(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0123201
(43) 공개일자 2013년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/37 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0046458
(22) 출원일자 2012년05월02일
심사청구일자 2012년05월02일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
정귀상
울산광역시 울주군 범서읍 굴화리 동문굿모닝힐 105동 1202호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 7 항

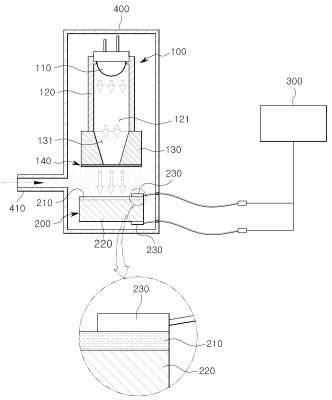
(54) 발명의 명칭 **광학식 수소센서**

(57) 요 약

본 발명은 가스에 포함된 수소의 농도를 측정하는 광학식 수소센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 발광체에서 조사한 빛을 수소흡착막이 구비된 멤브레인으로 통과시킨 후 외부로 공급하는 검지부와, 상기 검지부에서 공급한 빛을 받아 광기전력을 발생하는 광기전력출력부와, 상기 광기전력출력부에서 발생한 광기전력의 전압을 연산하여 수소 농도를 검출하는 측정수단이 포함되고, 상기 검지부는 빛을 발하는 LED발광체와, 상기 LED발광체를 상부에 내설하고, 상기 LED발광체에서 조사한 빛을 광출단부로 유도하는 광유도관과, 상기 광유도관의 광출단부에 일체로 결합되고, 상기 광출단부에서 방사된 빛이 통과하는 광투과홀이 형성된 Si기판과, 상기 Si기판의 하단면에 접합하여, 상기 광투과홀을 통해 입사되는 빛을 외부로 투과시키며, 일측면에는 수소흡착막이 구비된 멤브레인이 포함될 수 있고, 상기 멤브레인은 P형-Si으로 구성한 기판과, 상기 기판의 저면에 N형 다결정3C-SiC를 APCVD(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition)로 1~3um 성장한 후 이방성 식각한 3C-SiC멤브레인막과 상기 3C-SiC멤브레인막의 저면에 Pd으로 스포터 증착한 수소흡착막이 포함될 수 있으며, 상기 수소흡착막에 WO3로 된 WO3층이 더 포함될 수 있고, 상기 Si기판의 광투과홀은 상광하협의 형태로 구성될 수 있으며, 상기 광기전력출력부는 두께 0.2~0.4um의 다결정3C-SiC으로 구성한 3C-SiC층과, P형-Si으로 구성한 Si층이 포함될 수 있고, 상기 광기전력출력부에는 상기 3C-SiC층 평면과 상기 Si층 저면에 각각 형성되며, 도전선이 결합된 Al전극이 더 포함될 수 있는 광학식 수소센서를 제공한다.

따라서 발광체에서 조사된 빛을 검지부로 통과시킨 후 광기전력출력부으로 공급하면, 상기 광기전력출력부에서 발생한 광기전력의 전압을 측정수단으로 연산해 가스의 수소 농도를 측정할 수 있어, 종래보다 상대적으로 간단한 구조로 인해 소형화가 가능하고, 수소의 농도가 높은 고농도의 가스에서도 정밀측정이 가능하고, 광기전력의 전압으로 수소 농도를 측정하기에 폭발의 위험성 없으며, 수소뿐만 아니라 멤브레인 흡착막의 흡착물질에 따라 다양한 휘발성유기화합물가스(VOC)센서에 응용이 가능하다.

대 표 도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2010-08-대-02-038
부처명	교육과학기술부
연구사업명	지역혁신인력양성사업
연구과제명	실리콘 카바이드 기반 고성능 수소센서류 개발
기 여 율	1/1
주관기관	울산대학교
연구기간	2010.07.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

발광체에서 조사한 빛을 수소흡착막이 구비된 멤브레인으로 통과시킨 후 외부로 공급하는 검지부;

상기 검지부에서 공급한 빛을 받아 광기전력을 발생하는 광기전력출력부;

상기 광기전력출력부에서 발생한 광기전력의 전압을 연산하여 수소 농도를 검출하는 측정수단;을 포함하는 광학식 수소센서.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 검지부는 빛을 발하는 LED발광체;

상기 LED발광체를 상부에 내설하고, 상기 LED발광체에서 조사한 빛을 광출단부로 유도하는 광유도관;

상기 광유도관의 광출단부에 일체로 결합되고, 상기 광출단부에서 방사된 빛이 통과하는 광투과홀이 형성된 Si기판;

상기 Si기판의 하단면에 접합되어, 상기 광투과홀을 통해 입사되는 빛을 외부로 투과시키며, 일측면에는 수소흡착막이 구비된 멤브레인;을 포함하는 광학식 수소센서.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 멤브레인은 N형 다결정3C-SiC를 APCVD(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition)로 1~3um 성장한 후 이방성 식각된 3C-SiC멤브레인막;

상기 3C-SiC멤브레인막의 저면에 Pd으로 스포터 증착한 수소흡착막;을 포함하는 광학식 수소센서.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 수소흡착막에 WO3로 된 WO3층이 더 포함하는 광학식 수소센서.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 Si기판의 광투과홀은 상광하협의 형태로 구성하는 광학식 수소센서.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 광기전력출력부는 두께 0.2~0.4um의 다결정3C-SiC으로 구성한 3C-SiC층;

P형-Si으로 구성한 Si층;이 포함하는 광학식 수소센서.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 광기전력출력부에는

상기 3C-SiC층 평면과 상기 Si층 저면에 각각 형성되며, 도전선이 결합된 Al전극;이 더 포함하는 광학식 수소센서.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가스에 포함된 수소의 농도를 측정하는 광학식 수소센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광원과 일체화된 검지부의 멤브레인에 수소촉매를 증착하고, 빛을 조사하면 수소의 흡착에 따라 발생하는 빛의 세기 변화된 빛이 광기전력출력부로 조사되어, 상기 광기전력출력부에서는 상기 검지부를 통과한 빛으로 광기전력을 발생해 그 광기전력의 전압을 측정수단으로 측정하여, 가스에 포함된 수소의 농도를 측정할 수 있는 광학식 수소센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 수소에너지는 미래청정연료나 주요 공업의 원료로 각광을 받고 있으나, 공기중에 수소가 4% 이상 존재할 경우, 0.019 mJ의 낮은 인화에너지에 의해 작은 착화열에도 쉽게 폭발하는 수소가스의 특수성 때문에, 종래의 접촉식 수소센서는 연료전지분야를 비롯한 고농도의 수소를 검지하기에는 한계점을 지닌다.

[0003] 따라서 이러한 문제점을 극복하고자, 1998년 수소의 흡착에 따른 Pd/WO3의 광굴절률의 변화를 이용하여 수소센서에 응용하는 연구가 보고되었으며, 이후 유리기판 및 광섬유를 이용한 수소센서가 연구되고 있다.

[0004] 수소 검지 물질로는 Pd의 상변이에 의한 불안정한 특성을 개선시키기 위해, Pd를 촉매로 사용한 Mg, WO3등의 가스채색 물질이 주로 사용되고 있다.

[0005] 이러한 광학식 수소센서는 전기방전에 의한 폭발의 위험성이 없어 고농도 수소검지에 적합하고, 검지부와 출력부 사이에 빛이 통하기만 하면 되기 때문에 원격적인 측정이 가능하며, 센서부의 크기를 광섬유의 직경 정도로 소형화가 가능한 장점이 있다.

[0006] 그러나, 광섬유의 경우 기계적 강도가 약하고, 습기에 노출될 경우 SiO2+H2O->Si-O-HH-O-Si로 분해되어 크랙이 발생한다.

[0007] 또한 수소에 노출될 경우 광섬유 자체의 흑화(darkening) 현상이 발생하여 특수한 코팅이 요구되는 문제점이 있다.

[0008] 그리고 대한민국 공개특허 제10-2008-0106238호(2008.12.04)에서는 수소가스에 접촉하면 반사율이 변화하는 수소센서와, 상기 수소센서에 빛을 조사하는 광원과, 상기 광원으로부터 조사되어 상기 수소센서를 투과한 빛 또는 상기 수소센서에서 반사된 빛을 수광하여 검출신호를 출력하는 광센서를 갖는데, 상기 수소센서는 빛을 투과하는 기판과, 수소가스에 접촉하면 반사율이 변화하는 반사막을 갖는 수소가스 검지장치를 제공한다.

[0009] 또한 대한민국 공개특허 제10-2009-0082900호(2009.07.31)에서는 평판 광전송로와, 상기 평판 광전송로의 표면에 형성되어 상기 평판 광전송로 사이에 제1 경계면을 형성하는 박막층과, 상기 박막층의 표면에 형성된 촉매층과, 상기 평판 광전송로의 이면에 접합되어 상기 평판 광전송로 사이에 제2 경계면을 형성하는 기판과, 광원으로부터 방사된 빛을 상기 평판 광전송로의 제1단측에 도입하는 입사부와, 상기 제1단측에 도입된 후에 상기 평판 광전송로를 통해 전송되어, 상기 평판 광전송로의 제2단측으로부터 출사된 빛을, 집광하여 광센서에 전송하는 출사 집광부를 가지고, 상기 입사부는 상기 광원으로부터 방사된 빛을, 상기 평판 광전송로의 두께방향으로 확산하여 입사시키는 수단 및 또는 상기 평판 광전송로의 폭방향으로 확산하여 입사시키는 수단을 가지며, 상기 평판 광전송로는 상기 제1단측에 입사된 빛을, 상기 제1 경계면과 상기 제2 경계면에서 번갈아 반사시켜 전송하

고, 상기 촉매층은 분위기 중에 포함되는 수소가스에 접촉하면 상기 박막층을 수소화하여, 상기 박막층 및 상기 제1경계면의 광학적 반사율을 가역적으로 변화시키는 수소센서를 제공한다.

[0010] 상술한 종래의 광학식 수소센서는 출력이 주파수 및 광세기의 변화로 나타나는데, 이러한 주파수 및 광학계측장비는 높은 가격과 그 부피로 인해 휴대성이 매우 제한된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 3C-SiC의 화학적 안정성과 멤브레인의 광투과 특성을 이용한 검지부가 구성되고, 3C-SiC와 Si에서 발생하는 광기전력 특성으로 이용한 광기전력출력부가 구성되어, 발광체에서 조사된 빛을 검지부로 통과시킨 후 광기전력출력부으로 공급하면, 상기 광기전력출력부에서 발생한 광기전력의 전압을 측정수단으로 연산해 가스의 수소 농도를 측정할 수 있어, 종래보다 상대적으로 간단한 구조로 인해 소형화가 가능한 광학식 수소센서를 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 발광체에서 조사한 빛을 수소흡착막이 구비된 멤브레인으로 통과시킨 후 외부로 공급하는 검지부와, 상기 검지부에서 공급한 빛을 받아 광기전력을 발생하는 광기전력출력부와, 상기 광기전력출력부에서 발생한 광기전력의 전압을 연산하여 수소 농도를 검출하는 측정수단이 포함된다.

[0013] 이때 본 발명에 따른 상기 검지부는 빛을 발하는 LED발광체와, 상기 LED발광체를 상부에 내설하고, 상기 LED발광체에서 조사한 빛을 광출단부로 유도하는 광유도관과, 상기 광유도관의 광출단부에 일체로 결합되고, 상기 광출단부에서 방사된 빛이 통과하는 광투과홀이 형성된 Si기판과, 상기 Si기판의 하단면에 접합되어, 상기 광투과홀을 통해 입사되는 빛을 외부로 투과시키며, 일측면에는 수소흡착막이 구비된 멤브레인이 포함될 수 있다.

[0014] 그리고 본 발명에 따른 멤브레인은 N형 다결정3C-SiC를 APCVD(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition)로 1~3um 성장한 후 이방성 식각된 3C-SiC멤브레인막과, 상기 3C-SiC멤브레인막의 저면에 Pd으로 스포터 증착한 수소흡착막이 포함될 수 있다.

[0015] 이때 본 발명에 따른 상기 수소흡착막에 WO3로 된 WO3층이 더 포함될 수 있다.

[0016] 또한 본 발명에 따른 상기 Si기판의 광투과홀은 상광하협의 형태로 구성될 수 있다.

[0017] 더불어 본 발명에 따른 상기 광기전력출력부는 두께 0.2~0.4um의 다결정3C-SiC으로 구성한 3C-SiC층과, P형-Si으로 구성한 Si층이 포함될 수 있고, 상기 광기전력출력부에는 상기 3C-SiC층 평면과 상기 Si층 저면에 각각 형성되며, 도전선이 결합된 Al전극이 더 포함될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 광학식 수소센서는 다음과 같은 효과를 가진다.

[0019] 첫째, 3C-SiC의 화학적 안정성과 멤브레인의 광투과 특성을 이용한 검지부가 구성되고, 3C-SiC와 Si에서 발생하는 광기전력 특성으로 이용한 광기전력출력부가 구성되어, 발광체에서 조사된 빛을 검지부로 통과시킨 후 광기전력출력부으로 공급하면, 상기 광기전력출력부에서 발생한 광기전력의 전압을 측정수단으로 연산해 가스의 수소 농도를 측정할 수 있어, 종래보다 상대적으로 간단한 구조로 인해 소형화가 가능하다.

[0020] 둘째, 수소의 농도가 높은 고농도의 가스에서도 정밀측정이 가능하고, 광기전력의 전압으로 수소 농도를 측정하기에 폭발의 위험성 없다.

[0021] 셋째, 수소뿐만 아니라 멤브레인 흡착막의 흡착물질에 따라 다양한 휘발성유기화합물가스(VOC)센서에 응용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 광학식 수소센서의 구성을 보인 사시도이다.

도 2는 본 발명의 구성에 따른 수소흡착막의 실시예를 보인 단면도이다.

도 3은 본 발명의 구성에 따른 수소흡착막의 다른 실시예를 보인 단면도이다.

도 4는 본 발명으로 가스에 포함된 수소 농도를 측정하기 위한 실험 조건을 보인 예시도이다.

도 5a는 본 발명의 구성에 따른 Pd 단일로 이루어진 수소흡착막의 응답특성을 나타낸 그래프이다.

도 5b는 본 발명의 구성에 따른 Pd와 WO3을 적층하여 이루어진 수소흡착막의 응답특성을 나타낸 그래프이다.

도 6a는 본 발명의 구성에 따른 Pd 단일로 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 한주기 응답특성을 나타낸 그래프이다.

도 6b는 본 발명의 구성에 따른 Pd와 WO3을 적층하여 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 한주기 응답특성을 나타낸 그래프이다.

도 7a는 본 발명의 구성에 따른 Pd 단일로 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 응답 및 회복시간을 나타낸 그래프이다.

도 7b는 본 발명의 구성에 따른 Pd와 WO3을 적층하여 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 응답 및 회복시간을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0024] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원 시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하면, 도 1은 본 발명에 따른 광학식 수소센서의 구성을 보인 사시도이고, 도 2는 본 발명의 구성에 따른 수소흡착막의 실시예를 보인 단면도이며, 도 3은 본 발명의 구성에 따른 수소흡착막의 다른 실시예를 보인 단면도이고, 도 4는 본 발명에 따른 광학식 수소센서의 실시예를 보인 예시도이며, 도 5a는 본 발명의 구성에 따른 Pd 단일로 이루어진 수소흡착막의 응답특성을 나타낸 그래프이고, 도 5b는 본 발명의 구성에 따른 Pd와 WO3을 적층하여 이루어진 수소흡착막의 응답특성을 나타낸 그래프이며, 도 6a는 본 발명의 구성에 따른 Pd 단일로 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 한주기 응답특성을 나타낸 그래프이고, 도 6b는 본 발명의 구성에 따른 Pd와 WO3을 적층하여 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 한주기 응답특성을 나타낸 그래프이며, 도 7a는 본 발명의 구성에 따른 Pd 단일로 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 응답 및 회복시간을 나타낸 그래프이고, 도 7b는 본 발명의 구성에 따른 Pd와 WO3을 적층하여 이루어진 수소흡착막의 수소농도의 따른 응답 및 회복시간을 나타낸 그래프이다.

[0026] 본 발명의 일 실시 예를 도 1 내지 도 4를 참조하여 살펴보면, 본 발명은 검지부(100)와, 광기전력추력부(200)와, 측정수단(300)으로 구성되는데, 먼저 상기 검지부(100)는 수소흡착막(143)이 구비된 멤브레인(140)을 구비하여, 발광체(110)에서 조사한 빛을 상기 멤브레인(140)을 통과시킨 후 외부로 공급한다.

[0027] 이러한 검지부(100)를 보다 상세하게 살펴보면, 빛을 발하는 LED발광체(110)가 구성되고, 상기 LED발광체(110)를 상부에 내설하며, 상기 LED발광체(100)에서 조사한 빛을 광출단부(121)로 유도하는 광유도관(120)이 구성된다.

[0028] 발광체는 정확한 측정을 위해, 일정한 밝기를 가져야 하면, 점멸시간의 일률적으로 이루어져야 하기에 LED발광체(110)로 구성되는 것이 바람직하다.

[0029] 그리고 상기 광유도관(120)은 상,하단부가 개구된 원통형의 관으로, 외부 빛의 영향을 받지 않도록 해야하고,

상단부에는 상기 LED발광체(110)가 내설되어 밀봉 결합되며, 하단부인 광출단부(121)로 상기 LED발광체(110)에서 조사된 빛이 상기 광유도관(120)을 따라 유도되어 출력된다.

[0030] 상기 광유도관(120)의 하단부인 광출단부(121)에는 Si기판(130)이 일체로 결합되는데, 상기 Si기판(130)은 그 소재가 P형-Si로 이루지는 것이 바람직하고, 상기 Si기판(130)의 중심에는 광투과홀(131)이 형성되어, 상기 광출단부(121)에서 방사된 빛이 통과된다.

[0031] 이때 상기 Si기판(130)의 광투과홀(131)은 상광하협의 형태로 구성하는 것이 바람직하다.

[0032] 그리고 상기 Si기판(130)의 하단면에는 수소흡착막(142)이 구비된 멤브레인(140)이 접합되어, 상기 Si기판(130)의 광투과홀(131)을 통해 입사되는 빛을 투과시킨 후 외부로 입사하게 된다.

[0033] 이때 상기 멤브레인(140)은 3C-SiC멤브레인막(141)과, 수소흡착막(142)으로 구성되는데, N형 다결정3C-SiC를 APCVD(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition)로 1~3um 성장한 후 패터링 공정을 거쳐, TMAH((CH3)4NOH)에서 15~17시간 동안 이방성 식각된 3C-SiC멤브레인막(142)으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0034] 그리고 상기 3C-SiC멤브레인막(141)의 저면에는 수소흡착막(142)이 구성되는데, 상기 수소흡착막(142)은 수소흡착 물질인 Pd으로 스포터 증착해 구성되는 것이 바람직하다.

[0035] 이때 Pd를 증착할 시 100W에서 20초간 증착된다.

[0036] 또한 상기 수소흡착막(143)에는 수소의 반응성을 증가하기 위해 WO3로 된 WO3층(143a)이 더 접합될 수 있는데, WO3은 50W에서 60초간 증착하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0037] 상기 광기전력출력부(200)는 상기 검지부(100)와 소정의 거리를 두고 이격되게 구성되어 상기 검지부(100)에서 공급한 빛을 받아 광기전력을 발생하는데, 이때 상기 광기전력출력부(200)는 두께 0.2~0.4um의 다결정3C-SiC으로 구성한 3C-SiC층(210)이 구성되고, 3C-SiC층(210)에 P형-Si으로 구성한 Si층(220)이 구성된다.

[0038] 그리고 상기 광기전력출력부(200)에는 상기 3C-SiC층(210) 평면과 상기 Si층(220) 저면에는 각각 도전선이 결합된 Al전극(230)이 형성되는 것이 바람직하다.

[0039] 더불어 상기 광기전력출력부(200)에서 발생한 광기전력의 전압을 측정하여 연산하는 측정수단(300)으로 프로브스테이션(Probe Station)을 이용해 광기전력의 전압측정을 하여 수소 농도가 검출된다.

[0040] 도 4는 본 발명으로 가스에 포함된 수소 농도를 측정하기 위한 실험 조건을 보인 예시도로 검지부와 광지전력출력부를 챔버(암실) 내에 설치하고, 측정수단을 외부에 구성되며, 챔버 내에 수소가 포함된 가스가 주입되어 그에 따른 가스에 포함된 수소농도를 측정한 것을 보인 예시도로 그에 따른 결과를 살펴보면 다음과 같다.

[0041] 먼저 본 발명은 빛을 검지부로 통과시킨 후 투과된 빛으로 광기전력을 발생해 광기전력의 전압으로 수소의 농도를 측정하기에, 본 발명의 실시는 외부환경(외부 빛)의 영향을 최소화하도록, 암실에서 진행되는 것이 바람직하다.

[0042] 따라서 상기 검지부(100)와 광기전력출력부(200)는 외부의 빛이 차단되는 챔버(400) 내에 설치되고, 상기 광기전력출력부(200)의 전극에 도전선이 연결되어 외부에 설치된 측정수단(300)과 연결되는 것이 바람직하다.

[0043] 그리고 상기 챔버(400)에는 수소를 포함한 가스를 유입하기 위한 가스유입구(410)가 마련된다.

[0044] 상술한 바와 같이 본 발명을 산업적으로 이용하기 위해 챔버에 해당하는 하우징(도시하지 않음)이 구성될 수 있고, 상기 하우징(도시하지 않음) 내에 검지부(100)와 광기전력출력부(200)가 설치될 수 있다.

[0045] 본 발명의 실시 예에서는 상기 챔버(400)의 가스유입구(410)로 유입되는 가스를 100% 수소와 질소를 서로 희석해 상기 가스유입구(410)로 유입시켜 반응 특성을 분석하였다.

[0046] 상기 챔버(400)의 가스유입구(410)를 통해 수소를 포함한 가스를 유입시킨 후 상기 검지부(100)에 구비된 LED발광체(110)에 전원을 인가하여, 지정시간 동안 LED발광체(110)를 발광시켜 빛을 조사하여 반응 특성을 분석하였다.

[0047] 본 발명의 실시 예에 따른 수소검지 범위는 도 5a에서 도 5b에 보는 바와 같이 2~10%이고, 상기 멤브레인(140)의 수소흡착막(143)을 Pd로 이루어진 것과, Pd와 WO3를 적층하여 이루어진 것을 각각의 측정해 수소 농도에 따른 응답특성을 알아본 것이다.

[0048] 도 5a에 보는 바와 같이 상기 멤브레인(140)의 수소흡착막(143)을 Pd로 이루어진 경우 약 4~6%에서 큰 변화를

보였으며, 6%이후로 포화되는 현상을 보였다.

[0049] 반면, 도 5b에 보는 바와 같이 Pd와 WO3를 적층한 경우 수소 농도의 증가에 따라 출력 특성이 선형적으로 나타낸다.

[0050] 이것은 Pd의 상전이에 의한 것으로, 도 5a에서는 약 4% 까지는 α상으로 존재하며, 6%이후 에서는 β로의 상변이가 나타난다.

[0051] 그러나 도 5b에서는 Pd의 상변이에 의한 광량의 변화보다는 수소분해를 위한 촉매로 사용되어, WO3의 반응성을 향상시켰기 때문에 수소의 농도에 따른 출력의 변화가 선형적이다.

[0052] 도 6a와 도 6b에 보는 바와 같이 촉매 물질과 수소 농도에 따른 한주기 응답특성을 나타낸 것으로, 상기 수소흡착막(143)을 Pd와 WO3로 적층된 경우 적층에 따른 낮은 투과율을 보이기에 상기 수소흡착막(143)을 Pd 단일로 형성된 경우에 비해 낮은 광기전력 특성을 보였으나, 상대적으로 빠른 응답 특성을 나타냈다.

[0053] 이것은 Pd가 수소의 분해를 향상시키고 WO3의 반응을 증가시켰기 때문에 빠른 응답특성을 나타낸다.

[0054] 도 7a와 도 7b에 보는 바와 같이 수소농도에 따른 상기 수소흡착막(143)을 Pd 단일로 형성한 것과, 상기 수소흡착막(143)을 Pd와 WO3로 적층된 것의 응답(최대전압의 90%) 및 회복시간(초기전압의 90%)을 나타낸 것으로, 응답시간과 회복시간은 수소 농도의 증가에 따라 증가했으며, 10%의 수소농도에서 Pd가 단일로 형성된 상기 수소흡착막(143)과 Pd와 WO3이 적층된 상기 수소흡착막(143)의 경우 각각 약 300, 900초 그리고 180, 500초로 측정되었다.

[0055] 동일 농도에서 Pd와 WO3가 적층된 상기 수소흡착막(143)의 구조가 더욱 빠른 응답을 보였으며, 이러한 이유는 WO3의 수소와의 화학적 반응이 Pd의 상전이보다 빠르게 나타난다.

[0056] 따라서 본 발명과 같이 3C-SiC 멤브레인과 광기전력 특성을 이용해 광학식 수소센서를 제공하면, 수소흡착막(143)의 수소흡착 물질로 Pd 단일로 형성된 것과 Pd와 WO3를 적층하여 형성된 것이 2~10% 범위의 수소를 검지하였고, Pd 단일로 사용할 경우 상변이에 의한 출력값의 변화량이 고농도에서 감소하였고, Pd와 WO3 적층에서는 선형적인 반응이 나타났으며, 응답 및 회복시간의 경우 Pd와 WO3이 적층된 수소흡착막(143)에서 빠른 특성을 보여, WO3와 수소의 반응성을 Pd가 향상시켜, 종래의 광학식 수소센서와는 달리 출력을 전압으로 얻기 때문에 상대적으로 간단한 계측장비로 인해 소형화가 가능하다.

[0057] 또한 고농도의 사용환경에 및 휘발성유기화합물 센서에 응용이 가능하다.

[0058] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

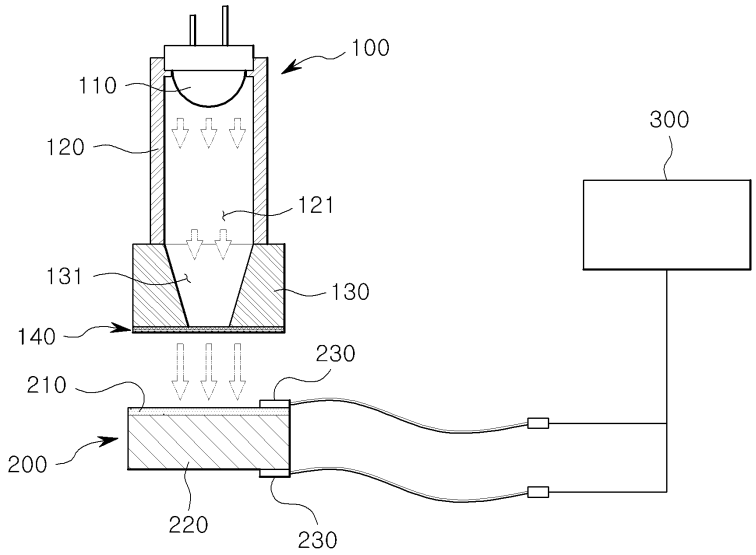
부호의 설명

[0059]

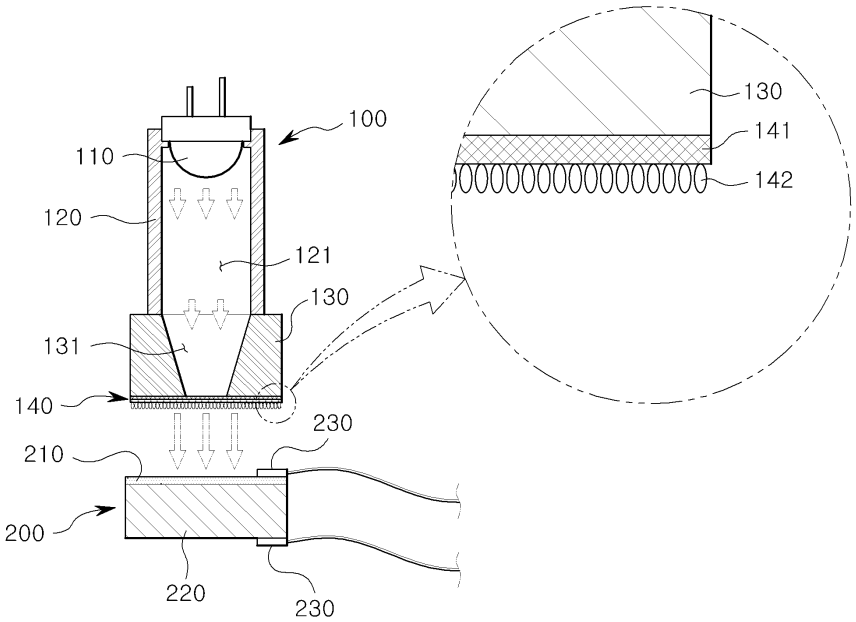
100: 검지부	110: 발광체	120: 광유도관
121: 광출단부	130: Si기판	131: 광투과홀
140: 멤브레인	141: 3C-SiC멤브레인막	142: 수소흡착막
143: WO3층	200: 광기전력출력부	210: 3C-SiC층
220: Si층	230: Al전극	300: 측정수단

도면

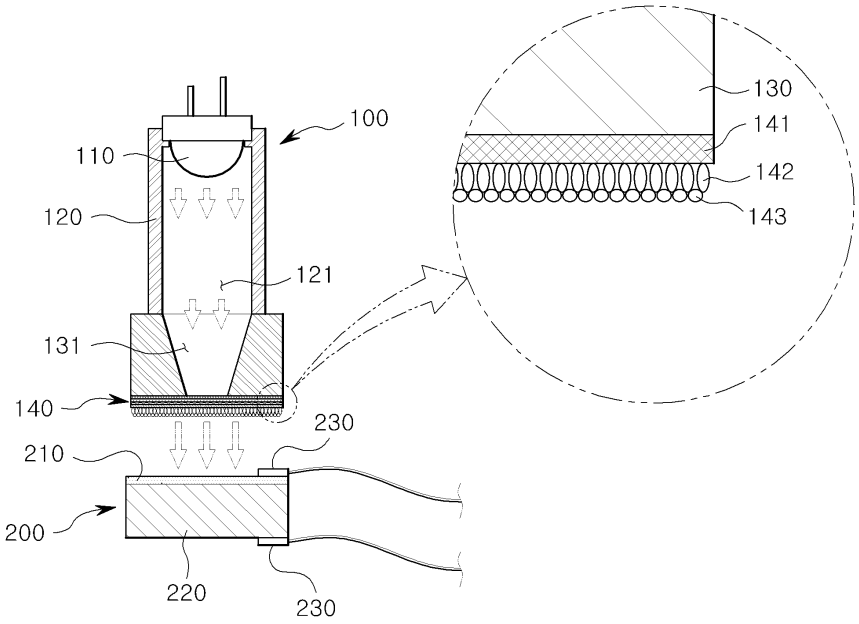
도면1


100
110
120
121
131
130
140
300
230
210
200
220
230

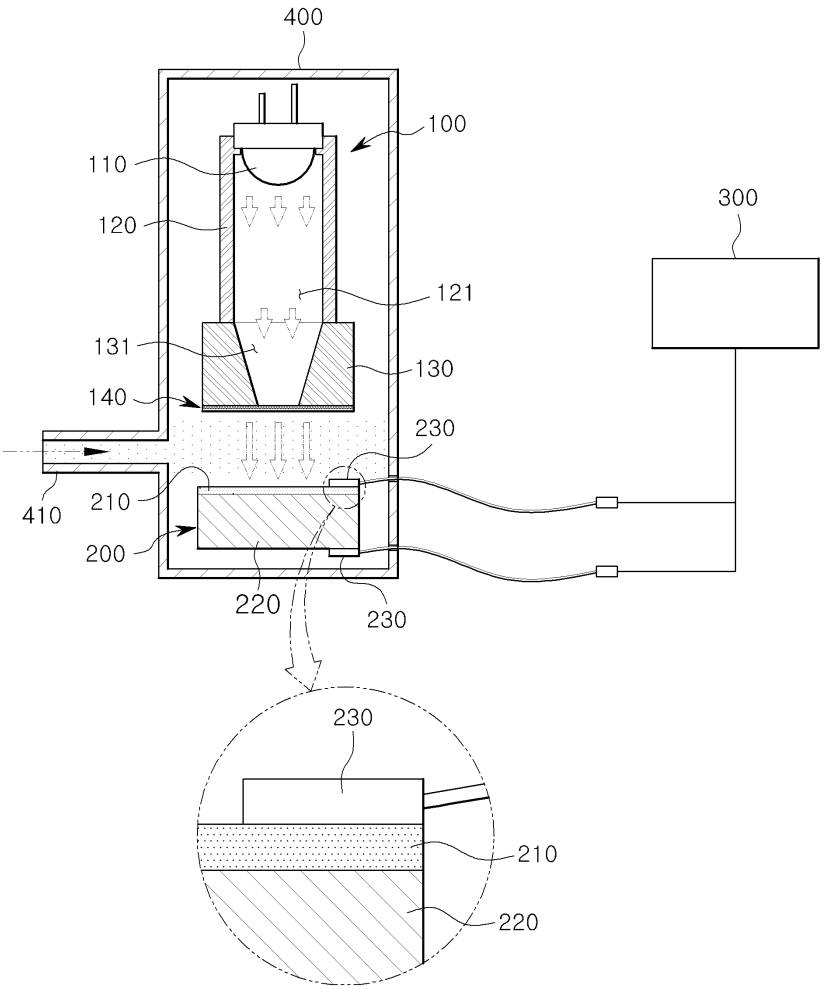
도면2


100
110
120
121
130
131
140
230
210
200
220
230
130
141
142

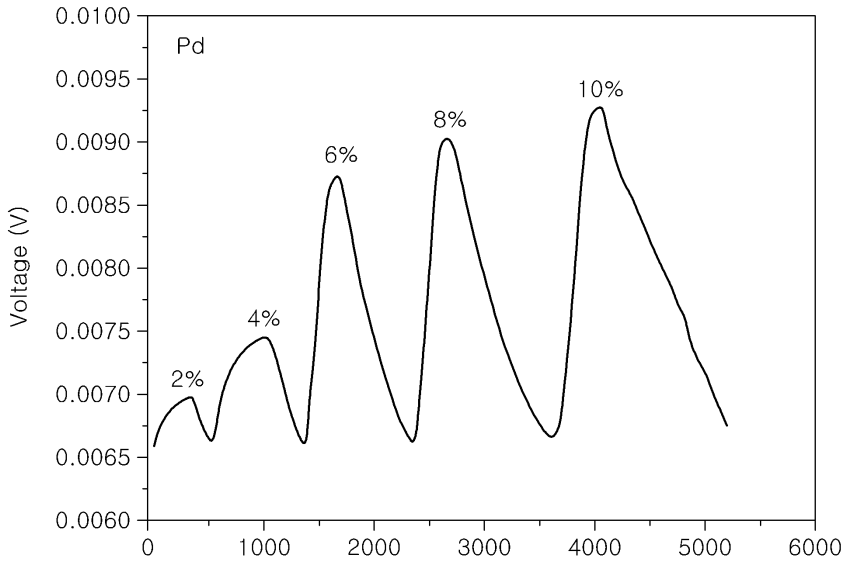
도면3



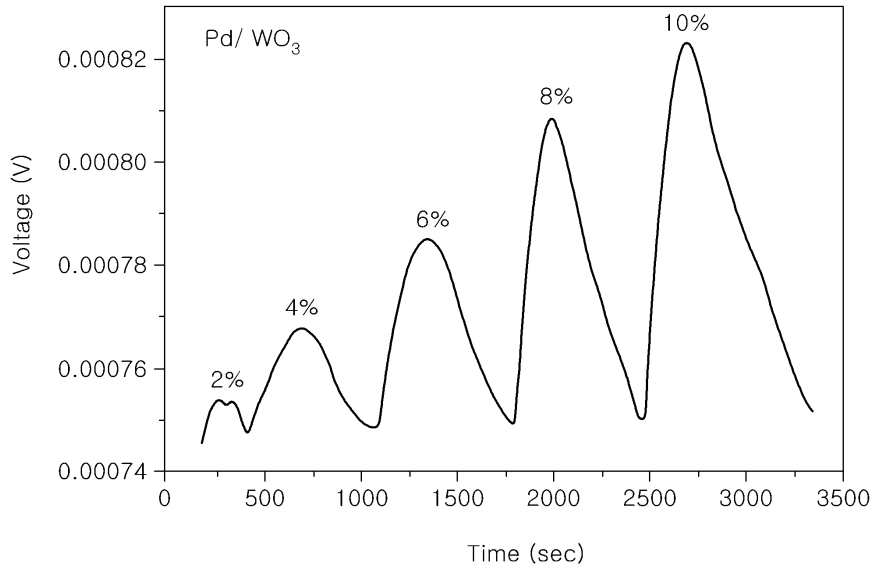
도면4


400
100
110
120
300
121
131
130
140
230
410
210
200
220
230
230
210
220

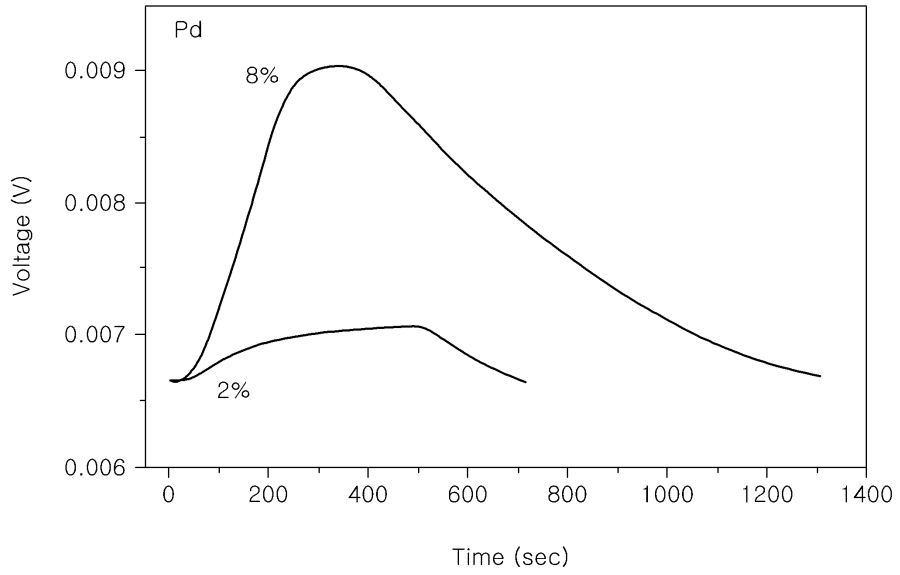
도면5a


Pd
2%
4%
6%
8%
10%
Voltage (V)
0.0100
0.0095
0.0090
0.0085
0.0080
0.0075
0.0070
0.0065
0.0060
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000

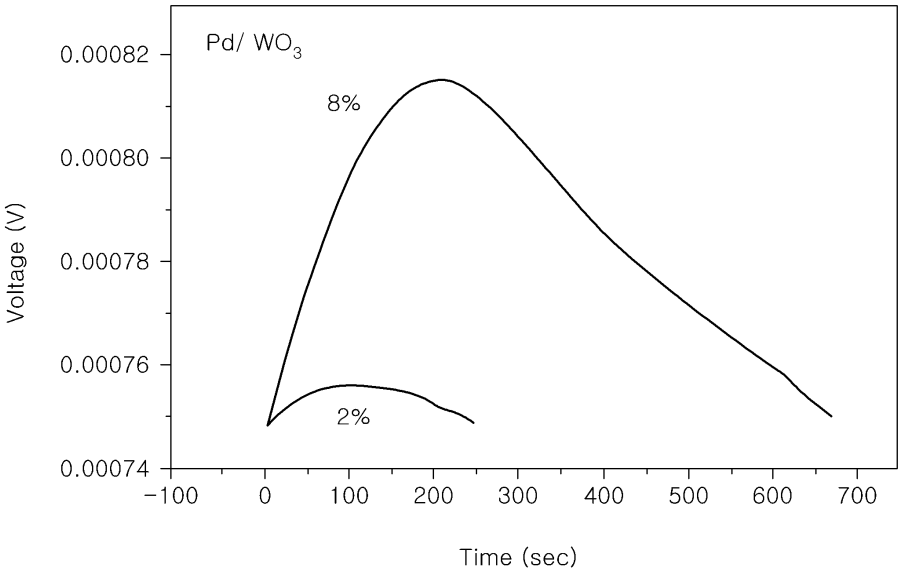
도면5b


Pd/ WO3
2%
4%
6%
8%
10%
Voltage (V)
0.00082
0.00080
0.00078
0.00076
0.00074
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
Time (sec)

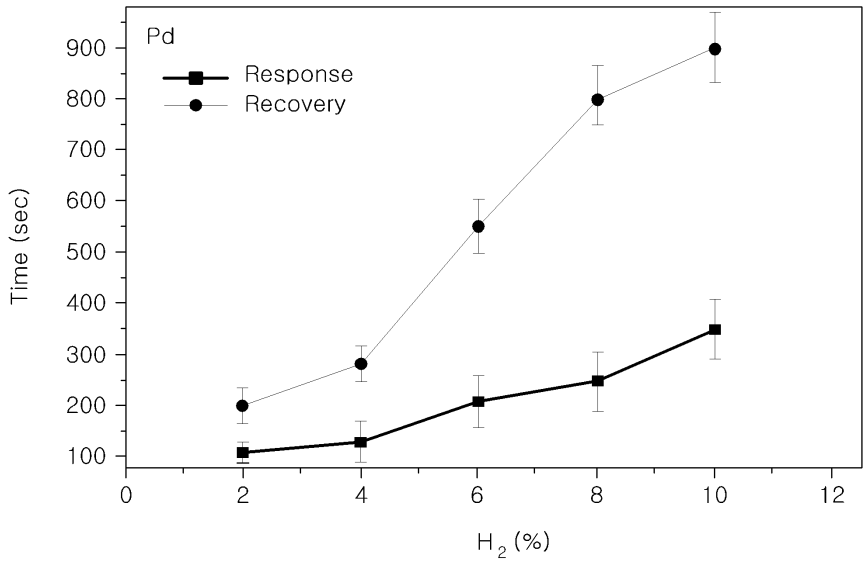
도면6a


Pd
8%
2%
0.009
0.008
0.007
0.006
Voltage (V)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
Time (sec)

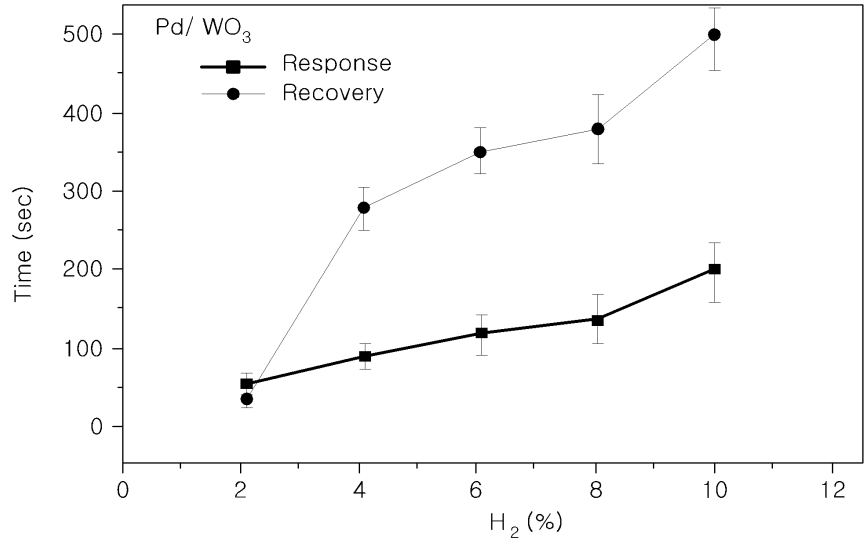
도면6b


Pd/ WO3
8%
2%
0.00082
0.00080
0.00078
0.00076
0.00074
Voltage (V)
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
Time (sec)

도면7a


Pd
Response
Recovery
Time (sec)
100
200
300
400
500
600
700
800
900
0
2
4
6
8
10
12
H2 (%)

도면7b


Pd/ WO3
Response
Recovery
Time (sec)
0
100
200
300
400
500
0
2
4
6
8
10
12
H2 (%)