

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0031430 (43) 공개일자 2010년03월22일
(51) Int. Cl. <i>B82B 3/00</i> (2006.01) <i>B82B 1/00</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2008-0090548 (22) 출원일자 2008년09월12일 심사청구일자 2008년09월12일	(71) 출원인 인하대학교 산학협력단 인천 남구 용현동 253 인하대학교 (72) 발명자 박재영 광주광역시 북구 두암1동 894-34 최선우 경상북도 김천시 평화동 318-9 (뒷면에 계속) (74) 대리인 김한	

전체 청구항 수 : 총 13 항

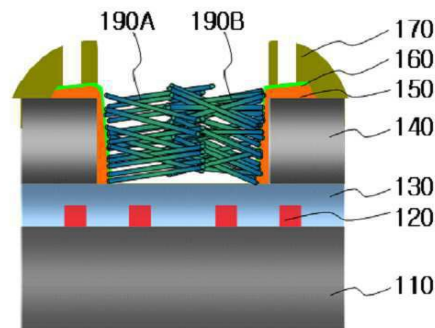
(54) 금속 산화물 나노선 센서 및 그 제조방법

(57) 요약

금속 산화물(산화아연) 나노선 센서 및 그 제조방법이 개시된다. 본 발명에 따른 산화아연 나노선 센서(10)의 제조방법은 (a) 기판(110) 상에 트렌치(140) 구조물을 형성하는 단계; (b) 트렌치 구조물(140)의 내측면 상에 전도층(150)을 형성하는 단계; (c) 전도층(150) 상에 촉매층(160)을 형성하는 단계; 및 (d) 촉매층(160) 상에 산화아연 나노선 어레이(190)를 형성하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 센서 내에 복수개의 산화아연 나노선 접합이 형성됨으로써 센서의 신뢰성, 감도, 재현성 등의 제반 특성이 획기적으로 향상되는 효과가 있다.

대표도 - 도1j

10



(72) 발명자

최리노

인천광역시 남구 용현동 253

김상섭

인천광역시 남구 용현동 253

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 기판 상에 트렌치 구조물을 형성하는 단계;
 - (b) 상기 트렌치 구조물의 내측면 상에 전도층을 형성하는 단계;
 - (c) 상기 전도층 상에 촉매층을 형성하는 단계; 및
 - (d) 상기 촉매층 상에 금속 산화물 나노선 어레이를 형성하는 단계
- 를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 기판 상에 히터를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 히터는 백금(Pt), 납(Pb), 은(Ag), 니켈-크롬(Ni-Cr), 철-크롬(Fe-Cr) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 트렌치 구조물은 실리콘을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 전도층은 크롬(Cr), 텅스텐(W), 질화티타늄(TiN) 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 촉매층은 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 은(Ag) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 전도층 및 상기 촉매층은 경사 증착법(angled deposition)으로 형성하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 금속 산화물 나노선 어레이는 VLS(Vapor-Liquid-Solid) 성장법으로 형성하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 금속 산화물 나노선 어레이는 상기 트렌치 구조물의 일 내측면 상에 형성되는 제1 금속 산화물 나노선 어레이와 상기 트렌치 구조물의 일 내측면과 대향하는 내측면 상에 형성되는 제2 금속 산화물 나노선 어레이를 포함하며, 상기 제1 및 제2 금속 산화물 나노선 어레이는 복수개의 금속 산화물 나노선 접합(junction)을 이루는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 금속 산화물 나노선 어레이는 산화아연 나노선 어레이 또는 산화주석 나노선 어레이 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법.

청구항 10

기관;

상기 기관 상에 형성되는 트렌치 구조물;

상기 트렌치 구조물의 내측면 상에 형성되는 전도층;

상기 전도층 상에 형성되는 촉매층; 및

상기 촉매층 상에 형성되는 금속 산화물 나노선 어레이

를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 기관 상에 형성되는 히터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 금속 산화물 나노선 어레이는 상기 트렌치 구조물의 일 내측면 상에 형성되는 제1 금속 산화물 나노선 어레이와 상기 트렌치 구조물의 일 내측면과 대향하는 내측면 상에 형성되는 제2 금속 산화물 나노선 어레이를 포함하며, 상기 제1 및 제2 금속 산화물 나노선 어레이는 복수개의 금속 산화물 나노선 접합(junction)을 이루는 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 금속 산화물 나노선 어레이는 산화아연 나노선 어레이 또는 산화주석 나노선 어레이 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 금속 산화물 나노선 센서.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 산화물(산화아연) 나노선 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 기관 상에 설치된 트렌치 구조물의 내측면 상에 산화아연 나노선 어레이를 성장시켜 복수개의 산화아연 나노선 접합(junction)이 이루어지게 함으로써 재현성, 감도, 신뢰성 등의 제반 특성이 향상된 금속 산화물(산화아연) 나노선 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노선(nanowire)은 직경이 나노미터(nm) 단위이고, 길이는 직경에 비해 훨씬 큰 수백 나노미터, 마이크로미터(μm) 또는 밀리미터(mm) 단위를 갖는 선형 재료를 말한다. 이와 같은 나노선은 실리콘(Si), 주석 산화물(SnO), 갈륨 질화물(GaN) 및 아연 산화물(ZnO) 등의 소재를 이론적으로 수 나노미터(nm) 두께의 선 또는 블록으로 만들어져 미세 공정에 활용될 수 있기 때문에, 트랜지스터, 메모리, 감지 센서 등의 전자 소자 분야뿐만 아니라 의료, 환경 등 전자 이외의 다양한 분야까지도 널리 응용될 수 있으며, 이에 관한 연구가 한창 진행 중에 있다.

[0003] 대표적인 예로서 1차원 금속 산화물 나노선이 전기적, 화학적 감지 특성이 있음이 알려지면서 나노형 전계효과 트랜지스터(field effect transistor, FET) 방식의 센서에 대한 연구가 있어 왔다.

[0004] 그러나, 이러한 1차원(단일) 나노형 전계효과 트랜지스터는 소자 구현을 위해 복잡한 포토리소그래피 공정이 요구되고, 전기전도도의 변화량이 매우 미세하여 이를 측정하기 위한 고가의 정밀 측정장비가 별도로 필요한 까닭에, 1차원 나노형 전계효과 트랜지스터를 실제 센서에 적용하기에는 많은 한계가 있었다. 그리고, 무엇보다도 단일 나노형 전계효과 트랜지스터 방식의 센서는 소자와 전극간의 접합에 따른 오차 및 소자의 기하학적 미세모양 차이에 따른 측정 값의 오차로 인해 신뢰성이 떨어지고, 센서의 응답 시간과 회복 시간이 느리며, 민감도가 저하되는 문제점이 있었다.

[0005] 따라서, 나노선의 우수한 감지 특성을 센서에 응용하기 위해서는 기존의 1차원(단일) 나노형 전계효과 트랜지스터 방식이 아닌 새로운 방식의 센서의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 복수개의 산화아연 나노선 접합을 형성함으로써 센서의 신뢰성, 감도, 재현성 등의 제반 특성이 향상된 금속 산화물 나노선 센서 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 실리콘 웨이퍼를 기반으로 하는 센서 플랫폼 상에 산화아연 나노선 어레이를 형성함으로써, 제조 단가가 저렴하고 대량 생산이 용이한 금속 산화물 나노선 센서 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 산화물 나노선 센서의 제조방법은, (a) 기판 상에 트렌치 구조물을 형성하는 단계; (b) 상기 트렌치 구조물의 내측면 상에 전도층을 형성하는 단계; (c) 상기 전도층 상에 촉매층을 형성하는 단계; 및 (d) 상기 촉매층 상에 금속 산화물 나노선 어레이를 형성하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 기판 상에 히터를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 히터는 백금(Pt), 납(Pb), 은(Ag), 니켈-크롬(Ni-Cr), 철-크롬(Fe-Cr) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 트렌치 구조물은 실리콘을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 전도층은 크롬(Cr), 텅스텐(W), 질화티타늄(TiN) 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 촉매층은 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 은(Ag) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 전도층 및 상기 촉매층은 경사 증착법(angled deposition)으로 형성할 수 있다.

[0014] 상기 금속 산화물 나노선 어레이는 VLS(Vapor-Liquid-Solid) 성장법으로 형성할 수 있다.

[0015] 상기 금속 산화물 나노선 어레이는 상기 트렌치 구조물의 일 내측면 상에 형성되는 제1 금속 산화물 나노선 어레이와 상기 트렌치 구조물의 일 내측면과 대향하는 내측면 상에 형성되는 제2 금속 산화물 나노선 어레이를 포함하며, 상기 제1 및 제2 금속 산화물 나노선 어레이는 복수개의 금속 산화물 나노선 접합(junction)을 이룰 수 있다.

[0016] 상기 금속 산화물 나노선 어레이는 산화아연 나노선 어레이 또는 산화주석 나노선 어레이 중 어느 하나일 수 있다.

[0017] 그리고, 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 산화물 나노선 센서는 기판; 상기 기판 상에 형성되는 트렌치 구조물; 상기 트렌치 구조물의 내측면 상에 형성되는 전도층; 상기 전도층 상에 형성되는 촉매층; 및 상기 촉매층 상에 형성되는 금속 산화물 나노선 어레이를 포함한다.

[0018] 상기 기판 상에 형성되는 히터를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 금속 산화물 나노선 어레이는 상기 트렌치 구조물의 일 내측면 상에 형성되는 제1 금속 산화물 나노선 어레이와 상기 트렌치 구조물의 일 내측면과 대향하는 내측면 상에 형성되는 제2 금속 산화물 나노선 어레이를 포함하며, 상기 제1 및 제2 금속 산화물 나노선 어레이는 복수개의 금속 산화물 나노선 접합(junction)을 이룰 수 있다.

효 과

[0020] 본 발명에 따르면, 센서 내에 복수개의 금속 산화물(산화아연) 나노선 집합이 형성됨으로써 센서의 신뢰성, 감도, 재현성 등의 제반 특성이 획기적으로 향상되는 효과가 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, 반도체 공정을 적용하여 센서 플랫폼 상에 금속 산화물(산화아연) 나노선 어레이를 형성할 수 있게 됨으로써 센서의 제조단가가 저렴해지고 대량 생산이 용이한 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0022] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다.

[0023] 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다.

[0024] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구성을 상세하게 설명하도록 한다.

[0025] 도 1a 내지 도 1j는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 산화물(산화아연) 나노선 센서(10)의 제조방법을 나타내는 도면이다.

[0026] 먼저 도 1a를 참조하면, 기판(110) 상에 산화아연(ZnO) 나노선을 형성하기 전에 히터(120)와 절연층(130)을 각각 순차적으로 형성한다.

[0027] 기판(110)은 산화아연 나노선 센서의 기초 부재로서의 역할을 수행한다. 기판(110)은 실리콘(Si) 웨이퍼, 알루미늄(Al₂O₃) 기판을 사용하는 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 히터(120)는 소정의 열을 공급하여 산화아연 나노선 센서(10)가 최적의 상태로 동작할 수 있도록 함으로써, 산화아연 나노선 센서(10)의 제반 특성(신뢰성, 감도, 재현성 등)을 향상시키는 역할을 수행한다. 히터(120)의 재질은 백금(Pt), 납(Pb), 은(Ag), 니켈-크롬(Ni-Cr), 철-크롬(Fe-Cr) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 히터(120)의 두께는 100Å 내지 1,000Å 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다. 히터(120)는 열 증착(thermal evaporation) 또는 스퍼터링(sputtering) 공정 등을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다. 히터(130)의 재질, 두께 및 형성 방법은 반드시 상술한 바에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 적절히 변경될 수 있다.

[0029] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 히터(120)의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이다. 본 발명에서 히터(120)는 도 2에 도시된 바와 같은 패턴 구조를 가질 수 있다. 이때, 도 2에서, 히터(120)의 간격은 1,000Å 내지 10,000Å 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다. 도 2에서와 같은 히터(120) 패턴 구조는 기판(110) 상에 전면적으로 히터 물질을 증착한 후 통상적인 포토리소그래피(photolithography) 공정 등을 통하여 제조할 수 있다.

[0030] 절연층(130)은 히터(120)와 후술할 산화아연 나노선 어레이(190)를 전기적으로 분리하는 역할을 수행하며, 나아가 기판(110) 및 히터(120)가 산화되는 것을 방지하는 역할도 수행한다. 절연층(130)의 재질은 실리콘 질화물(Si₃N₄)인 것이 바람직하다. 절연층(130)의 두께는 3000Å 내지 5000Å 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다. 절연층(130)은 LPCVD(Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 혹은 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 공정을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다. 절연층(130)의 재질, 두께 및 형성 방법은 반드시 상술한 바에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 적절히 변경될 수 있다.

[0031] 다음으로, 도 1b를 참조하면, 절연층(130) 상에 트렌치 구조물(140)을 형성한다. 트렌치 구조물(140)의 재질은 실리콘(Si)인 것이 바람직하며, 비정질 실리콘 또는 다결정 실리콘 모두 가능하다. 트렌치 구조물(140)의 두께는 5μm 내지 30μm 범위 내에서 조절되고, 트렌치 폭은 2μm 내지 10μm 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다.

- [0032] 트렌치 구조물(140)은 절연층(130) 상에 전면적으로 트렌치 물질을 증착한 후 통상적인 포토리소그래피 공정 등을 통하여 제조할 수 있다. 트렌치 구조물(140)의 재질이 실리콘인 경우 실리콘의 증착은 LPCVD 또는 PECVD 공정 등을 이용할 수 있다. 상기 포토리소그래피 공정시 실리콘의 식각은 질산(HNO_3)과 불산(HF)의 혼합 용액을 이용하는 습식 식각법 또는 RIE(Reactive Ion Etching) 등을 이용하는 건식 식각법에 의하여 수행될 수 있다.
- [0033] 트렌치 구조물(140)의 재질, 사양 및 형성 방법은 반드시 상술한 바에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 적절히 변경될 수 있다.
- [0034] 다음으로, 도 1c를 참조하면, 트렌치 구조물(140)의 소정 영역, 즉 트렌치 구조물(140)의 표면 및 내측면 상에 전도층(150)을 형성한다. 여기서, 전도층(150)은 후술할 전원 소스(미도시됨)와 연결되어 센서(10)에 전원이 공급될 수 있도록 하는 기능을 수행한다. 전도층(150)의 재질은 크롬(Cr), 텅스텐(W), 질화티타늄(TiN) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 전도층(150)의 두께는 100Å 내지 10,000Å 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다.
- [0035] 한편, 도 1c에 도시된 바와 같이, 전도층(150)은 경사 증착법(angled deposition)을 이용하여 형성하는 것이 더 바람직하다. 경사 증착법이란 증착 물질의 이동 방향에 대하여 기판을 임의의 각도(90도 미만의 각도)로 기울인 상태에서 기판 상에 박막을 증착하는 방법을 말하며, 기판 상의 특정 부분에만 선택적으로 박막이 증착될 수 있도록 하는 박막 증착법이다. 경사 증착이 가능한 공정으로는 증착시 증착 물질이 직진성을 가질 수 있는 열 증착, 전자 빔 증착(E-beam evaporation), 스퍼터링 공정 등을 예로 들 수 있다. 경사 증착시 기판 상에 증착 물질이 균일하게 증착되도록 기판은 소정의 속도로 회전시킬 수 있다. 도 1c는 경사 증착시 기판의 회전 상태를 개념적으로 나타낸 것으로서, 증착 물질이 트렌치 구조물(140)의 표면 및 내측면 상에 균일하게 증착되기 위해서는 경사 증착 과정 중에 기판의 회전이 필수적이다. 경사 증착이 가능한 증착 장치의 구성, 즉 기판이 증착 물질의 증착 방향에 대하여 90도 미만의 각도를 가진 상태에서 회전하는 구성 등은 공지 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0036] 전도층(150)의 재질, 두께 및 형성 방법은 반드시 상술한 바에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 적절히 변경될 수 있다.
- [0037] 다음으로, 도 1d를 참조하면, 전도층(150) 상에 촉매층(160)을 형성한다. 촉매층(160)은 후술할 산화아연 나노선 어레이(190)의 형성을 촉진시키는 역할을 수행한다. 촉매층(160)의 재질은 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 은(Ag), 철(Fe) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 촉매층(160)의 두께는 20Å 내지 50Å 범위 내에서 조절되는 것이 바람직하다. 촉매층(160)은 도 1c에서 도시한 바와 같은 경사 증착법을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다. 촉매층(160)의 재질, 두께 및 형성 방법은 반드시 상술한 바에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 적절히 변경될 수 있음을 밝혀 둔다.
- [0038] 상술한 바와 같이, 본 발명에서는 전도층(150)과 촉매층(160) 형성시 경사 증착법을 이용함으로써 별도의 포토 리소그래피 공정을 수행하지 않고도 트렌치 구조물(140)의 표면 및 내측면 상에만 전도층(150)과 촉매층(160)을 형성할 수 있어서 산화아연 나노선 센서의 제조 시간이 절약되고 제조 단가가 저렴해지는 이점이 있다.
- [0039] 다음으로, 도 1e를 참조하면, 전도층(150) 및 촉매층(160)의 소정 부분을 식각한다. 이는 향후 완성될 산화아연 나노선 센서를 전기적으로 격리시키기 위함이다. 상기 식각 과정은 통상적인 포토 리소그래피 공정 등을 이용하여 진행될 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0040] 다음으로, 도 1f를 참조하면, 도 1e의 상태에서 마스크층(170)을 전면적으로 형성한다. 마스크층(170)의 재질은 실리콘 산화물(SiO_2)인 것이 바람직하다. 마스크층(170)은 LPCVD나 PECVD 공정을 이용하여 형성할 수 있다. 마스크층(170)의 재질 및 형성 방법은 상술한 바에 반드시 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 얼마든지 변경될 수 있다.
- [0041] 다음으로, 도 1g 및 도 1h를 참조하면, 트렌치 구조물(140)의 내측면 상에 형성된 촉매층(160)이 노출되도록 마스크층(170)을 선택적으로 식각한다. 이를 위하여, 도 1g에 도시된 바와 같이, 마스크층(170) 상의 일부 영역에 포토레지스트층(Photo Resist; 180)을 형성한다. 이 과정은 통상적인 포토 리소그래피 공정을 이용하여 진행하며, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이어서, 도 1h에 도시한 바와 같이, 도 1g의 상태에서 마스크층(170)을 식각하면 트렌치 구조물(140)의 내측면 상에 형성된 촉매층(160)이 노출된다. 상기 마스크층(170)의 식각은 습식 식각법 또는 건식 식각법을 이용하여 수행될 수 있다.

- [0042] 이로써, 도 1h에 도시된 바와 같은 센서 플랫폼(100)이 완성된다. 센서 플랫폼(100)이란 산화아연 나노선을 성장시켜서 산화아연 나노선 센서를 제조할 때 기반이 되는 구성을 말한다. 즉, 센서 플랫폼(100)을 이용하면 트렌치 구조물(140)의 내측면 상에 노출되어 있는 촉매층(160) 상에서만 산화아연 나노선이 성장하게 되어서 간편하게 산화아연 나노선 센서를 제조할 수 있다.
- [0043] 도 1i를 참조하면, 센서 플랫폼(100)의 트렌치 구조물(140)의 내측면 상에 형성된 촉매층(160) 상에 산화아연 나노선 어레이(190)를 형성한다. 이때, 도시한 바와 같이, 산화아연 나노선 어레이(190)는 트렌치 구조물(140)의 일 내측면 상에서 성장되는 제1 산화아연 나노선 어레이(190A)와, 상기 트렌치 구조물(140)의 일 내측면과 대향하는 내측면 상에서 형성되는 제2 산화아연 나노선 어레이(190B)를 포함할 수 있다. 그 결과, 본 발명에서는 산화아연 나노선의 성장 과정에서 성장 방향이 실질적으로 반대인 제1 및 제2 산화아연 나노선 어레이간에 복수개의 산화아연 나노선 접합(junction), 즉 제1 산화아연 나노선 어레이(190A)를 이루는 산화아연 나노선과 제2 산화아연 나노선 어레이(190B)를 이루는 산화아연 나노선이 만나서 접촉하는 부위가 형성될 수 있다.
- [0044] 산화아연 나노선 어레이(190)는 VLS(Vapor-Liquid-Solid) 성장법을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다. VLS 성장법으로 산화아연 나노선 어레이(190)를 형성하는 경우, 소스 물질은 아연(Zn) 분말과 산소 가스를 사용하고, 아연 증기(기상 상태의 아연)를 운반하는 캐리어 가스는 아르곤(Ar)을 사용할 수 있다. 또한, 증착 온도는 700℃ 내지 1,400℃, 증착 압력은 100 mTorr 내지 500 mTorr, 증착 시간은 30 분 내지 2 시간의 범위에서 산화아연 나노선 어레이(190)를 형성하는 것이 바람직하다. 상술한 바와 같은 성장 조건의 범위 내에서 산화아연 나노선 어레이(190)를 이루는 산화아연 나노선의 평균 길이와 평균 직경은 적절하게 조절될 수 있다. 산화아연 나노선 어레이(190)의 사양 및 형성 방법은 상술한 바에 반드시 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 범위 내에서 적절히 변경될 수 있다.
- [0045] 한편, 본 발명에서는 금속 산화물로서 산화아연을 채용한 나노선 센서에 대하여 설명하고 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 VLS 성장법에 의해 성장되는 나노선의 물질을 변경하여 얼마든지 다른 금속 산화물 나노선 센서를 제조할 수 있음을 밝혀 둔다. 예를 들어, 소스 물질로 아연 분말 대신에 주석(Sn) 분말을 사용하는 경우 산화주석(SnO_x) 나노선 어레이를 성장시켜서 산화주석 나노선 센서를 제조할 수 있다. 아울러, 산화 주석 이외의 금속 산화물을 채용하는 나노선 센서도 제조가 가능하다.
- [0046] 다음으로, 도 1j를 참조하면, 도 1i의 상태에서, 마스크층(170)의 일정 부분을 식각하여 트렌치 구조물(140)의 표면 상에 형성된 촉매층(160)이 노출된다. 이는 외부 전원 소스 및 센서 제어부(미도시)를 촉매층(160)과 연결하여 센서 동작에 필요한 전기 신호가 촉매층(160)과 도전층(150)을 통하여 산화아연 나노선 어레이(190)에 전달될 수 있도록 하기 위함이다. 상기 식각 과정은 통상적인 포토 리소그래피 공정 등을 이용하여 진행될 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0047] 이로써, 도 1j에 도시된 바와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노선 센서(10)가 완성된다.
- [0048] 산화아연 나노선 센서(10)는 산화아연 나노선 흡착되는 가스의 양에 따라 산화아연 나노선의 저항값이 변동되는 특성을 이용하여 특정 가스의 농도를 측정할 수 있는 센서로 사용할 수 있다. 이때, 산화아연 나노선 센서(10)는 산화아연 나노선 어레이(190A, 190B)간에 형성되는 복수개의 산화아연 나노선 접합으로 인하여 가스 흡착 양에 따라 변하는 산화아연 나노선 어레이(190)의 저항 값의 변화를 효과적으로 정확하게 측정할 수 있다. 또한, 산화아연 나노선 센서(10)는 복수개의 산화아연 나노선 접합으로 인하여 산화아연 나노선의 모양 및 크기의 차이에 따른 저항값의 측정 오차를 최소화 할 수 있어서 있다. 따라서, 산화아연 나노선 센서(10)는 센서의 제 현성, 감도, 신뢰성 등의 제반 특성이 향상되는 이점이 있다.
- [0049] 또한, 산화아연 나노선 센서(10)는 반도체 공정을 이용하여 센서 플랫폼(100)을 기반으로 구현될 수 있기 때문에 산화아연 나노선 센서(10)의 대량 생산이 용이하고 생산 단가가 저렴해지는 이점이 있다.
- [0050] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1a 내지 도 1j는 본 발명의 일 실시예에 따른 산화아연 나노선 센서(10)의 제조방법을 나타내는 도면이다.

[0052] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 히터(120)의 구조를 예시적으로 나타내는 도면이다.

[0053] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0054] 10: 센서

[0055] 100: 센서 플랫폼

[0056] 110: 기판

[0057] 120: 히터

[0058] 130: 절연층

[0059] 140: 트렌치 구조물

[0060] 150: 전도층

[0061] 160: 촉매층

[0062] 170: 마스크층

[0063] 180: 포토레지스트층

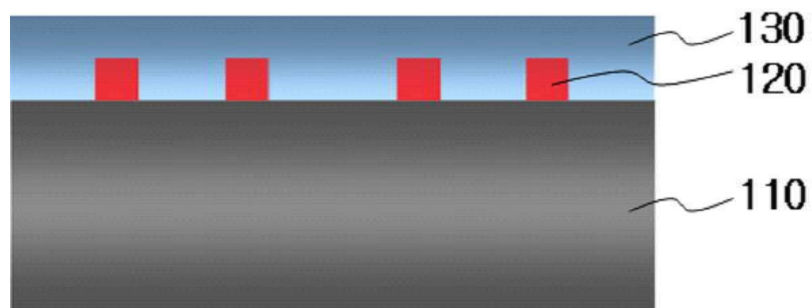
[0064] 190: 산화아연 나노선 어레이

[0065] 190A: 제1 산화아연 나노선 어레이

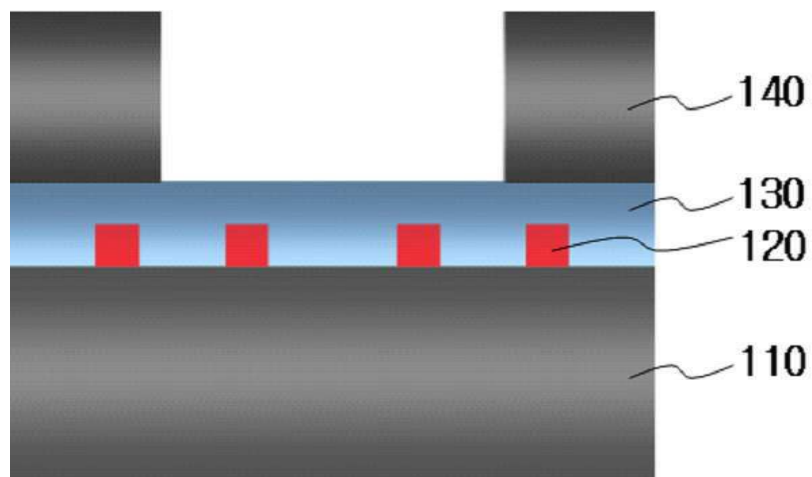
[0066] 190B: 제2 산화아연 나노선 어레이

도면

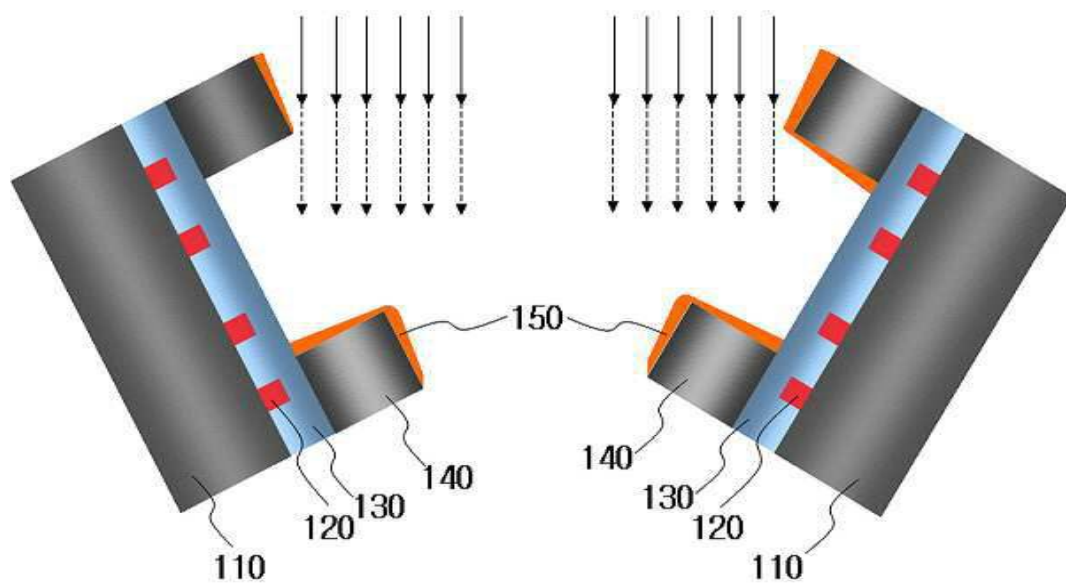
도면1a



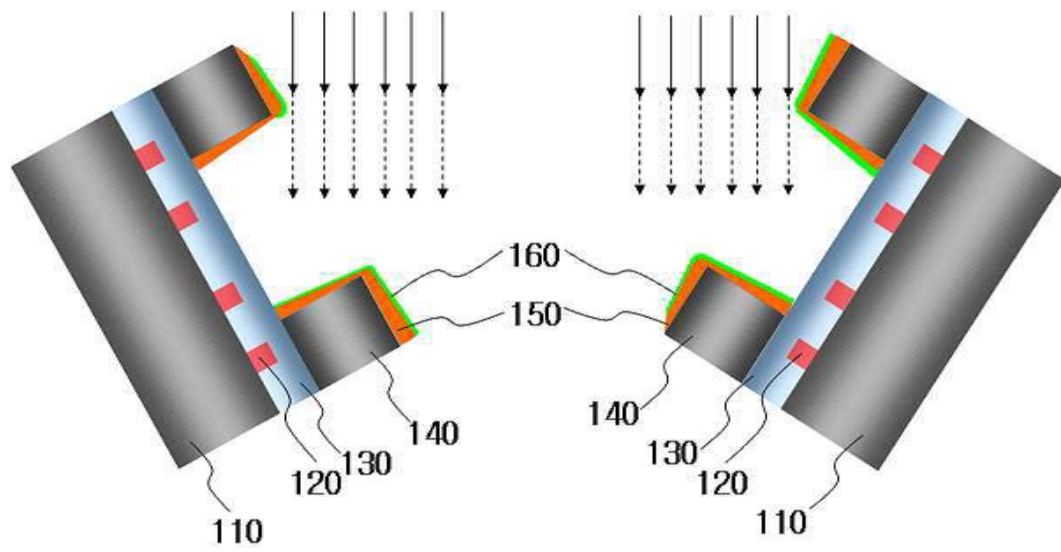
도면1b



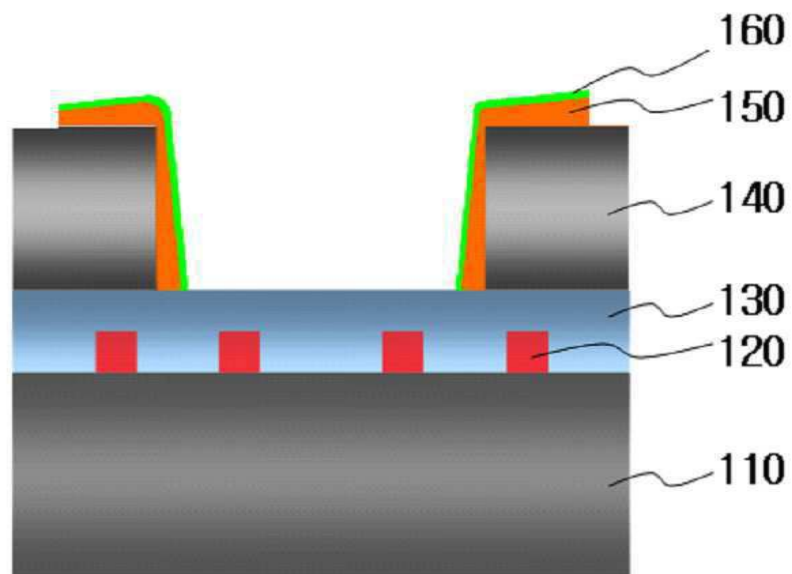
도면1c



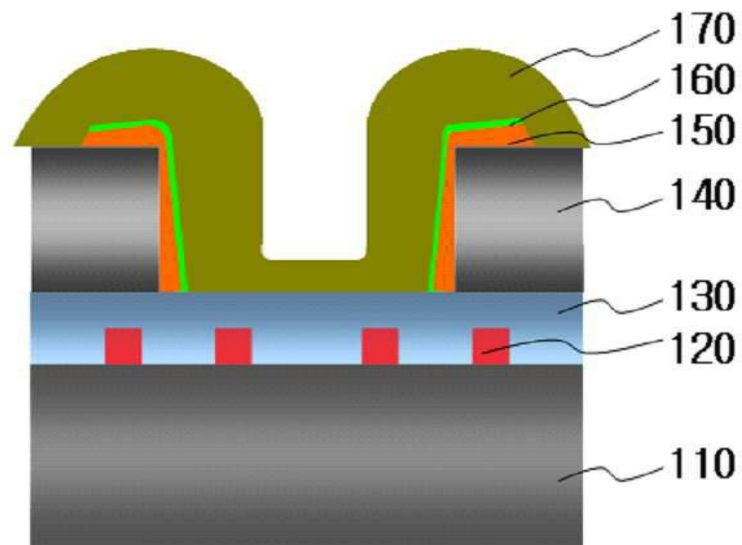
도면1d



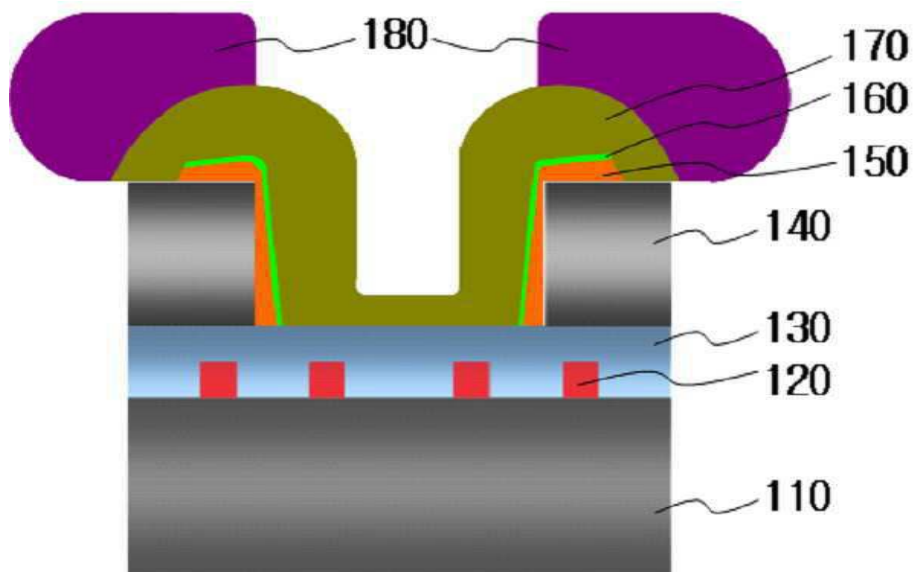
도면1e



도면1f

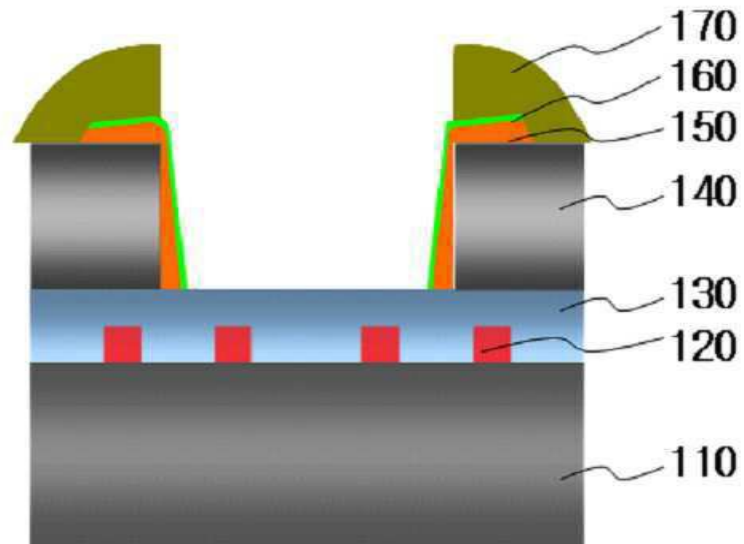


도면1g

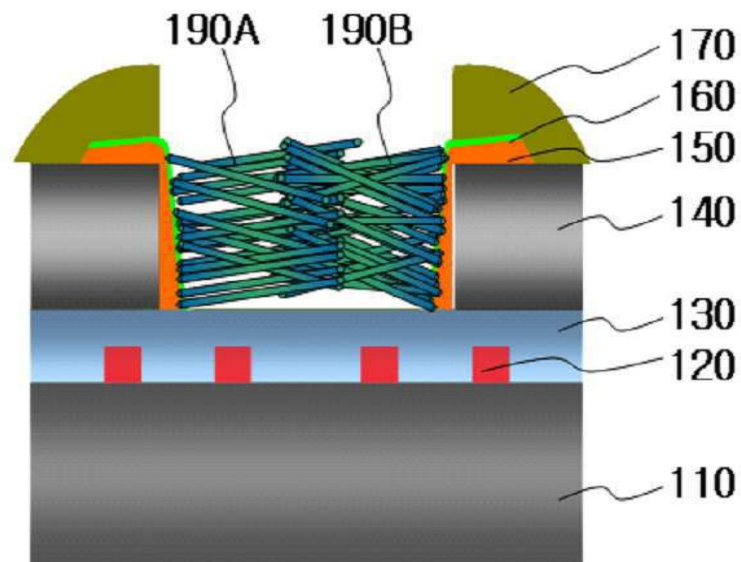


도면1h

100

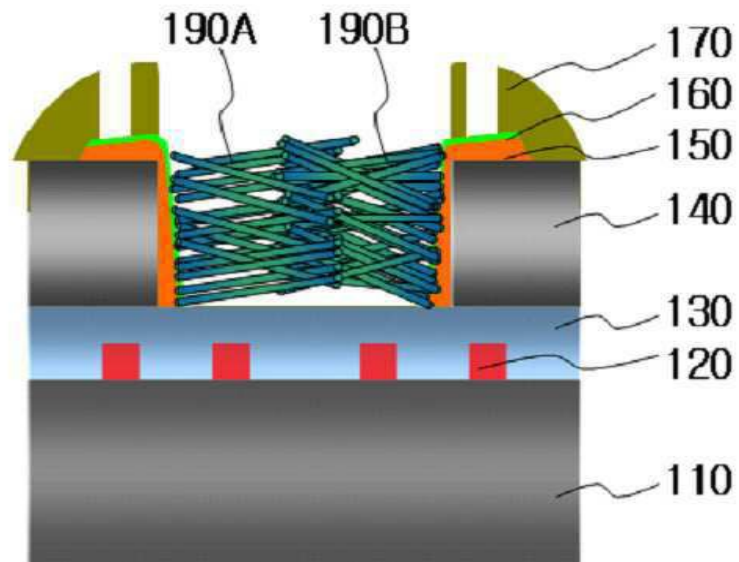


도면1i



도면1j

10



도면2

