또는 기화 증착법(evaporation) 등의 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0030] 한편, 발열 저항체(230) 형성시에 접착력을 더 높이기 위하여 멤브레인 상에 크롬(Cr) 또는 티타늄(Ti) 등을 이용한 부착층(미도시)을 더 형성할 수 있다. 상기 부착층은 스퍼터링 증착법, 전자빔 증착법 또는 기화 증착법 등의 방법을 이용하여 형성될 수 있다. 발열 저항체(230)는 히터 전극 패드 및 본딩 와이어에 의하여 외부 회로(미도시)와 연결될 수 있다.
- [0031] 제2 멤브레인(240)은 단일 또는 다수의 산화 실리콘 막 또는 질화 실리콘 막으로 구성되고 열산화 증착법, 스퍼터링 증착법 또는 화학 기상 증착법 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다. 제2 멤브레인(240)은 발열 저항체(230)와 감지 전극(250) 사이에 위치하며 두 전극을 전기적으로 절연하고 마이크로히터를 구조적으로 지지하는 역할을 하며, 다수의 구멍들이 뚫려있고 이 구멍들은 보통 사진 공정과 식각 공정을 통해 패터닝 되며 기판(210)의 식각에 이용된다.
- [0032] 감지 전극(250)은 가스 감지 소재(260)에서의 가스 흡착 및 탈착에 따른 저항값 변화를 외부로 출력한다. 감지 전극(250)은 기판(210) 중앙 영역의 제1 멤브레인(220) 위에 형성되며, 바람직하게는 기판(210)의 중앙 영역을 지나도록 한 쌍이 형성된다. 감지 전극(250)은 인터디지털(inter-digital) 형태 또는 갭(gap) 형태로 형성되고, 백금(Pt), 알루미늄(Al), 금(Au) 같은 금속 또는 전도성 금속 산화물 등을 이용하여 스퍼터링 증착법, 전자빔 증착법 또는 기화 증착법 등의 방법에 의하여 형성할 수 있다. 감지 전극(250)의 양단에는 신호 전달을 위한 본딩 와이어(미도시)가 접촉된다.
- [0033] 경우에 따라서는 감지 전극(250) 상부 중에서 가스 감지 소재(260)가 위치할 부분을 제외하고 전도성이 없는 소재로 보호층이 포함될 수도 있으며, 실리콘 막 또는 질화 실리콘 막 등으로 형성하며, 열산화 증착법, 스퍼터링 증착법 또는 화학 기상 증착법 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0034] 가스 감지 소재(260)는 가스를 흡착하여 연소열에 의한 온도변화에 따른 저항 변화를 보기 위한 가스 감지 소재(260)로서, 금속 산화물, 탄소 나노 튜브(Carbon Nano Tube; CNT) 및 그래핀(graphene) 등의 물질에 귀금속인 백금이나 팔라듐 등의 귀금속을 첨가하여 제작한다. 보상 소재(270)에는 촉매 역할을 하는 귀금속을 첨가하지 않고 이용하며, 솔-젤법, 전기 방사법, 잉크젯 프린팅법, 스크린 프린팅법, 스퍼터링 증착법 또는 화학 기상 증착법 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0035] 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 MEMS형 접촉연소식 가스 센서는, 소모 전력을 최소화하면서도 갑작스런 충격이나 오랜 구동에서도 멤브레인의 변형을 최소화하여 수명을 늘리고 다양한 환경에서 작동할 수 있는 이점이 있다.

- [0036] 도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 1개의 감지 구조체와 1개의 보상 구조체로 구성된 MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 또 다른 개념도이고, 도 5는 도 4에서의 각각 구성 부분들이 합쳐진, 멤브레인을 받쳐주는 기둥이 있는 형태인, MEMS형 접촉연소식 가스 센서의 도면이다.
- [0037] 진술된 본 발명의 제1 실시 예에 따른 도 2와 다른 구성은 다수의 구멍을 적절히 배치하여 멤브레인들과 발열 저항체(230) 아래의 기관(210) 부분을 식각할 때, 기관(210)의 일부분을 남겨서 멤브레인들을 떠받치는 기둥(211)을 형성하도록 하는 점이다. 이와 같이, 일부분이 식각되어 기둥(211)이 형성된 기관(210)은 갑작스런 충격이나 반복되는 동작하에서도 멤브레인들의 변형을 최소화하여 센서의 수명을 늘리도록 한다.
- [0038] 도 6 내지 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 MEMS형 접촉연소식 가스 센서내 구조체의 제작 공정에 대한 도면이다.
- [0039] 도 6에 도시된 바와 같이, 단면 폴리싱된 실리콘 기관(210)에 제1 멤브레인(220)용으로 단일 층 또는 다층의 산화 실리콘 막 또는 질화 실리콘 막이 열산화 증착법, 스퍼터링 증착법 또는 화학 기상 증착법 등의 방법을 이용하여 증착된다.
- [0040] 도 7에 도시된 바와 같이, 그 위에 발열 저항체(230)용으로 금(Au), 텅스텐(W), 백금(Pt) 및 팔라듐(Pd) 등의 금속 막 또는 실리콘 막 또는 전도성 금속 산화물 막 등을 스퍼터링 증착법, 전자빔 증착법 또는 기화 증착법 등의 방법을 이용하여 증착하고 설계된 대로 사진 공정을 통해 패터닝한다.
- [0041] 도 8에 도시된 바와 같이, 그 다음 제2 멤브레인(240)용으로 단일 층 또는 다층의 산화 실리콘 막 또는 질화 실리콘 막이 열산화 증착법, 스퍼터링 증착법 또는 화학 기상 증착법 등의 방법을 이용하여 증착되고 설계된 대로 사진 공정을 통해 패터닝한다.
- [0042] 도 9에 도시된 바와 같이, 그 위에 감지 전극(250)용으로 백금(Pt), 알루미늄(Al) 또는 금(Au) 등의 금속막 또는 전도성 금속 산화물 등을 스퍼터링 증착법, 전자빔 증착법 또는 기화 증착법 등의 방법에 의하여 증착하고 설계된 대로 사진 공정을 통해 패터닝한다.
- [0043] 도 10에 도시된 바와 같이, 멤브레인들과 발열 저항체(230) 부분들을 열적으로 격리하기 위하여 그 밑으로 기관(210)의 일정 두께 부분을 식각하는데 그 전에 식각할 영역에 대해 사진 공정과 식각 공정을 통해 패터닝한다.
- [0044] 도 11에 도시된 바와 같이, 기관 식각 공정은 구멍으로 드러나지 않는 기관(210) 부분에 대해서도 식각해야 하는 등방 식각 공정이 위주이고 XeF<sub>2</sub> 가스를 이용한 방법이 주로 사용된다.
- [0045] 한편, 도 12에 도시된 바와 같이, 기관(210)을 식각할 때, 기관(210)의 일부분을 남겨서 멤브레인들(220, 240)을 지지하는 기둥(211)을 형성한다.
- [0046] 가스 감지 소재(260)의 증착 방법에 따라 가스 감지 소재 증착 공정과 기관(210) 식각 공정의 순서가 달라진다. 예를 들어, 스크린 프린팅법 같이 기관(210)에 압력이 가해지는 감지 소재 증착법을 적용하는 경우에는 가스 감지 소재(260)를 먼저 증착하고 일정 두께의 실리콘을 식각하여 MEMS형 접촉연소식 가스 센서를 제작하고, 솔-젤 법이나 전기 방사법, 잉크젯 프린팅법, 스퍼터링 증착법 그리고 화학적 기상 증착법 같이 기관(210)에 압력이 가해지지 않는 감지 소재 증착법을 적용하는 경우에는 일정 두께의 실리콘을 먼저 식각하고 가스 감지 소재(260)를 나중에 증착할 수도 있다.
- [0047] 또한, 경우에 따라서는 도 6 내지 도 12에는 나와있지 않지만 가스 감지용 전극을 보호하기 위하여 SiO<sub>2</sub>나 SiN<sub>x</sub> 등의 절연막을 증착하고 패터닝하는 공정을 추가할 수도 있다.
- [0048] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 명세서에 개시된 실시 예들은 본 발명을 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 특허청구범위에 의해 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석해야 할 것이다.

**산업상 이용가능성**

- [0049] 본 발명은 초소형이면서 소모 전력이 현저히 줄어든 MEMS형 접촉연소식 가스 센서에서 구조적/기계적/전기적으로 안정하며 소자 제작 공정이 용이한 가스 센서를 제공할 수 있다. 이러한 점에서 기존 기술의 한계를 뛰어 넘음에 따라 관련 기술에 대한 이용만이 아닌 적용되는 장치의 시판 또는 영업의 가능성이 충분할 뿐만 아니라 현

실적으로 명백하게 실시할 수 있는 정도이므로 산업상 이용 가능성이 있는 발명이다.

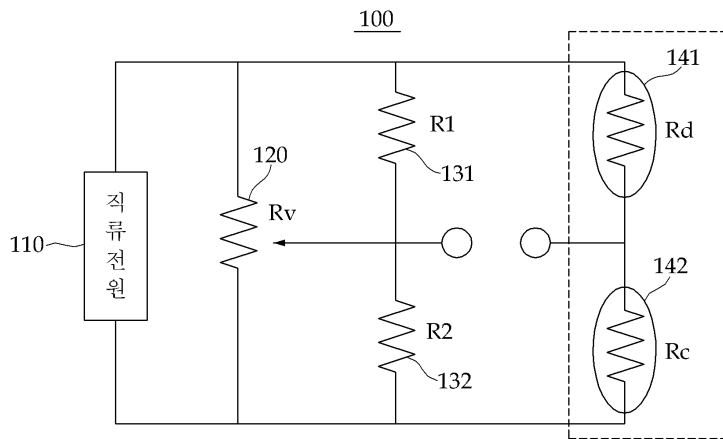
**부호의 설명**

[0050]

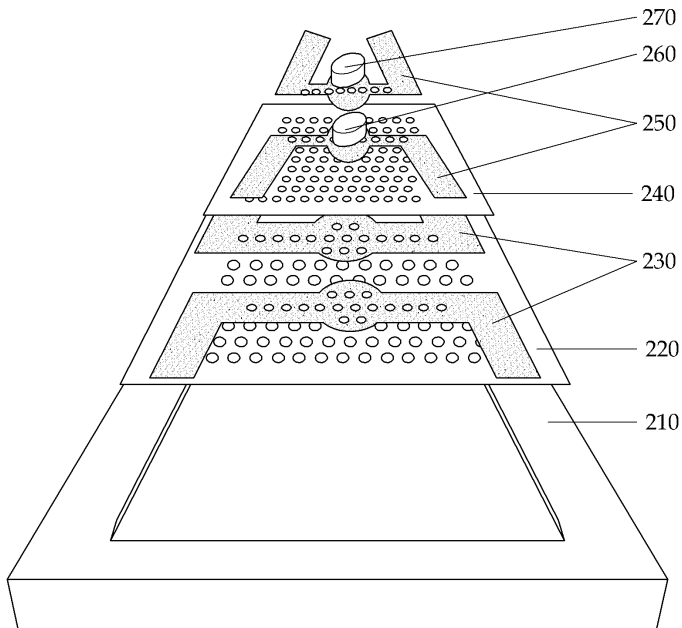
- |                 |
|-----------------|
| 220: 제1 멤브레인    |
| 230: 발열 저항체     |
| 240: 제2 멤브레인    |
| 250: 감지 전극      |
| 260: 가스 감지 소재   |
| 270: 보상 소재      |
| 210: 기둥         |
| 110: 직류전원       |
| 120: 저항체 Rv     |
| 130: 저항체 R1, R2 |
| 140: 저항체 Rd, Rc |

**도면**

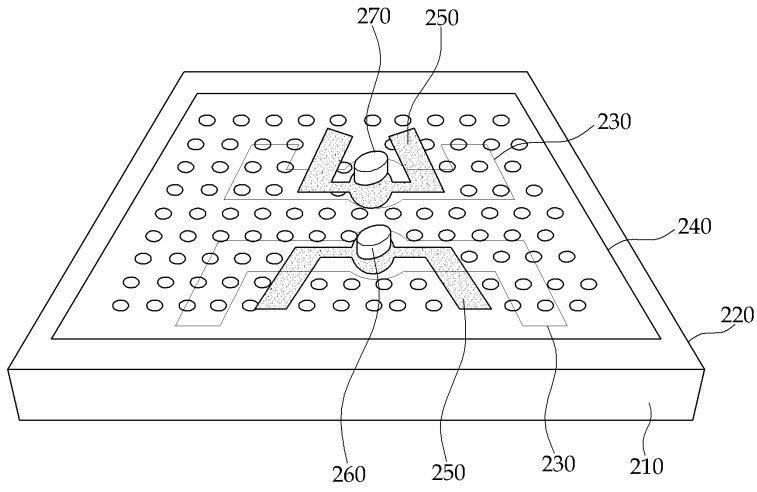
**도면1**



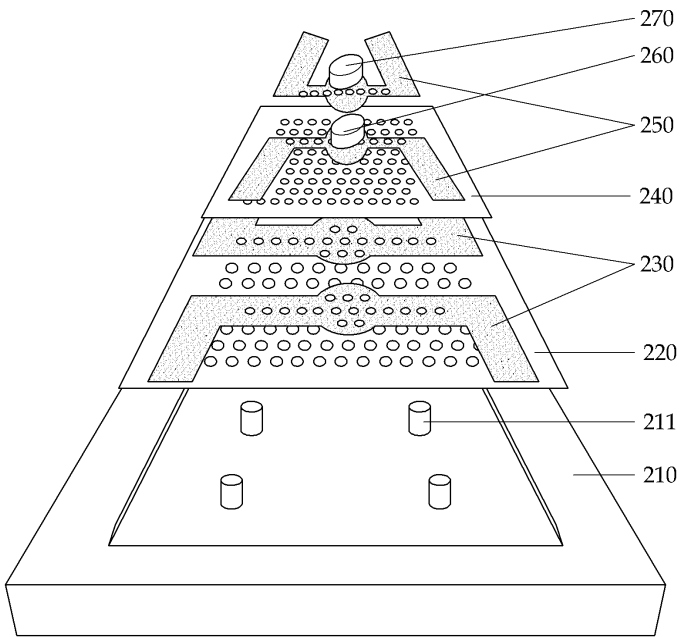
**도면2**



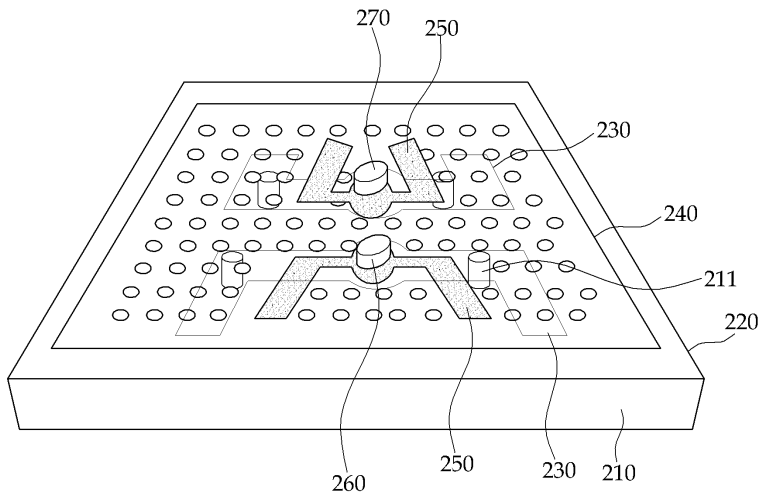
도면3



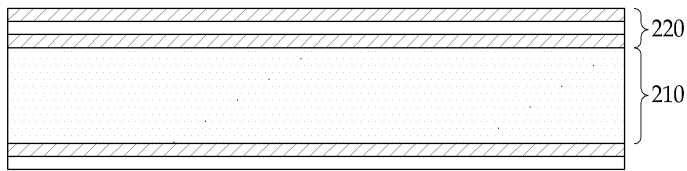
도면4



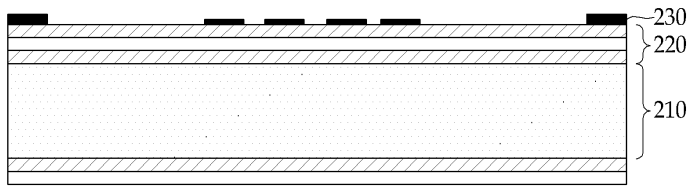
도면5



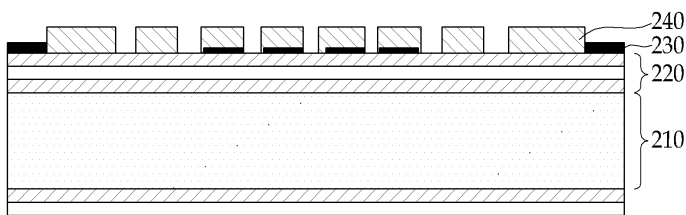
도면6



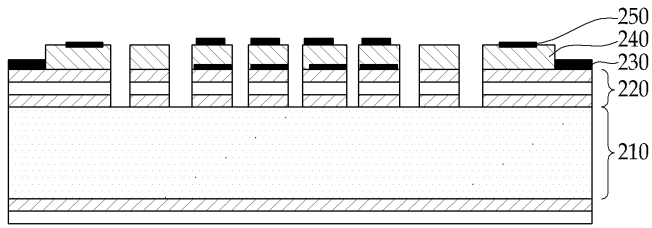
도면7



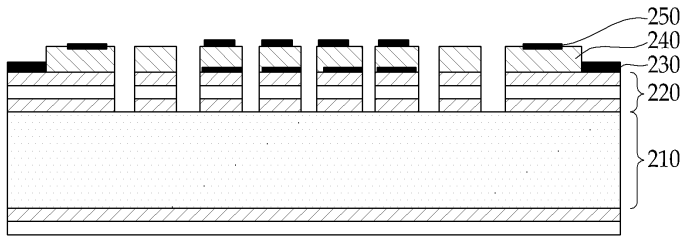
도면8



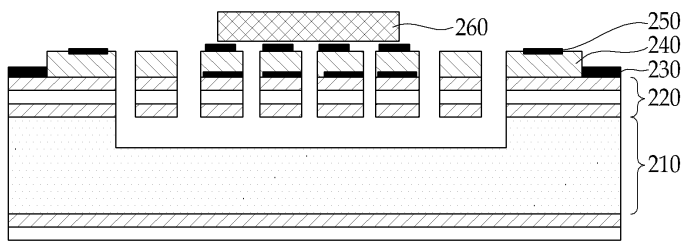
도면9



도면10



도면11



도면12

