

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0009364 (43) 공개일자 2013년01월23일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G01N 27/12 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0070418 (22) 출원일자 2011년07월15일 심사청구일자 2011년07월15일		(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1 (72) 발명자 김규태 경기 광명시 철산4동 도덕파크타운 104-106 허정환 경기도 성남시 분당구 구미동 하얀마을 건영빌라 115동 202호 박종혁 대전광역시 유성구 가정동 161번지 한국전자통신 연구원 (74) 대리인 특허법인주원

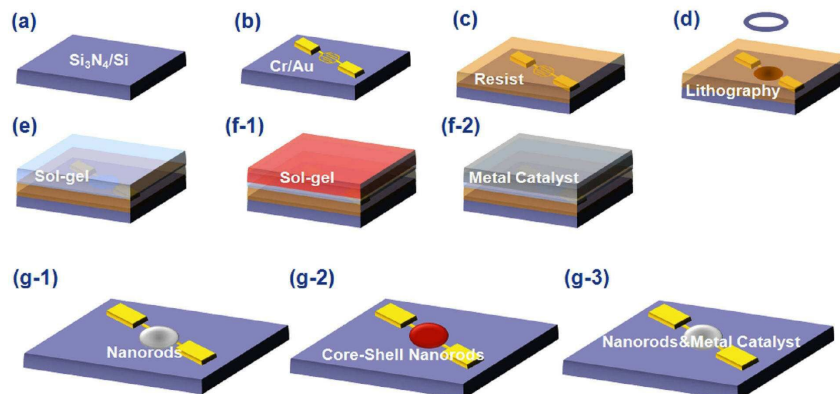
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자, 및 그 제조 방법이 개시된다. 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자는 기판의 미리 설정된 영역에 형성된 복수의 전극, 및 복수의 전극 중 미리 설정된 전극 사이에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 포함한다. 전극 사이에 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 형성시킴으로써, 센서의 부피 대비 표면적을 개선하여 수소 가스를 넓은 농도 범위에 서 효과적으로 감지할 수 있게 된다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010K000981

부처명 교육과학기술부

연구사업명 신기술 융합형 성장동력사업

연구과제명 [2차년도]유무기 나노재료의 복합체 소자 구현기술 개발(총괄과제명:분자제어 NIT 융복합
소자기술개발)

주관기관 한국화학연구원

연구기간 2010.07.01 ~ 2011.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

기판의 미리 설정된 영역에 형성된 복수의 전극; 및

상기 복수의 전극 중 미리 설정된 전극 사이에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 나노 막대 네트워크 구조는 수열 합성법을 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 나노 막대 네트워크 구조의 미리 설정된 영역에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 네트워크 구조를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 나노 막대 네트워크 구조의 미리 설정된 영역에 형성된 미리 설정된 촉매 물질층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 전극은 IDT(Interdigitated electrodes) 전극인 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 산화물 반도체는 산화 아연인 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자.

청구항 7

기판의 미리 설정된 영역에 복수의 전극을 형성하는 단계; 및

상기 복수의 전극 중 미리 설정된 전극 사이에 미리 설정된 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 나노 막대 네트워크 구조는 수열 합성법을 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 나노 막대 네트워크 구조의 미리 설정된 영역에 미리 설정된 산화물 반도체 네트워크 구조를 더 형성하는

단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 나노 막대 네트워크 구조의 미리 설정된 영역에 미리 설정된 촉매 물질을 도포하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 전극은 IDT(Interdigitated electrodes) 전극인 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

청구항 12

제 8항에 있어서,

상기 산화물 반도체는 산화 아연인 것을 특징으로 하는 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 물질 감지 소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 산화 금속 나노 막대를 이용한 수소 감지 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수소는 상대적으로 저가이며, 고효율 특성을 보이는 장점으로 인해, 최근 차세대 청정 에너지원으로써 각광을 받고 있다. 하지만, 잘 알려져 있다시피 수소는 공기 중 약 4% 정도의 저 농도에서도 쉽게 폭발하는 단점이 있다.

[0003] 또한, 수소를 연료전지와 같은 에너지 소자에 응용하기 위해서는 정확한 수소의 양을 측정하는 것이 중요하다. 따라서 이러한 응용을 위해서는 넓은 농도 범위에서 빠르고 재현성 있는 고성능의 수소 센서가 필요하다.

[0004] 종래에 수소 가스 센싱 소자의 재료로서 많이 연구되고 있는 것은 산화물 반도체 물질이다. 그 예로 산화아연(ZnO), 산화주석(SnO₂) 등을 들 수 있다. 그러나 산화물 반도체를 박막 형태로 가스 센싱 소자를 제작할 경우, 박막의 부피 대비 표면적이 제한적이기 때문에 감도(Sensitivity)가 상대적으로 작은 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 종래의 기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 산화물 반도체의 부피 대비 표면적을 증가시켜, 수소 가스를 넓은 농도 범위에서 효과적으로 감지할 수 있는 가스 센서 장치, 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자는 기관의 미리 설정된 영역에 형성된 복수의 전극, 및 복수의 전극 중 미리 설정된 전극 사이에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 포함한다.

[0007] 전극 사이에 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 형성시킴으로써, 센서의 부피 대비 표면적을 개선하여 수소 가스를 넓은 농도 범위에서 효과적으로 감지할 수 있게 된다.

[0008] 이때, 나노 막대 네트워크 구조는 수열 합성법을 이용하여 형성될 수 있다. 이 경우 제조 비용을 절감할 수 있

고, 저온에서 공정을 수행할 수 있으므로 플라스틱 기판 위에서도 소자 제작이 가능하게 된다.

- [0009] 또한, 감지 소자는 나노 막대 네트워크 구조의 미리 설정된 영역에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 네트워크 구조를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성은 감지 소자 내의 이중 접합 구조를 허용하여 소자의 감도를 개선할 수 있게 된다.
- [0010] 또한, 감지 소자는 나노 막대 네트워크 구조의 미리 설정된 영역에 형성된 미리 설정된 촉매 물질층을 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성 역시 소자의 감도를 개선하여 소자의 특성을 더욱 개선할 수 있게 된다.
- [0011] 또한, 전극은 IDT(Interdigitated electrodes) 전극일 수 있다. 이러한 구성은 소자의 안정성을 더욱 개선할 수 있게 된다.
- [0012] 또한, 산화물 반도체는 산화 아연일 수 있다.
- [0013] 아울러, 상기 장치 발명을 방법의 형태로 구현한 발명이 함께 개시된다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 의하면, 전극 사이에 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조를 형성시킴으로써, 센서의 부피 대비 표면적을 개선하여 수소 가스를 넓은 농도 범위에서 효과적으로 감지할 수 있게 된다.
- [0015] 또한, 수열 합성법을 이용하여 제조 비용을 절감할 수 있고, 저온에서 공정을 수행할 수 있으므로 플라스틱 기판 위에서도 소자 제작이 가능하게 된다.
- [0016] 또한, 감지 소자 내의 이중 접합 구조를 허용하여 소자의 감도를 개선할 수 있게 된다.
- [0017] 또한, 촉매 물질층을 더 포함함으로써, 소자의 감도를 개선하여 소자의 특성을 더욱 개선할 수 있게 된다.
- [0018] 또한, IDT(Interdigitated electrodes) 전극을 채용하여, 소자의 성능을 더욱 개선할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자의 일 실시예를 개략적으로 도시한 도면.
- 도 2는 도 1의 물질 감지 소자를 포함하는 감지 장치를 개략적으로 도시한 도면.
- 도 3은 도 1의 물질 감지 소자 제작 과정을 도시한 도면.
- 도 4는 도 1의 전극으로 IDT (Interdigitated electrodes) 전극이 채용된 예를 도시한 사진.
- 도 5는 도 4의 전극 상에 완성된 물질 감지 소자의 나노 막대 네트워크 구조를 확대한 전자 현미경 사진.
- 도 6은 325℃에서 물질 감지 소자의 민감도가 수소 농도에 따라서 변화하는 예를 도시한 그래프.
- 도 7은 여러 농도 중 50ppm 의 농도에 대한 반응 곡선을 확대하여 살펴본 그래프.
- 도 8은 350℃에서 측정된 수소 농도에 따른 감지 소자의 민감도 변화와 각각의 반응 및 회복 시간을 정리한 그래프.
- 도 9는 수열 합성법으로 제작된 코어셸 형태의 나노 막대의 투과 전자 현미경 사진.
- 도 10은 금속 촉매가 선택적으로 도포된 산화물 반도체 나노 막대 센서의 수소 농도에 따른 저항 변화를 상온에서 측정한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자의 일 실시예를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2는 도 1의 물질 감지 소자를 포함하는 감지 장치를 도시한 개략적인 도면이다.
- [0022] 도 1에서, 물질 감지 소자(100)는 기판(130)의 미리 설정된 영역에 형성된 복수의 전극(110), 및 복수의 전극 중 미리 설정된 전극 사이에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조(120)를 포함한다.

- [0023] 이와 같이, 전극 사이에 산화물 반도체 나노 막대의 네트워크 구조(120)를 형성시킴으로써, 센서의 부피 대비 표면적을 개선하여 수소 가스를 넓은 농도 범위에서 효과적으로 감지할 수 있게 된다.
- [0024] 여기서, 미리 설정된 영역이나, 미리 설정된 전극, 미리 설정된 산화물 반도체는 제조자 등에 의해 미리 설정된 영역이나 전극, 또는 산화물 반도체 물질을 의미한다.
- [0025] 이때, 산화물 반도체는 산화 아연인 것이 바람직하며, 전극(110)은 IDT(Interdigitated electrodes) 전극인 것이 바람직하다. 이러한 구성은 소자의 성능을 더욱 개선할 수 있게 된다.
- [0026] 도 2에서, 감지 장치는 감지 소자인 가스 감지부(100), 전압 인가부(200), 및 전류 측정부(400)를 포함하고 있다.
- [0027] 전압 인가부(200)를 통해 감지 소자(100)의 전극(110)에 전압을 인가하고, 가스 감지부(100)에서 수소 가스와 산화물 반도체 나노 막대와의 반응으로 인해 전기 저항이 변화하게 된다. 이를 전류 측정부(300)에서 실시간 감지할 수 있다.
- [0028] 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자의 작동 원리를 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [0029] 산화물 반도체 나노 막대 표면에는 산소 원자/분자들이 대전된 상태로 존재한다. 이러한 대전된 산소 원자/분자들은 수소 가스와 반응하여 물분자를 발생하게 한다. 위의 반응을 통해 산화물 반도체 나노 막대의 자유전자가 증가하게 되고, 따라서 전기저항이 낮아지게 된다.
- [0030] 본 발명의 바람직한 실시 예는 이전의 물질 감지 소자에 비해 빠르고 감도가 높은 특성을 보여 주었다. 이러한 이유는 산화물 반도체 나노 막대들이 겹층으로 쌓여있는 네트워크 구조이기 때문이다.
- [0031] 다공성의 네트워크 구조는 수소 가스와 물 분자의 입/출입을 용이하게 만들고, 표면적이 넓은 효과로 인해 감도가 향상될 수 있다. 또한, 산화물 반도체 나노 막대 네트워크 구조의 대부분이 기판에 닿지 않는 띄어진 구조(Suspended structure)로 구성되어 있어서, 메모리 효과(Memory effect) 없이 가스를 감지할 수 있게 한다.
- [0032] 이때, 나노 막대 네트워크 구조(120)는 수열 합성법을 이용하여 형성될 수 있다. 이 경우 제조 비용을 절감할 수 있고, 저온에서 공정을 수행할 수 있으므로 플라스틱 기판 위에서도 소자 제작이 가능하게 된다.
- [0033] 박막 형태의 가스 센서 제작에 있어 부피 대비 표면적을 극대화하고자 나노 스케일의 산화물 반도체 재료를 이용하기 위한 다양한 시도가 진행 중이다. 또한, 센서 성능을 향상시키고자 산화물 반도체 나노 구조체와 금속 촉매(Pt, Pd 등)를 이용한 가스 센서 제작이 시도되고 있다.
- [0034] 그러나 종래의 방법에 의하면, 나노구조체로 인한 표면적 증가와 금속 촉매의 이점으로 인하여 수소 가스에 대한 감도가 높지만, 산화아연 나노구조체의 합성 조건은 고온 및 고가의 장비를 필요로 한다.
- [0035] 또한, 센서의 성능을 향상시키기 위한 금속 촉매를 선택적으로 도포하기 위해서는 별도의 공정이 필요하다.
- [0036] 그런데 본 발명에서 사용하는 수열 합성법(Sol-gel 합성법)은 타 공정법(CVD(Chemical Vapor Deposition), Thermal evaporation method 등)과 비교해서 간단한 장비를 이용하고 저가의 공정이 가능하며, 수율이 높은 장점이 있다.
- [0037] 또한, 수용액 상태의 합성법이므로 100℃ 이하의 공정 과정이다. 이러한 효과를 이용하여 저비용으로 웨이퍼 단위의 소자 제작이 가능하며, 플라스틱 기판 위에서도 소자 제작이 가능하다.
- [0038] 또한, 수열 합성법은 몰농도 조절을 통해 나노 구조체의 직경 및 길이 조절이 가능하므로 센서의 구성 및 특성을 조정하기 용이하다.
- [0039] 감지 소자(100)는 나노 막대 네트워크 구조(120)의 미리 설정된 영역에 형성된 미리 설정된 산화물 반도체 네트워크 구조(미도시)를 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성은 감지 소자 내의 이중 접합 구조를 허용하여 소자의 감도를 개선할 수 있게 된다.
- [0040] 이와 같은 구조는 수열 합성법을 다단계로 수행하여 형성될 수 있으며, 다단계 수열 합성법을 이용하는 경우 코어셸(Core-Shell) 형태의 이중 접합 구조(Heterojunction structure)를 포함하는 고감도 센서를 제작할 수도 있게 된다.
- [0041] 또한, 감지 소자(100)는 나노 막대 네트워크 구조(120)의 미리 설정된 영역에 형성된 미리 설정된 촉매 물질(미도시)을 더 포함할 수 있다. 이와 같은 구성 역시 소자의 감도를 개선하여 소자의 특성을 더욱 개선할 수 있게

된다.

- [0042] 이때, 센서의 성능을 향상시킬 수 있는 촉매 물질층으로 금속 촉매(Pt, Pd 등)를 도포할 수 있다.
- [0043] 도 3은 도 1의 물질 감지 소자 제작 과정을 도시한 도면이다.
- [0044] 도 3에서 먼저, 전기 절연층이 포함된 기판(SiO_2/Si 혹은 Si_3N_4 혹은 플라스틱 기판) 위에 전극층을 형성한다(a, b).
- [0045] 이어서, 기판을 감광층으로 도포하고 선택적으로 산화아연 나노 막대가 합성될 곳에 리소그래피(Lithography) 공정을 수행한다(c, d).
- [0046] 이후 수열 합성 공정을 통해 산화물 반도체 나노 막대를 합성한다(e).
- [0047] 이때 다단계 수열 합성법을 이용하여 코어셸(Core-Shell) 형태의 이종접합 구조(Heterojunction structure)를 포함하는 고감도 센서를 제작할 수 있다(f-1).
- [0048] 또한, 센서의 성능을 향상시킬 수 있는 금속 촉매(Pt, Pd 등)를 도포할 수 있다(f-2).
- [0049] 다음으로, 원하지 않는 곳의 산화물 반도체 나노선 및 금속 촉매를 제거하기 위해서 감광층을 제거한다(Lift-off 공정; g-1, g-2, g-3)).
- [0050] 이러한 방법을 이용하여 선택적으로 합성된 산화물 반도체 나노구조체 센서를 제작할 수 있다(g-1)). 또한 가스 감지부는 코어셸 형태로 선택적으로 합성하여 센서를 제작할 수 있다(g-2)). 또한 가스 감지 성능을 향상시키는 금속 촉매가 선택적으로 도포된 센서를 제작할 수 있다(g-3)).
- [0051] 도 4, 및 5는 도 3의 제작 과정을 이용하여 물질 감지 소자를 제작하는 예를 도시한 도면이다.
- [0052] 도 4에는, IDT(Interdigitated electrodes) 전극이 형성된 기판 위에 산화아연 나노 막대가 선택적으로 형성된 수소 가스 감지 소자의 예가 도시되어 있고, 도 5에는 완성된 물질 감지 소자의 가스 감지부를 확대한 전자 현미경 사진이 도시되어 있다.
- [0053] 이와 같이 본 발명을 실시함으로써 기판 위에 가스 감지부(100)를 선택적으로 합성이 가능하게 하며, 이를 통해 전기적 격리를 용이하게 제어할 수 있게 한다.
- [0054] 도 6은 325℃에서 도 1의 물질 감지 소자의 민감도가 수소 농도에 따라서 변화하는 예를 도시한 그래프이다. 고 농도에서 저농도에 이르는 넓은 수소 농도 범위를 높은 감도(Sensitivity)로 반응하고 있음을 보여 주었다.
- [0055] 도 7은 여러 농도 중 50ppm의 농도에 대한 반응 곡선을 확대하여 살펴본 그래프이다. 반응시간(포화된 감도 대비 90%에 이르는 시간)이 약 11초 그리고 회복시간(포화된 감도 대비 10%로 떨어지는 시간)이 약 15초로 매우 빠른 반응을 보인다.
- [0056] 도 8은 350℃에서 측정된 수소 농도에 따른 감지 소자의 민감도 변화와 각각의 반응 및 회복 시간을 정리한 그래프이다.
- [0057] 도 9는 수열 합성법으로 제작된 코어셸 형태의 나노 막대의 투과 전자 현미경 사진이다. 이와 같이 본 발명을 실시함으로써 기판 위에 코어셸 형태의 나노 막대를 선택적으로 합성이 가능하게 하며, 이를 통해 센서의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0058] 도 10은 금속 촉매가 선택적으로 도포된 산화물 반도체 나노 막대 센서의 수소 농도에 따른 저항 변화를 상온에서 측정한 그래프이다. 이와 같이 본 발명을 실시함으로써 상온에서 넓은 농도 범위에서 수소 가스를 고감도로 측정할 수 있다.
- [0059] 본 발명은 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 수소 감지 소자 및 그 제조 방법을 개시한다. 본 발명은 포토리소그래피(Photolithography) 공정과 수열 합성법을 이용하여, 산화물 반도체 나노 막대와 금속 촉매를 선택적으로 전극 위에 형성하고, 이를 수소 감지부로 사용함으로써, 종래 기술에 비하여 표면 감지 영역이 넓고, 감도를 향상시킬 수 있는 효과가 있으며 상온에서 감지가 가능하다. 또한, 코어셸 형태의 나노 막대 네트워크 구조의 제작도 가능하여 고감도 특성을 보일 수 있다.
- [0060] 또한, 종래 기술에 비하여, 본 발명 구조는 대부분의 나노 막대들이 기판에 닿지 않는 띄어진 구조(suspended

structure)로 구성되어 있어서, 메모리 효과 (Memory effect) 없이 가스를 감지할 수 있게 한다. 또한, 수소 감지 소자는 한 기관 위에 복수개로 설치될 수 있다.

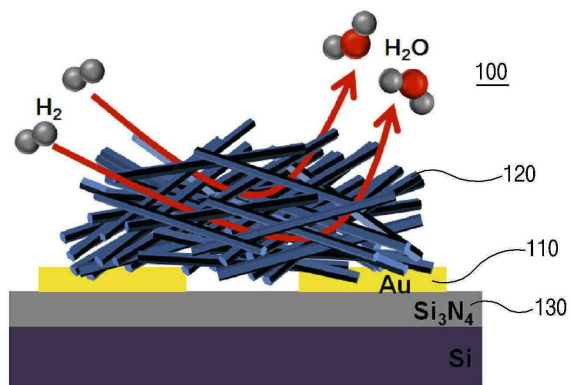
- [0061] 본 발명의 가스 감지 소자는 동종(同種) 산화물 반도체 나노 구조체 혹은 이종(異種)의 코어셸 형태의 산화물 반도체 나노 구조체로 구성될 수 있다. 이때 금속 촉매가 선택적으로 도포된 구조가 더 포함될 수 있다.
- [0062] 또한, 본 발명에 따른 가스 감지 소자를 포함하는 가스 감지 장치는 전압 인가부, 전류 측정부, 및 가스 감지부를 포함한다. 전압 인가부는 산화물 반도체 나노 구조체 소자에 전압을 인가하고, 가스 감지부는 나노구조체에 접촉하여 반응하고, 전류 측정부는 가스 반응 전후의 전류를 측정하여 가스를 검출한다.
- [0063] 본 발명에 따른 수소 감지 소자 제조 방법은, 기관위에 전극을 형성하는 단계, 및 포토리소그래피 공정을 통한 선택적 산화물 반도체 나노구조 성장 단계, 금속 촉매 도포 단계 그리고 전자빔 레지스트 제거 단계를 포함한다.
- [0064] 본 발명에 따른 소자 제조 방법은 기존 반도체 공정과 적합하여 다른 반도체 소자와의 집적이 용이하다. 수열 합성법을 사용함으로써 제조 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0065] 또한, 저온 공정이므로 플라스틱 기관 위에서의 소자 제작을 가능하게 된다. 또한, 수열 합성법에서 몰(Mol)농도 조절을 통해 나노 막대의 직경 및 길이를 조절할 수 있다. 이를 통해 나노 막대 네트워크를 구성할 때 몰농도 조절을 통해 그 구성 및 특성을 조정할 수 있다.
- [0066] 또한, 다단계 수열 합성법을 이용하여 코어셸 (core-shell) 형태의 이종접합 구조 (Heterojunction structure)를 제작할 수 있다. 코어셸 구조는 이종접합 구조이므로 전위장벽(Built in potential)이 존재한다. 이 전위장벽은 평소에는 전자의 이동을 방해하지만, 가스 반응 이후 전위 장벽이 급격히 낮아져서 결국 센서의 감도를 높여주는 역할을 한다.
- [0067] 본 발명에 의하면, 수열 합성법과 리소그래피(Lithography) 공정을 사용함으로써 저비용으로 높은 수율의 고감도 수소센서를 제작할 수 있다. 또한, 본 발명의 기술은 종래의 반도체 공정에도 적합하다.
- [0068] 또한, 본 발명에 의하면, 수열 합성법에서 몰농도 조절을 통해 나노 막대 네트워크 센서를 구성할 때 나노 구조체의 직경 및 길이 조정이 가능하므로 그 구성 및 특성을 조정하기 용이하다.
- [0069] 또한, 다단계 수열 합성법을 이용하여 코어셸 (core-shell) 형태의 이종접합 구조 (Heterojunction structure)를 포함하는 고감도 수소 센서 제작을 용이하게 한다.
- [0070] 또한, 종래의 제작 기술은 센서 배열 구조를 만들 시, 각각의 센서를 전기적으로 격리시키기 어려움이 있으나 수열 합성법과 리소그래피(Lithography) 공정을 사용함으로써 전기적 격리를 용이하게 제어할 수 있게 한다.
- [0071] 또한, 종래의 제작 기술은 금속 촉매를 선택적으로 도포하기 위해서 섀도우 마스크(Shadow mask) 공정이나 리소그래피(Lithography) 공정이 추가되었으나, 본 발명은 한번의 리소그래피(Lithography) 공정으로 제작이 가능하다. 금속 촉매를 사용하여 제작할 경우, 상온에서 가스를 감지할 수 있다.
- [0072] 본 발명의 물질 감지 소자가 비록 수소 감지를 위해 사용되는 일부 바람직한 실시예에 의해 설명되었지만, 본 발명의 범위는 이에 의해 제한되어서는 아니 되고, 수소 이외의 다른 물질의 감지에 사용되는 것과 같이, 특허 청구범위에 의해 뒷받침되는 상기 실시예의 변형이나 개량에도 미쳐야 할 것이다.

부호의 설명

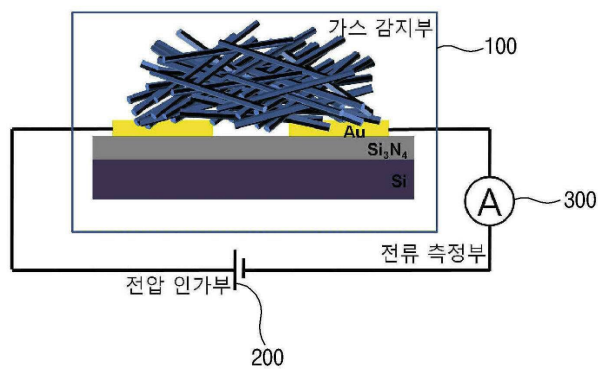
- [0073] 100: 산화물 반도체 나노 막대를 이용한 물질 감지 소자
- 110: 전극
- 120: 나노 막대 네트워크 구조물
- 130: 기관
- 200: 전압 인가부
- 300: 전류 측정부

도면

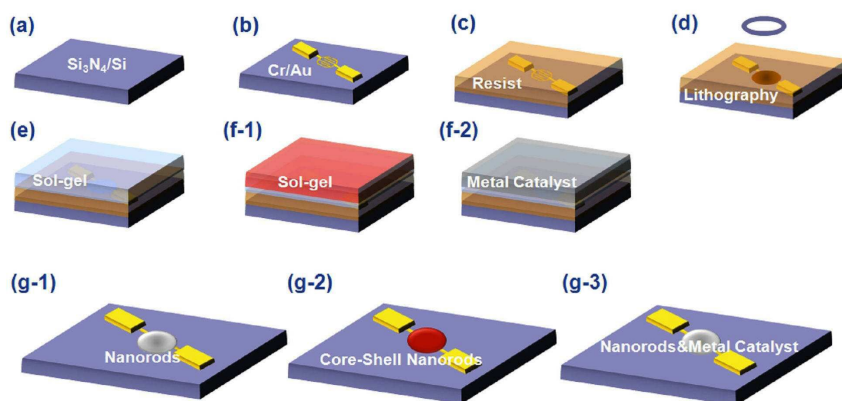
도면1



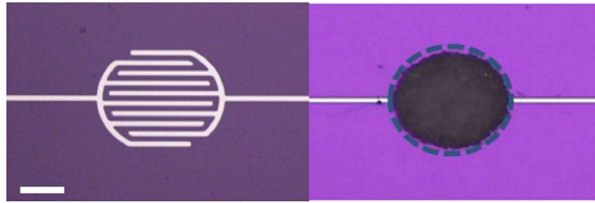
도면2



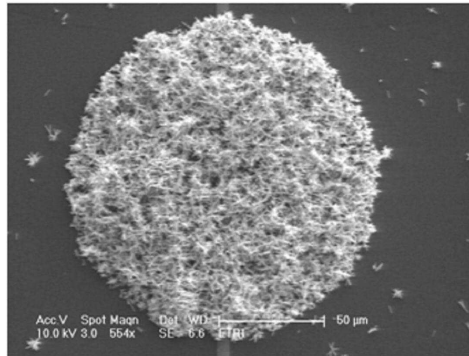
도면3



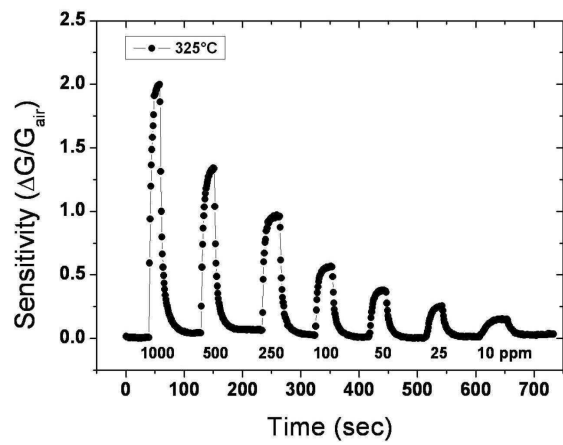
도면4



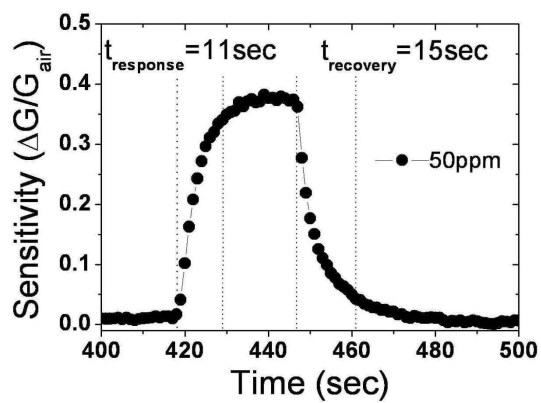
도면5



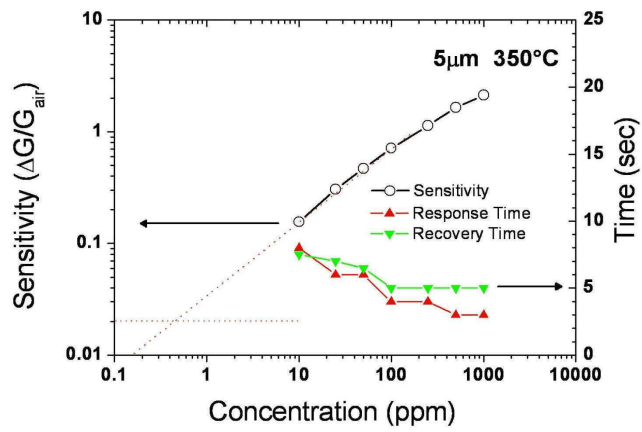
도면6



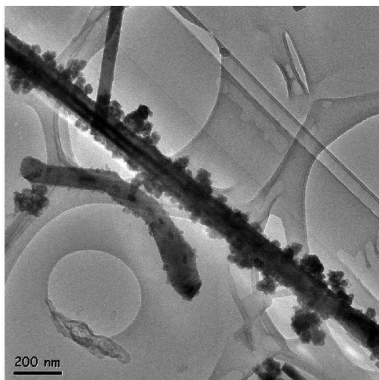
도면7



도면8



도면9



도면10

