

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0099681

(43) 공개일자 2024년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 27/12 (2006.01) B82Y 15/00 (2017.01)

B82Y 40/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G01N 27/125 (2013.01)

B82Y 15/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0181428

(22) 출원일자 2022년12월22일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

한양대학교 산학협력단

서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

한국해양과학기술원

부산광역시 영도구 해양로 385(동삼동)

(72) 발명자

김현우

서울특별시 성동구 왕십리로 222 신소재공학관 402호

김상섭

인천광역시 연수구 송도문화로28번길 28, 107동 3402호(송도동, 송도글로벌캠퍼스푸르지오)

박상중

인천광역시 연수구 송도미래로 26(극지연구소) 제2연구동 605호

(74) 대리인

박상열

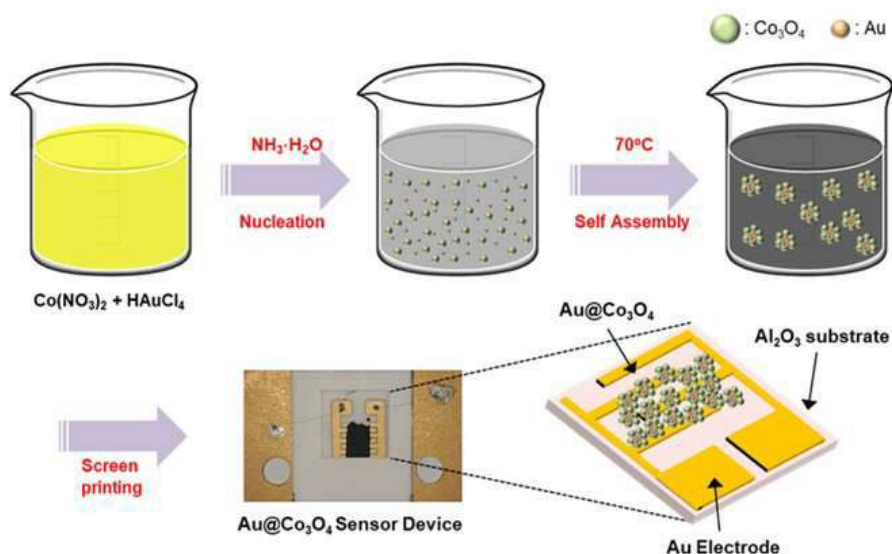
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 코어-셸 구조의 합성을 통한 아세톤 가스 감응 특성 향상

(57) 요약

본 발명은 간단한 코어-셸 구조의 합성을 통해 향상된 가스 감응 특성에 대한 효과를 나타낸다. 수열합성을 통해 합성된 코어-셸 구조는 기존의 산화물 반도체보다 높은 표면적을 가지고 있어, 기존 산화물에 비해 가스가 흡착할 수 있는 사이트를 더 많이 제공한다. 코어에 있는 금속 물질은 촉매 역할을 하여 가스 감도 향상에 기여하며, 물질이 조대화 되거나 소결되는 것을 막는다. 또한 본 발명에서 합성한 물질은 특히 아세톤 가스에 높은 선택성을 보이며, 수열합성은 공정 과정이 단순하고 저렴하다는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1525013570

과제번호 PE22900

부처명 해양수산부

과제관리(전문)기관명 한국해양과학기술원부설극지연구소

연구사업명 극지 동토층에서 배출되는 온실가스 모니터링을 위한 맞춤형 가스센서 개발

연구과제명 극지 동토층에서 배출되는 온실가스 모니터링을 위한 맞춤형 가스센서 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 인하대학교 산학협력단

연구기간 2021.05.01 ~ 2023.12.31

청구범위유예 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

Au 코어, 및 코발트 옥사이드 셸이 둘러싸고 있는 코어-셸 구조를 포함하는 가스 센서.

청구항 2

제1 항에 있어서,

아세톤 가스를 센싱하는 가스 센서.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 아세톤 가스 센싱 기술에 관련된 것이다.
- [0002] 또한, 본 발명은 아래의 연구과제를 통해 도출된 것이다.
- [0003] [관련연구과제] 극지 동토층에서 배출되는 온실가스 모니터링을 위한 맞춤형 가스센서 개발
- [0004] [과제고유번호] PE22900
- [0005] [연구사업명] 극지 동토층에서 배출되는 온실가스 모니터링을 위한 맞춤형 가스센서 개발
- [0006] [주관기관] 인하대학교 산학협력단
- [0007] [연구관리전문기관] 한국해양과학기술원부설극지연구소
- [0008] [연구기간] 2021.05.01~2023.12.31
- [0009] [기여율] 100

배경 기술

- [0011] 최근 금속 산화물 반도체(MOS) 유형의 화학저항식 센싱 물질은 다양한 독성 및 VOC 가스 검출을 위한 재료로 연구되고 있다. 특히, 코발트 옥사이드(Co_3O_4)는 2.07eV의 밴드갭을 가지는 P-type 물질이며, 뛰어난 촉매 활동으로 인해 가스센서를 포함한 많은 응용 분야에서 상당한 관심을 받고 있는 물질이다. 반도체식 가스 센서에서 Pd, Ag 등과 같은 촉매를 사용하는 것은 가스 감지를 향상시키는 전략 중 하나이다. 감도의 향상, 짧은 응답시간, 낮은 작동 온도 등을 향상시키기 위해, 새로운 나노 구조인 코어-셸 형태가 많은 관심을 받고 있다. 코어-셸 구조는 코어와 셸이 결합된 시너지 효과로 인해 개별 물질보다 향상된 물리화학적 특성을 나타내는 경우가 많다. 대표적 예로, Au@TiO_2 , Au@ZnO , Ag@SnO_2 등의 코어-셸 물질이 합성되었으며, 이들은 특정 가스에 대한 높은 선택성, 빠른 응답시간 등의 특징을 가지고 있는 것이 발견되었다. 또한, 코어-셸 구조는 현재 리튬이온 배터리에서도 성능 개선을 위해 적용되고 있는 구조이다.
- [0012] 일반적으로 N-type 가스센서는 높은 전자 이동도로 인해 P-type 가스센서에 비해 더 높은 감지 성능을 보인다. 때문에 P-type 가스센서에 대한 가스 감도 향상 문제가 대두되고 있다. 또한 코발트 옥사이드 물질 자체로는 낮은 감응 특성 때문에 가스센서 물질로 사용되기 힘들며, P-type 물질인 코발트 옥사이드를 사용한 코어-셸 구조의 가스 센싱 연구는 거의 진행되지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 아세톤 가스에 대한 반응성이 큰 구조체를 제공하는 데 있다.
- [0014] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상술된 기술적 과제들을 해결하기 위해 본 발명은 가스 센싱 구조체를 제공한다.
- [0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 가스 센싱 구조체는 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 구조를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 실시 예에 따른 가스 센싱 구조체는 아세톤 가스에 대해 높은 반응성을 가질 수 있고, 간단한 공정(수열합성)을 통해 제조할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸의 합성 과정을 나타내는 개략도이다.
- 도 2는 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸의 아세톤 가스에 대한 반응성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸의 SEM 및 TEM 분석 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0020] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0021] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0022] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성요소를 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [0023] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0025] 저항 기반 가스센서의 감응 특성을 향상시키기 위해서는 많은 가스가 센싱 물질에 흡착되어야 하므로, 높은 표면적이 필수적이다. 이를 위해 nanowires, nanosheets, nanorods, hollow, core-shell 등의 2차원, 3차원 구조들의 합성 방법이 많이 연구되었다.
- [0026] 본 발명에서는 P-type 물질인 코발트 옥사이드의 감응 특성을 향상시키기 위해 Au 코어에 코발트 옥사이드 셸이

둘러싸고 있는 코어-셸 구조를 합성하였다. 합성은 70℃의 수열합성 용기에서 1시간 동안 교반하여 진행하였다. 그 후, 원심분리기를 통해 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 물질을 분리하였다.

[0027] 도 1을 참조하면, 수열합성을 통해 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 구조를 합성하였고, 원심분리기로 코어-셸 물질을 분리한 뒤, 센싱 디바이스 위에 a-테피놀을 사용하여 스크린 프린팅하였다. SEM, TEM 이미지를 통해 코어-셸이 성공적으로 합성된 것을 확인하였다.

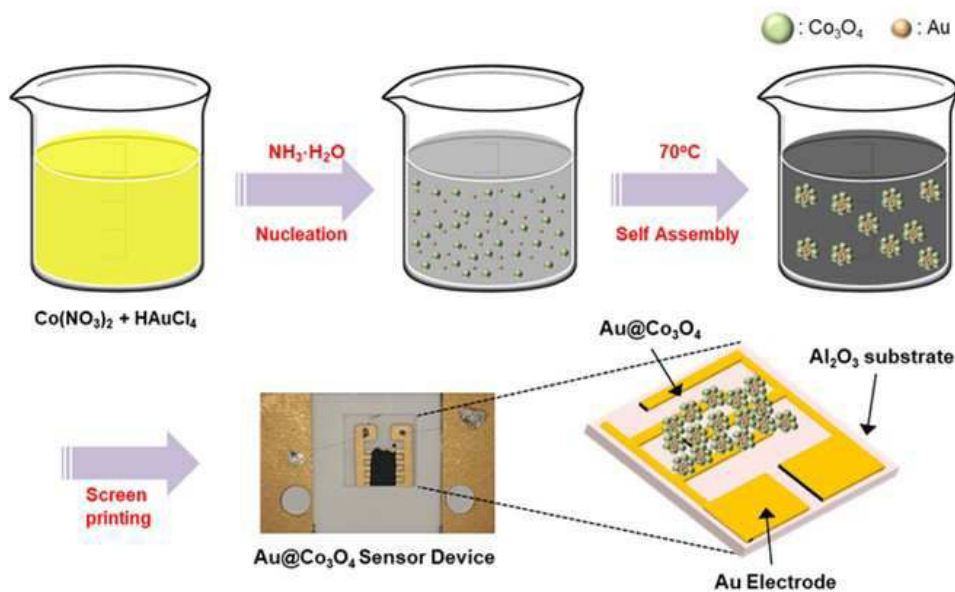
[0028] 도 2를 참조하면, (a) $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸에 2, 6, 10 ppm의 아세톤 가스에 대한 반응성 비교 그래프이다. 2, 6, 10 ppm의 아세톤에 대한 감도는 각각 12.56, 27.19, 31.57 이다. (b)는 다양한 가스에 대한 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸의 감도 비교이다. 250℃ 2 ppm의 아세톤 가스에 대해 12.56으로 가장 큰 반응성을 나타냈다.

[0029] 도 3을 참조하면, (a)는 Co_3O_4 나노입자의 SEM 사진, (b)는 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 나노입자의 SEM 사진, (c), (d)는 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 나노입자의 TEM 사진이다. SEM 사진을 통해 Co_3O_4 나노입자 보다 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 나노입자가 훨씬 작은 것을 확인할 수 있으며, (c), (d)를 통해 $\text{Au@Co}_3\text{O}_4$ 코어-셸 나노입자가 성공적으로 합성되었음을 확인할 수 있다.

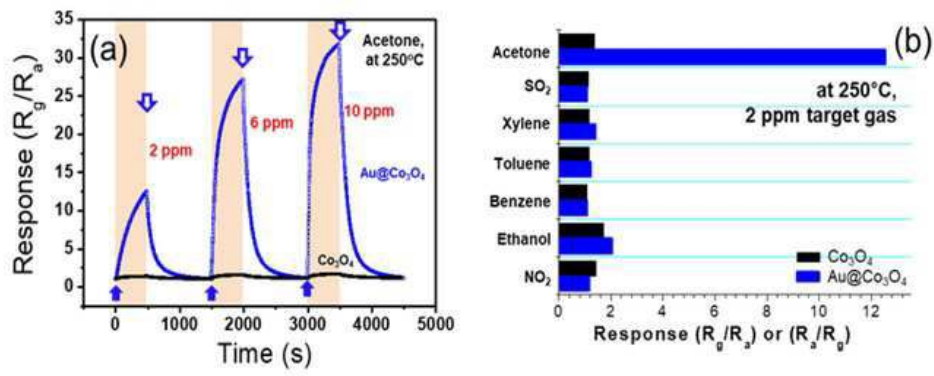
[0031] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

