



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0113056
(43) 공개일자 2018년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/327 (2006.01) G01N 27/407 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 27/3278 (2013.01)
G01N 27/407 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0044257
(22) 출원일자 2017년04월05일
심사청구일자 2017년04월05일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이가원
대전광역시 유성구 배울2로 42, 503동 1603호 (관평동, 대덕테크노밸리5단지아파트)
정준교
충청북도 청주시 서원구 모충로145번길 5-6 (사직동)
(74) 대리인
유미특허법인

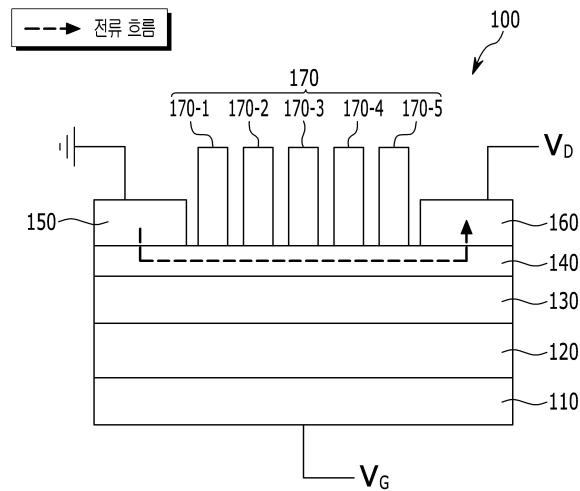
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 금속 산화물 나노로드 구조를 포함하는 반도체 센서 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 금속 산화물 나노로드 구조를 포함하는 반도체 센서 및 이의 제조 방법에 관한 것이며, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 센서는 기판, 기판 아래에 형성되어 있는 제1 전극, 기판 위에 형성되어 있는 절연층, 절연층 위에 형성되어 있는 금속 산화물층, 금속 산화물층 위의 제1 영역에 접촉되도록 형성되어 있는 제2 전극, 금속 산화물층 위의 제2 영역에 접촉되도록 형성되어 있는 제3 전극, 그리고 금속 산화물층 위의 제1 영역과 제2 영역 사이에 위치하는 제3 영역에 접촉되도록 형성되어 있으며, 복수개의 금속 산화물 나노로드를 포함하는 나노로드층을 포함한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G01201606010325

부처명 산업통산자원부

연구관리전문기관 충남대학교 산학협력단

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 웨어러블 스마트 기기를 위한 컴퓨터비전 기반 UI/UX용 SoC 및 SW 플랫폼 연구

기 여 율 1/2

주관기관 충남대학교 산학협력단

연구기간 2014.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A1A3052808

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 (구)여성과학자지원사업

연구과제명 유연성 투명 전자소자 적용을 위한 산화물 기반 박막트랜지스터 연구

기 여 율 1/2

주관기관 충남대학교

연구기간 2014.11.01 ~ 2017.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관,

상기 기관 아래에 형성되어 있는 제1 전극,

상기 기관 위에 형성되어 있는 절연층,

상기 절연층 위에 형성되어 있는 금속 산화물층,

상기 금속 산화물층 위의 제1 영역에 접촉되도록 형성되어 있는 제2 전극,

상기 금속 산화물층 위의 제2 영역에 접촉되도록 형성되어 있는 제3 전극, 그리고

상기 금속 산화물층 위의 상기 제1 영역과 상기 제2 영역 사이에 위치하는 제3 영역에 접촉되도록 형성되어 있으며, 복수개의 금속 산화물 나노로드를 포함하는 나노로드층

을 포함하는 반도체 센서.

청구항 2

제1항에서,

상기 금속 산화물층은 금속 산화물 시드층(seed layer)을 포함하며,

상기 금속 산화물 시드층을 통해 상기 제2 전극에서 상기 제3 전극으로 전류를 이동시키는 반도체 센서.

청구항 3

제1항 또는 제2항에서,

상기 금속 산화물층은 산화아연(ZnO)을 포함하는 반도체 센서.

청구항 4

제1항에서,

상기 나노로드층을 통해 가스 또는 자외선을 감지하는 반도체 센서.

청구항 5

기관 위에 절연층을 형성하는 단계,

상기 기관 아래에 제1 전극을 형성하는 단계,

상기 절연층 위에 금속 산화물층을 형성하는 단계,

상기 금속 산화물층 위에 제2 전극 및 제3 전극을 형성하는 단계, 그리고

상기 금속 산화물층 위에 나노로드층을 형성하는 단계

를 포함하는 반도체 센서의 제조방법.

청구항 6

제5항에서,

상기 제2 전극 및 제3 전극을 형성하는 단계는, 상기 금속 산화물층 위의 제1 영역에 금속을 증착하여 상기 제2 전극을 형성하고 상기 금속 산화물층 위의 제2 영역에 금속을 증착하여 상기 제3 전극을 형성하며,

상기 나노로드층을 형성하는 단계는, 상기 금속 산화물층 위의 제1 영역과 상기 금속 산화물층 위의 제2 영역

사이에 위치하는 제3 영역에 나노로드층을 형성하는 반도체 센서의 제조방법.

청구항 7

제5항 또는 제6항에서,

상기 금속 산화물층을 형성하는 단계는, 상기 절연층 위에 금속 산화물을 증착하여 금속 산화물층을 형성하고 형성된 상기 금속 산화물층을 열처리하여 금속 산화물 시드층(seed layer)을 형성하는 반도체 센서의 제조방법.

청구항 8

제5항에서,

상기 금속 산화물층을 형성하는 단계는, 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 스퍼터 증착법(Sputter Deposition, SD), 또는 졸-겔(Sol-Gel)법 중 적어도 하나의 방법을 이용하여 상기 절연층 위에 금속 산화물을 증착하여 금속 산화물층을 형성하는 반도체 센서의 제조방법.

청구항 9

제5항에서,

상기 나노로드층을 형성하는 단계는, 85℃ 내지 100℃의 온도에서 수열합성법을 이용하여 복수개의 나노로드를 성장시키는 반도체 센서의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 산화물 나노로드 구조를 포함하는 반도체 센서 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 가스 센서는 반도체 표면에 가스가 접촉되면 전기전도도가 변화하는 성질을 이용하여 가스를 검지하며, 특히, 산화물 반도체 가스 센서는 간단한 구조 및 공정으로 저비용 생산이 가능하며 고감도 가스 감지가 가능하다는 점에서 널리 사용되고 있다.

[0003] 최근에는 반도체 가스 센서에 수십 nm 크기의 나노 구조를 도입하여 부피 대비 표면적 비율을 증가시킴으로써 박막 형태의 구조 대비 감도 및 선택도를 향상시키고 있다.

[0004] 도 1 내지 도 3은 종래 가스 센서의 단면을 나타낸다.

[0005] 도 1은 기판 위에 전극을 형성한 후 전극을 포함하는 넓은 면적에 나노로드를 형성하는 후막형 구조의 가스 센서를 나타내며, 도 2는 포토리소그래피(photolithography) 공정을 통해 전극 사이에 나노로드를 형성하는 평면형 구조의 가스 센서를 나타내고, 도 3은 나노로드를 형성한 후 형성된 나노로드의 상면에 화학 기상 증착법(CVD, Chemical Vapor Deposition)을 이용하여 전극을 형성하는 수직형 구조의 가스 센서를 나타낸다.

[0006] 그러나 도 1 내지 도 3의 가스 센서는 나노로드를 통과하여 전류가 흐르는 구조이므로 나노로드와 전극의 인터커넥션(interconnection) 문제로 인해 검출능력 및 안정성이 저하될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예가 해결하려는 과제는 금속 산화물층 및 금속 산화물 나노로드 구조를 포함하는 반도체 센서 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0008] 상기 과제 이외에도 구체적으로 언급되지 않은 다른 과제를 달성하는 데 본 발명에 따른 실시예가 사용될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명의 일 실시예는, 기판, 기판 아래에 형성되어 있는 제1 전극, 기판 위에 형

성되어 있는 절연층, 절연층 위에 형성되어 있는 금속 산화물층, 금속 산화물층 위의 제1 영역에 접촉되도록 형성되어 있는 제2 전극, 금속 산화물층 위의 제2 영역에 접촉되도록 형성되어 있는 제3 전극, 그리고 금속 산화물층 위의 제1 영역과 제2 영역 사이에 위치하는 제3 영역에 접촉되도록 형성되어 있으며, 복수개의 금속 산화물 나노로드를 포함하는 나노로드층을 포함하는 반도체 센서를 제안한다.

- [0010] 여기서, 금속 산화물층은 금속 산화물 시드층(seed layer)을 포함하며, 금속 산화물 시드층을 통해 제2 전극에서 제3 전극으로 전류를 이동시킬 수 있다.
- [0011] 또한, 금속 산화물층은 산화아연(ZnO)을 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 나노로드층을 통해 가스 또는 자외선을 감지할 수 있다.
- [0013] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명의 일 실시예는, 기판 위에 절연층을 형성하는 단계, 기판 아래에 제1 전극을 형성하는 단계, 절연층 위에 금속 산화물층을 형성하는 단계, 금속 산화물층 위에 제2 전극 및 제3 전극을 형성하는 단계, 그리고 금속 산화물층 위에 나노로드층을 형성하는 단계를 포함하는 반도체 센서의 제조방법을 제안한다.
- [0014] 여기서, 제2 전극 및 제3 전극을 형성하는 단계는, 금속 산화물층 위의 제1 영역에 금속을 증착하여 제2 전극을 형성하고 금속 산화물층 위의 제2 영역에 금속을 증착하여 제3 전극을 형성하며, 나노로드층을 형성하는 단계는, 금속 산화물층 위의 제1 영역과 금속 산화물층 위의 제2 영역 사이에 위치하는 제3 영역에 나노로드층을 형성할 수 있다.
- [0015] 또한, 금속 산화물층을 형성하는 단계는, 절연층 위에 금속 산화물을 증착하여 금속 산화물층을 형성하고 형성된 금속 산화물층을 열처리하여 금속 산화물 시드층(seed layer)을 형성할 수 있다.
- [0016] 또한, 금속 산화물층을 형성하는 단계는, 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 스퍼터 증착법(Sputter Deposition, SD), 또는 졸-겔(Sol-Gel)법 중 적어도 하나의 방법을 이용하여 절연층 위에 금속 산화물을 증착하여 금속 산화물층을 형성할 수 있다.
- [0017] 또한, 나노로드층을 형성하는 단계는, 85℃ 내지 100℃의 온도에서 수열합성법을 이용하여 복수개의 나노로드를 성장시킬 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면 감도, 안정성 및 재현성이 향상된 반도체 센서를 제조하여 가스 또는 자외선 감지에 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 종래 후막형 구조를 포함하는 가스 센서의 단면을 나타낸다.
- 도 2는 종래 평면형 구조를 포함하는 가스 센서의 단면을 나타낸다.
- 도 3은 종래 수직형 구조를 포함하는 가스 센서의 단면을 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 센서의 단면을 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 센서 제조방법을 나타낸다.
- 도 6은 도 5의 S50 단계에서 형성된 나노로드의 SEM 이미지이다.
- 도 7은 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 XRD 스펙트럼을 나타낸다.
- 도 8은 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 전압-전류 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 전기적 안정성을 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 종래 가스 센서와 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 센서의 센싱 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 종래 자외선 센서와 본 발명의 일 실시예에 따른 자외선 센서의 자외선 흡수 특성을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며 명세서 전체에서 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호가 사용되었다. 또한, 널리 알려진 공지기술의 경우 그 구체적인 설명은 생략한다.
- [0021] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 한편, 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "아래에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 한편, 어떤 부분이 다른 부분 "바로 아래에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0022] 본 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 센서의 단면을 나타낸다.
- [0024] 도 4의 반도체 센서(100)는 제1 전극(110), 기판(120), 절연층(130), 금속 산화물층(140), 제2 전극(150), 제3 전극(160), 그리고 나노로드층(170)을 포함한다.
- [0025] 제1 전극(110)은 기판(120)의 하부에 위치한다. 구체적으로, 제1 전극(110)은 게이트 신호를 전달하는 게이트 배선과 연결되는 게이트 전극이다. 이때, 제1 전극(110)은 알루미늄(Al) 계열의 금속, 은(Ag) 계열의 금속, 구리(Cu) 계열의 금속, 몰리브덴(Mo) 계열의 금속, 크롬(Cr), 티타늄(Ti) 및 탄탈륨(Ta)으로 이루어진 금속군 중 선택된 적어도 하나의 금속을 포함한다.
- [0026] 기판(120)은 반도체 센서(100)를 지지하며 제1 전극(110) 위에 위치한다. 예를 들어, 기판(120)은 n형 실리콘 기판으로 약 600 μm 내지 700 μm 의 두께를 포함한다.
- [0027] 절연층(130)은 기판(120) 위에 위치하며, 제1 전극(110)으로 전류가 이동하는 것을 방지한다. 구체적으로, 절연층(130)은 열 산화법(thermal oxidation), 증착법(deposition), 또는 스핀 코팅법(spin coating) 중 적어도 하나를 통해 기판(120) 위에 형성된다. 예를 들어, 절연층(130)은 이산화규소(SiO_2)를 포함하며, 약 100nm 내지 200nm의 두께를 포함한다. 또한, 제1 전극(110)은 게이트 전극일 수 있다.
- [0028] 금속 산화물층(140)은 절연층(130) 위에 위치한다. 구체적으로, 금속 산화물층(140)은 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 스퍼터 증착법(Sputter Deposition, SD), 또는 졸-겔(Sol-Gel)법 중 적어도 하나의 방법을 통해 절연층(130) 위에 형성된다. 이때, 금속 산화물층(140)은 산화아연(ZnO), 산화주석(SnO), 산화티타늄(TiO) 및 산화텅스텐(WO) 등과 같은 금속 산화물을 포함한다. 예를 들어, 금속 산화물층(140)은 약 50nm 내지 150nm의 두께를 포함한다.
- [0029] 제2 전극(150) 및 제3 전극(160)은 금속 산화물층(140) 위에 위치한다. 구체적으로, 제2 전극(150)은 금속 산화물층(140) 상부의 제1 영역에 접촉되어 위치하며 제3 전극(160)은 금속 산화물층(140) 상부의 제2 영역에 접촉되어 위치한다. 예를 들어, 제2 전극(150) 및 제3 전극(160)은 약 50nm 내지 150nm의 두께를 포함하며, 제1 영역과 제2 영역은 약 5 μm 내지 15 μm 만큼 이격된다.
- [0030] 또한, 제2 전극(150) 및 제3 전극(160)은 알루미늄(Al) 계열의 금속, 은(Ag) 계열의 금속, 구리(Cu) 계열의 금속, 몰리브덴(Mo) 계열의 금속, 크롬(Cr), 티타늄(Ti) 및 탄탈륨(Ta)으로 이루어진 금속군 중 선택된 적어도 하나의 금속을 포함한다. 예를 들어, 제2 전극(150)은 소스 전극이며, 제3 전극(160)은 드레인 전극일 수 있다. 이때, 금속 산화물층(140)은 소스 전극(150)과 드레인 전극(160)을 연결하는 채널층으로 사용된다.
- [0031] 나노로드층(170)은 금속 산화물층(140) 위에 위치하며, 복수개의 금속산화물 나노로드(170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5)를 포함한다. 구체적으로, 나노로드층(170)은 금속 산화물층(140) 상부의 제3 영역에서 성장된 복수개의 금속산화물 나노로드를 포함한다. 여기서, 제3 영역은 제1 영역과 제2 영역 사이에 위치하며, 제1 영역 및 제2 영역과 중첩되지 않는다. 예를 들어, 금속산화물 나노로드는 약 40nm 내지 50nm의 두께와 약 200nm 내지 250nm의 길이를 포함한다. 또한, 금속 산화물 나노로드는 금속 산화물층(140)에 대응하는 산화아연(ZnO), 산화

주석(SnO), 산화티타늄(TiO) 및 산화텅스텐(WO) 등의 금속 산화물을 포함할 수 있다.

[0032] 아래에서는 도 5를 참조하여 도 4의 반도체 센서의 제조방법에 대해 설명한다.

[0033] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 센서 제조방법을 나타낸다.

[0034] 먼저, 기판(120) 위에 절연층(130)을 형성한다(S10). 예를 들어, N형 실리콘 기판(120) 위에 열 산화법(thermal oxidation)을 통해 이산화규소(SiO₂)를 증착시켜 게이트절연층(130)을 형성할 수 있다.

[0035] 이후, 절연층(130) 위에 금속 산화물층(140)을 형성한다(S20). 구체적으로, S20 단계에서는 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 스퍼터 증착법(Sputter Deposition, SD), 또는 졸-겔(Sol-Gel)법 중 적어도 하나의 방법을 통해 절연층(130) 위에 금속 산화물을 증착시켜 금속 산화물층을 형성하고, 형성된 금속 산화물층을 열처리하여 시드층(seed layer)을 형성한다.

[0036] S20 단계에서 원자층 증착법을 통해 절연층(130) 위에 아연 산화물을 증착시키는 방법을 예로 들어 설명하면, 절연층(130)을 포함하는 기판(120)이 위치하는 반응기에 아연(Zn) 소스(예를 들어, 디에틸아연(DEZ))와 산소 소스(예를 들어, 물(H₂O))를 번갈아 주입하여 산화아연 박막을 증착할 수 있다. 이때, 불활성 기체인 질소(N) 또는 아르곤(Ar)을 이용하는 퍼지(purge) 과정을 추가하여 미반응 아연 소스 및 산소 소스와 반응 부산물을 제거하면서 산화아연 박막을 증착할 수 있다.

[0037] 이후, 기판(120) 아래에 제1 전극(110)을 형성한다(S30). 구체적으로, 기판(120) 아래에 알루미늄(Al) 계열의 금속, 은(Ag) 계열의 금속, 구리(Cu) 계열의 금속, 몰리브덴(Mo) 계열의 금속, 크롬(Cr), 티타늄(Ti) 및 탄탈륨(Ta)으로 이루어진 금속군 중 선택된 적어도 하나의 금속을 증착시켜 제1 전극(110)을 형성한다.

[0038] 이후, 금속 산화물층(140) 위에 제2 전극(150) 및 제3 전극(160)을 형성한다(S40). 구체적으로, S20 단계에서 형성된 금속 산화물 시드층(seed layer)(140) 위에 알루미늄(Al) 계열의 금속, 은(Ag) 계열의 금속, 구리(Cu) 계열의 금속, 몰리브덴(Mo) 계열의 금속, 크롬(Cr), 티타늄(Ti) 및 탄탈륨(Ta)으로 이루어진 금속군 중 선택된 적어도 하나의 금속을 증착하고 패터닝하여 제2 전극(150) 및 제3 전극(160)을 형성한다. 예를 들어, 습식 식각을 통해 패터닝하는 경우 금속 산화물 시드층(seed layer)(140) 위에 금속을 증착시키고 증착된 금속에 감광막을 코팅한 후 마스크를 통해 노광시켜 패턴을 형성하고 식각액을 흘려보내 전극패턴을 형성할 수 있다.

[0039] 이후, 금속 산화물층(140) 위에 나노로드층(170)을 형성한다(S50). 구체적으로, 제2 전극(150)과 제3 전극(160) 사이에 수열합성법을 통해 나노로드를 성장시켜 나노로드층(170)을 형성한다. 예를 들어, 아연소스(예를 들어, 아연 나이트레이트 육수화물)와 축합제를 탈이온수에 용해시킨 용액과 헥사메틸렌테트라민(hexamethylenetetramine)을 탈이온수에 용해시킨 용액을 포함하는 혼합용액에 금속 산화물 시드층(seed layer)(140)을 포함하는 기판(120)을 담가 나노로드를 성장시킬 수 있으며, 성장된 나노로드는 아래의 도 6과 같다. 이때, 나노로드의 성장온도는 약 85℃ 내지 100℃ 이다.

[0040] 아래에서는 도 6 내지 도 10을 참조하여 도 5의 방법으로 제조된 반도체 센서의 특징에 대해 설명한다. 이때, 도 7 내지 도 9에서는 산화 아연을 포함하는 반도체 센서를 예로 들어 설명한다.

[0041] 도 6은 도 5의 S50 단계에서 형성된 나노로드의 SEM 이미지이다.

[0042] 도 6은 도 5의 S50 단계를 통해 금속 산화물 시드층(140)에서 성장시킨 산화아연(ZnO) 나노로드의 SEM(주사 전자 현미경, Scanning Electron Microscope) 이미지로, 금속 산화물 시드층(140)의 Z축 방향으로 성장된 산화아연 나노로드를 확인할 수 있다. 또한, X축 방향 보다 Z축 방향으로 산화아연 나노로드의 성장이 더 우세한 것을 확인할 수 있다.

[0043] 도 7은 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 XRD 스펙트럼을 나타낸다.

[0044] 도 7의 XRD(X-ray diffraction) 스펙트럼에서 (100), (002), (101), (102), (112) 및 (103)은 결정방향을 의미하며, 산화아연 박막(Flim)과 산화아연 나노로드(Nanorod)의 결정방향이 유사한 것을 확인할 수 있다.

[0045] 도 7에서 산화아연 나노로드(Nanorod)는 Z축에 대응하는 (002), (101), (102) 및 (103) 피크의 강도가 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 Z축에 대응하는 (00X) 결합 에너지(Bonding Energy)가 다른 결정방향보다 작으며, 도 5의 S50 단계에서 저온 수열합성법을 통해 나노로드가 합성되므로 열에너지가 충분히 전달되지 않아 대부분 (00X) 방향으로 성장하기 때문이다.

[0046] 도 8은 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 전압-전류 특성을 나타내는 그

래프이다.

- [0047] 도 8에서 보면, 종래 산화아연 박막(Film)과 본 발명의 실시예에 따른 산화아연 나노로드(nanorod)의 전압-전류 특성은 박막 트랜지스터의 전압 대 전류비의 특성곡선에 대응함을 확인할 수 있다.
- [0048] 도 9는 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 전기적 안정성을 나타내는 그래프이다.
- [0049] 도 9는 10V의 게이트 바이어스에 대한 종래 산화아연 박막과 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노로드의 스트레스 안정성 특성을 나타낸다.
- [0050] 도 9에서 보면, 본 발명의 실시예에 따른 산화아연 나노로드(nanorod)의 문턱전압(V_{th})의 변동폭은 종래 산화아연 박막(Film)의 문턱전압(V_{th}) 변동폭보다 크다. 이로 인해, 산화아연 나노로드가 산화아연 박막보다 비표면적이 크므로 주변 환경에 더욱 민감하게 반응하는 것을 확인할 수 있다.
- [0051] 아래에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 센서를 가스 센서로 활용하는 경우 가스 센싱 특성을 도 10을 통해 설명하며, 자외선 센서로 활용하는 경우 자외선 센싱 특성을 도 11을 통해 설명한다.
- [0052] 도 10은 종래 가스 센서와 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 센서의 센싱 특성을 나타내는 그래프이다.
- [0053] 도 10은 약 150℃의 가스챔버 내에서 산화질소(NO) 가스에 대한 종래 가스 센서와 본 발명의 실시예에 따른 가스 센서의 센싱 특성을 시간에 따라 나타낸 것으로, 산화아연을 포함하는 것을 예로 들어 설명한다.
- [0054] 도 10에서는 산소(O_2) 가스를 공급하는 상태에서 소자(ZnO nanorod, ZnO flim)의 저항이 안정된 값에 도달하면 산화질소(NO) 가스를 5분간 공급하면서 저항의 변화를 확인하고, 회복시간은 산화질소(NO) 가스 공급을 중단한 후 원래의 저항값으로 돌아올 때까지의 시간으로 확인하였다.
- [0055] 도 10에서 보면, 산화아연 나노로드(ZnO nanorod)를 포함하는 가스 센서는 NO 가스 유입에 따른 저항값의 변화가 크고, 산화아연 박막(ZnO flim)을 포함하는 가스 센서는 NO 가스 유입에 따른 저항값의 변화가 작다. 이로 인해, 산화아연 나노로드(ZnO nanorod)를 성장시키는 경우 비표면적이 증가하여 가스 센싱 특성이 향상되는 것을 확인할 수 있다. 이때, 시간에 따라 산화아연 나노로드(ZnO nanorod)를 포함하는 가스 센서의 저항값이 감소하는 것은 외부 환경에 노출되는 시간이 증가함에 따라 산화아연 나노로드(ZnO nanorod) 표면에 이물질이 증가하여 감도가 저하되기 때문인 것으로 볼 수 있다.
- [0056] 도 11은 종래 자외선 센서와 본 발명의 일 실시예에 따른 자외선 센서의 자외선 흡수 특성을 나타내는 그래프이다.
- [0057] 도 11에서 보면, 본 발명의 실시예에 따른 자외선 센서에 따른 UVA(약 320nm ~ 400nm 파장) 및 UVB(약 290nm ~ 320nm 파장)의 흡수량은 종래 자외선 센서 대비 큰 것을 확인할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 따르면 금속 산화물 박막 및 금속 산화물 나노로드를 통해 감지모듈의 비표면적을 증가시켜 안정성 및 센싱 성능이 향상된 가스 및 자외선 센서를 제조할 수 있다. 또한, 저온 수열합성 공정을 통해 금속 산화물 박막에 나노로드를 형성함으로써 제조공정을 간소화하여 가스 및 자외선 센서를 대량생산할 수 있으며 제조비용을 감소시킬 수 있다.
- [0059] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

- [0060] 100 : 반도체 센서
110 : 제1 전극
120 : 기판
130 : 절연층
140 : 금속 산화물층

150 : 제2 전극

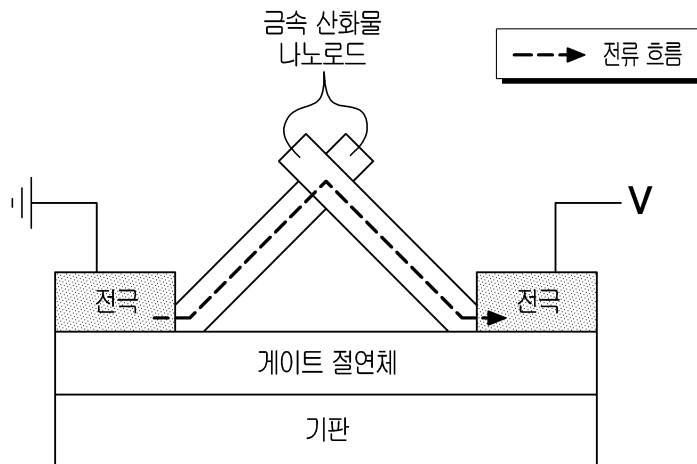
160 : 제3 전극

170 : 나노로드층

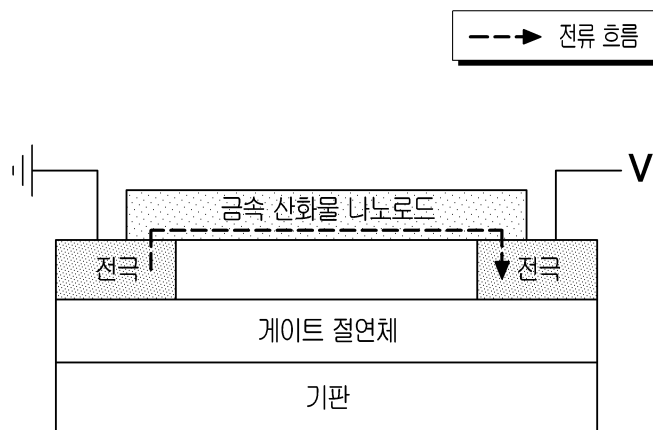
170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5 : 나노로드

도면

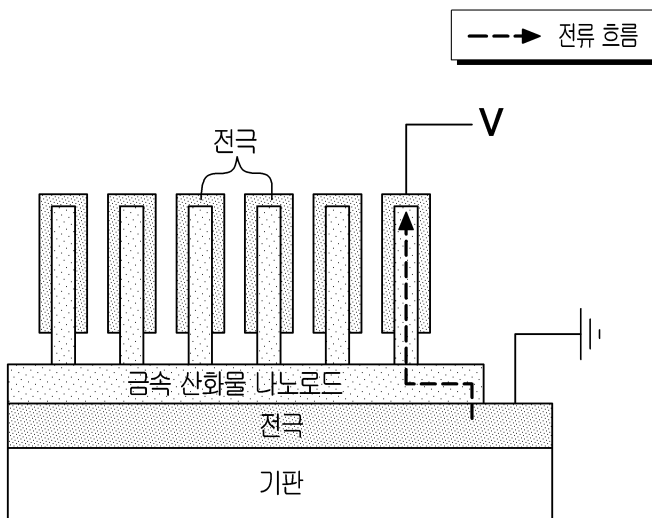
도면1



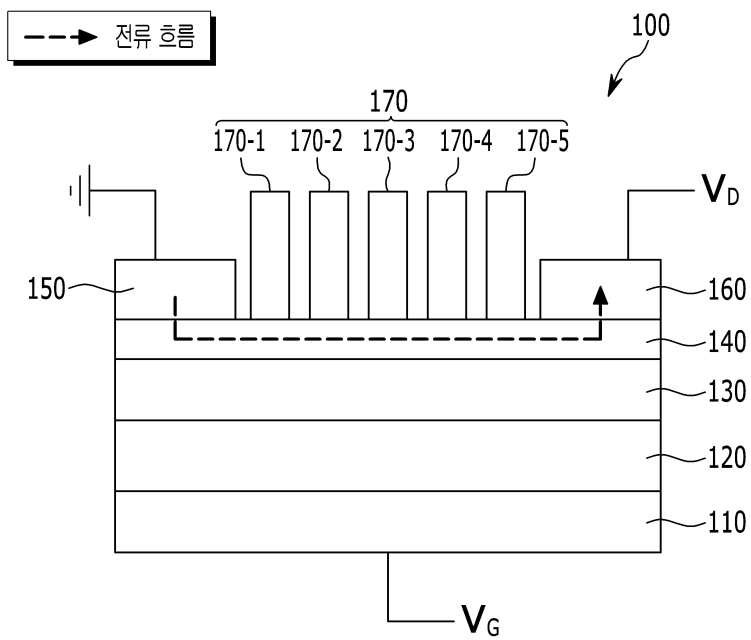
도면2



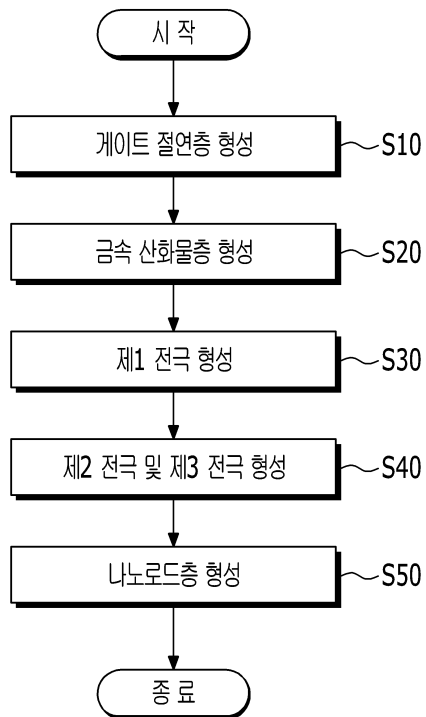
도면3



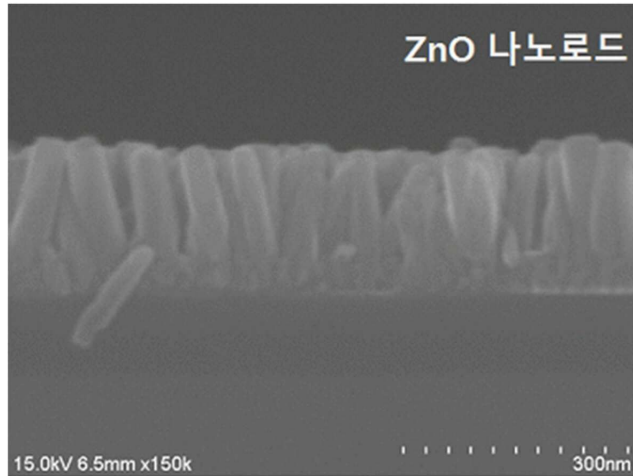
도면4



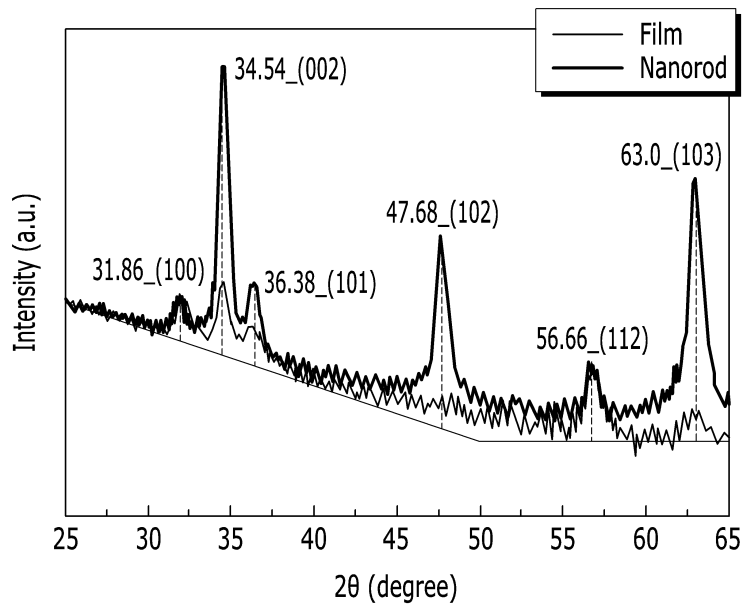
도면5



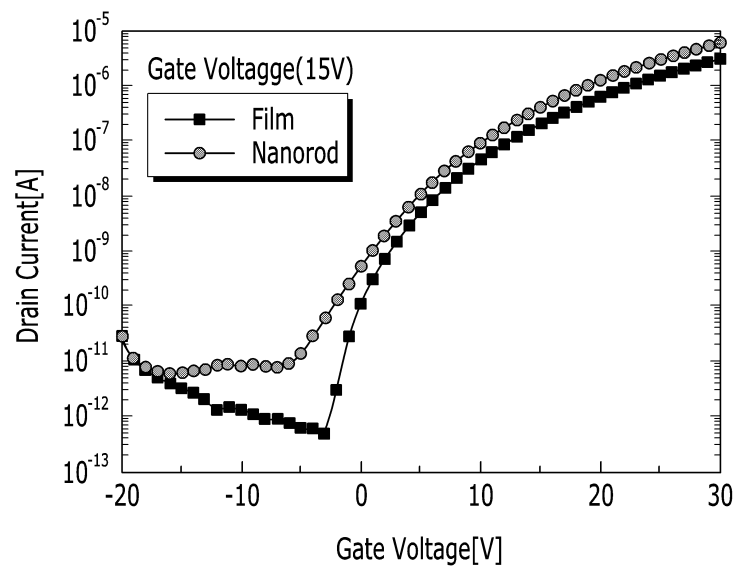
도면6



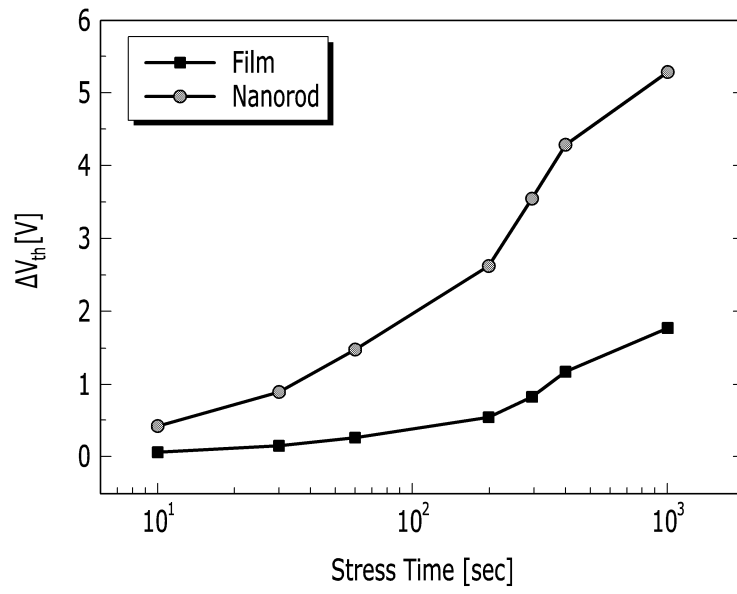
도면7



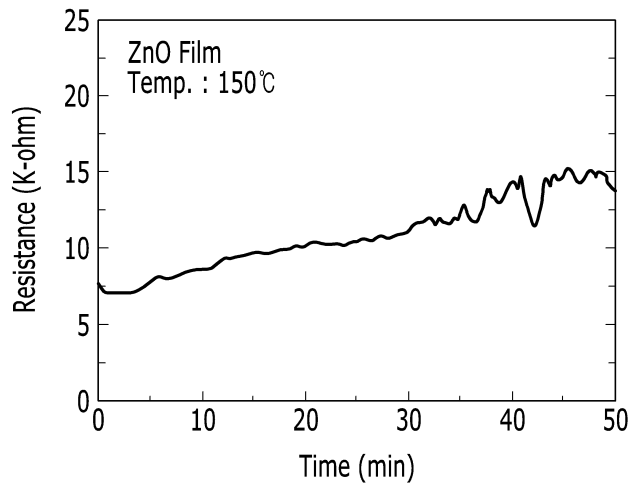
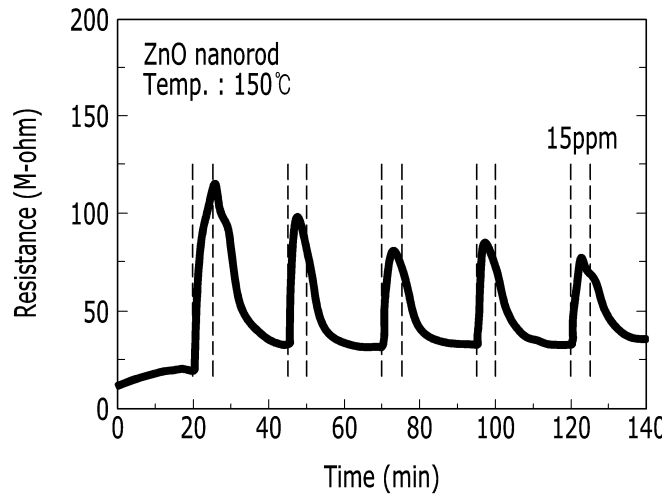
도면8



도면9



도면10



도면11

