



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0019491
(43) 공개일자 2025년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 19/00 (2006.01) G01N 21/3504 (2014.01)
(52) CPC특허분류
G02B 19/0085 (2013.01)
G01N 21/3504 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0100667
(22) 출원일자 2023년08월01일
심사청구일자 2023년08월01일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
함명관
인천광역시 연수구 송도과학로27번길 55 롯데캐슬
캠퍼스타운103동 4503호
이문상
서울특별시 서초구 사임당로 130 신동아아파트 7
동 1112호
(74) 대리인
김수호

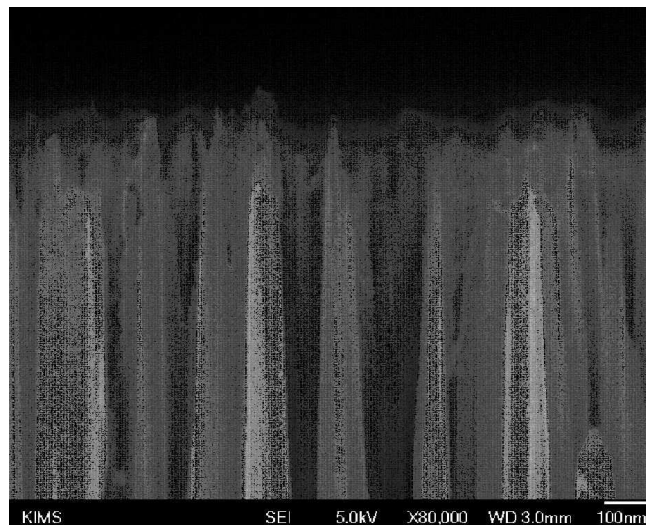
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 3차원 나노구조 기반 수광층

(57) 요약

본 명세서는 3차원 수광층, 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 측면에 따른 3차원 수광층은 복수의 실리콘 나노와이어의 표면에 형성된 ReS_2 및 ReSe_2 를 포함하는 나노시트를 포함함으로써 입사광 및 레이저의 포컬 볼륨을 모두 이용하여 초고감도로 수광이 가능한 우수한 효과가 있으며, 상기 3차원 수광층을 이용하여 광센서, 이미지센서를 비롯한 비분산 적외선 가스센서 등 다양한 센서에 활용 가능하다.

대표도 - 도3b



(52) CPC특허분류

G02B 19/0004 (2013.01)

G02B 19/0038 (2013.01)

G02B 2207/101 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 실리콘 나노와이어를 포함하는 기판; 및
상기 적어도 하나의 실리콘 나노와이어 각각의 표면에 형성되고, ReS_2 및 ReSe_2 를 포함하는 나노시트;를 포함하는, 3차원 수광층.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 적어도 하나의 실리콘 나노와이어는 상기 기판에 수직으로 배열되는, 3차원 수광층.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 나노시트는 상기 실리콘 나노와이어 표면에서 ReS_2 및 ReSe_2 순으로 형성된, 3차원 수광층.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 나노시트는 0.5 내지 20 nm 두께인, 3차원 수광층.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 나노시트는 화학기상운반(chemical vapor transport, CVT)에 의해 제조된, 3차원 수광층.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 3차원 수광층 제조방법으로서,
공기 중에서 산화막을 형성하는 단계; 및
상기 형성된 산화막에 ReS_2 및 ReSe_2 을 형성하는 단계;를 포함하는, 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 산화막 형성단계는 12 내지 48시간 동안 수행되는, 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,
상기 형성된 산화막은 0.5 내지 20 nm 두께인, 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,
상기 ReS_2 및 ReSe_2 형성단계는 화학기상운반(chemical vapor transport, CVT)에 의해 수행되는 것인, 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 3차원 수광층, 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 기존 수광층은 2차원 평면구조를 가지고 있으나, 입사광 및 입사 레이저의 포컬 영역(focal area)은 2차원적인 평면 포컬영역이 아닌 3차원의 포컬 볼륨(focal volume)을 가진다. 이에, 기존 수광층은 특허출원 10-2010-0084865호와 같이 입사광 및 레이저의 포컬 볼륨 중 2차원 단일면(face)만 수광하는 단점이 있어 수광률이 떨어지고 센서의 특성이 저하되는 어려움이 있었다.

[0004] 이에, 본 발명자들은 3차원의 입사광 및 레이저의 포컬 볼륨을 모두 이용하여 높은 감도로 수광이 가능한 수광층을 개발하기 위한 연구를 수행한 결과, 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 측면에서, 본 발명의 목적은 3차원 구조를 가진 수광층을 제공하는 것이다.

[0007] 다른 측면에서, 본 발명의 목적은 상기 3차원 구조를 가진 수광층의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면은, 적어도 하나의 실리콘 나노와이어를 포함하는 기판; 및 상기 적어도 하나의 실리콘 나노와이어 각각의 표면에 형성되고, ReS_2 및 ReSe_2 를 포함하는 나노시트;를 포함하는, 3차원 수광층을 제공한다.

[0010] 본 발명의 다른 측면은, 상기 3차원 수광층의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 일 측면에 따른 3차원 수광층은 복수의 실리콘 나노와이어의 표면에 형성된 ReS_2 및 ReSe_2 를 포함하는 나노시트를 포함함으로써 입사광 및 레이저의 포컬 볼륨을 모두 이용하여 초고감도로 수광이 가능한 우수한 효과가 있으며, 상기 3차원 수광층을 이용하여 광센서, 이미지센서를 비롯한 비분산 적외선 가스센서 등 다양한

센서에 활용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 수광층의 구조를 도식화하여 나타낸 도이다.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 1차원 수직 배향 실리콘 나노와이어를 촬영한 사진이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 수광층을 촬영한 사진이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 수광층의 실리콘 나노와이어/ReS₂- ReSe₂ 나노시트를 촬영한 사진이다.
- 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 수광층에서 수광율을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 수광층(도 5a의 3D active-volume)의 수광율을 기존의 1차원 기반 수광기관 (2D 30nm surface 및 2D 60nm surface)와 비교한 결과를 나타낸 도이다.
- 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 수광층(도 5a의 3D active-volume 및 도 5b)의 수광율을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0017] 일 측면에서, 본 발명은 적어도 하나의 실리콘 나노와이어를 포함하는 기관; 및 상기 적어도 하나의 실리콘 나노와이어 각각의 표면에 형성되고, ReS₂ 및 ReSe₂를 포함하는 나노시트;를 포함하는, 3차원 수광층을 제공한다.
- [0018] 본 발명의 일 측면에 따른 상기 적어도 하나의 실리콘 나노와이어는 상기 기관에 수직으로 배열되는 것일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 측면에 따른 나노시트는 상기 실리콘 나노와이어 표면에서 ReS₂ 및 ReSe₂ 순으로 형성되는 것일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 측면에 따른 나노시트는 0.5 내지 20 nm 두께일 수 있다. 구체적으로, 상기 나노시트의 두께는 0.5 nm 이상, 1 nm 이상, 2 nm 이상, 3 nm 이상, 4 nm 이상, 5 nm 이상, 6 nm 이상, 7 nm 이상, 8 nm 이상, 9 nm 이상, 10 nm 이상, 12 nm 이상, 14 nm 이상, 16 nm 이상 또는 18 nm 이상일 수 있고, 20 nm 이하, 18 nm 이하, 16 nm 이하, 14 nm 이하, 12 nm 이하, 10 nm 이하, 9 nm 이하, 8 nm 이하, 7 nm 이하, 6 nm 이하, 5 nm 이하, 4 nm 이하, 3 nm 이하, 2 nm 이하 또는 1 nm 이하일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 측면에 따른 나노시트는 화학기상운반(chemical vapor transport, CVT)에 의해 제조된 것일 수 있으며, 구체적으로 상기 화학기상운반을 1 회 이상, 2 회 이상, 3 회 이상, 4 회 이상 또는 5 회 이상 수행하여 제조된 것일 수 있다.
- [0023] 다른 측면에서, 본 발명은 공기 중에서 산화막을 형성하는 단계; 및 상기 형성된 산화막에 ReS₂ 및 ReSe₂을 형성하는 단계;를 포함하는 3차원 수광층 제조방법을 제공한다. 상기 3차원 수광층에 대한 설명은 3차원 수광층 제조방법에도 적용될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 측면에 따른 3차원 수광층 제조방법은 공기 중에서 산화막을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 산화막은 실리카(SiO₂)막일 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 측면에 따른 상기 산화막 형성단계는 12 내지 48시간 동안 수행될 수 있으며, 보다 구체적으로 상기 산화막 형성단계는 12 시간 이상, 14 시간 이상, 16 시간 이상, 18 시간 이상, 20 시간 이상, 22 시간 이상, 24 시간 이상, 26 시간 이상, 28 시간 이상, 30 시간 이상, 32 시간 이상, 34 시간 이상, 36 시간 이상, 38 시간 이상, 40 시간 이상, 42 시간 이상, 44 시간 이상 또는 46 시간 이상 수행될 수 있고, 48 시간 이

하, 46 시간 이하, 44 시간 이하, 42 시간 이하, 40 시간 이하, 38 시간 이하, 36 시간 이하, 34 시간 이하, 32 시간 이하, 30 시간 이하, 28 시간 이하, 26 시간 이하, 24 시간 이하, 22 시간 이하, 20 시간 이하, 18 시간 이하, 16 시간 이하 또는 14 시간 이하 수행될 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 측면에 따라 형성된 산화막은 0.5 내지 20 nm 두께일 수 있다. 구체적으로, 상기 산화막의 두께는 0.5 nm 이상, 1 nm 이상, 2 nm 이상, 3 nm 이상, 4 nm 이상, 5 nm 이상, 6 nm 이상, 7 nm 이상, 8 nm 이상, 9 nm 이상, 10 nm 이상, 12 nm 이상, 14 nm 이상, 16 nm 이상 또는 18 nm 이상일 수 있고, 20 nm 이하, 18 nm 이하, 16 nm 이하, 14 nm 이하, 12 nm 이하, 10 nm 이하, 9 nm 이하, 8 nm 이하, 7 nm 이하, 6 nm 이하, 5 nm 이하, 4 nm 이하, 3 nm 이하, 2 nm 이하 또는 1 nm 이하일 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 측면에 따른 ReS_2 및 ReSe_2 형성단계는 화학기상운반(chemical vapor transport, CVT)에 의해 수행되는 것일 수 있고, 구체적으로 상기 화학기상운반은 1 회 이상, 2 회 이상, 3 회 이상, 4 회 이상 또는 5 회 이상 수행되는 것일 수 있다.

[0029] 이하, 실시예 및 실험예를 들어 본 발명의 구성 및 효과를 보다 구체적으로 설명한다. 그러나 아래 실시예 및 실험예는 본 발명에 대한 이해를 돕기 위해 예시의 목적으로만 제공된 것일 뿐 본 발명의 범주 및 범위가 그에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0031] [실시예] 3차원 수광층 제조

[0033] 1차원의 실리콘 수직 배향 나노와이어를 기관으로 하는 3차원 구조를 제작하고, 공기 중에서 24 시간동안 2 내지 5 nm 두께의 천연 산화물(native oxide)인 SiO_2 를 성하였다. 그런 다음 2회의 화학기상운반(chemical vapor transport, CVT)을 수행하여 ReS_2 및 ReSe_2 를 차례로 형성하여, 3차원 수광층을 제조하였다(도 1 내지 4).

[0035] [실험예] 수광율 측정

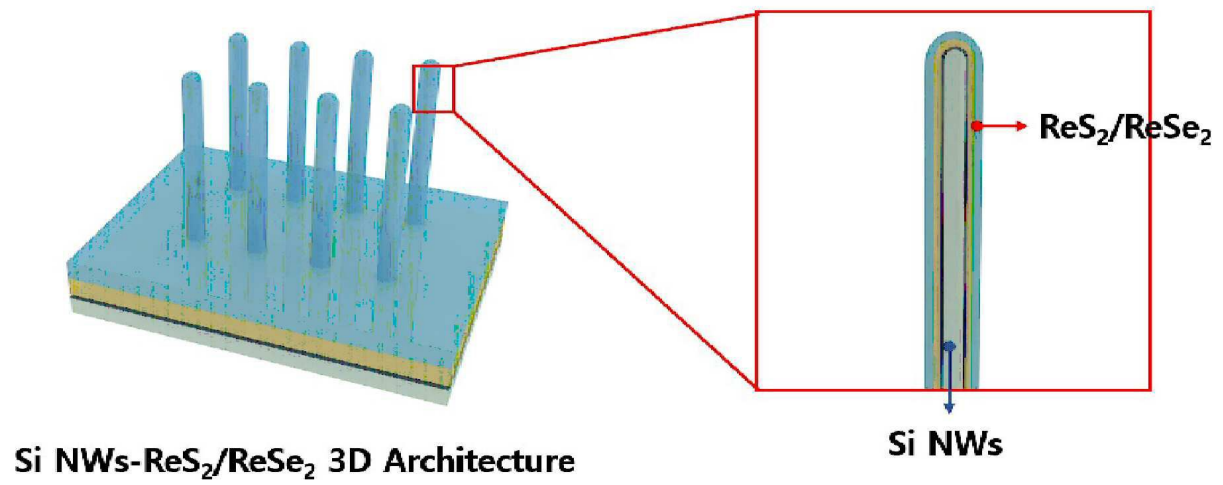
[0037] 상기 실시예에서 제조된 3차원 수광층의 수광율을 측정한 결과, 도 5a 및 5b에 나타난 바와 같이, 기존 1차원 기반 수광기관(2D 30nm surface 및 2D 60nm surface)에 비하여 약 10,000,000배 이상 수광율이 향상됨을 확인하였다.

[0039] 이를 통해 본 발명의 일 측면에 따른 3차원 수광층은 복수의 실리콘 나노와이어의 표면에 형성된 ReS_2 및 ReSe_2 를 포함하는 나노시트를 포함함으로써 입사광 및 레이저의 포컬 볼륨을 모두 이용하여 초고감도로 수광이 가능한 우수한 효과가 있음을 알 수 있었다.

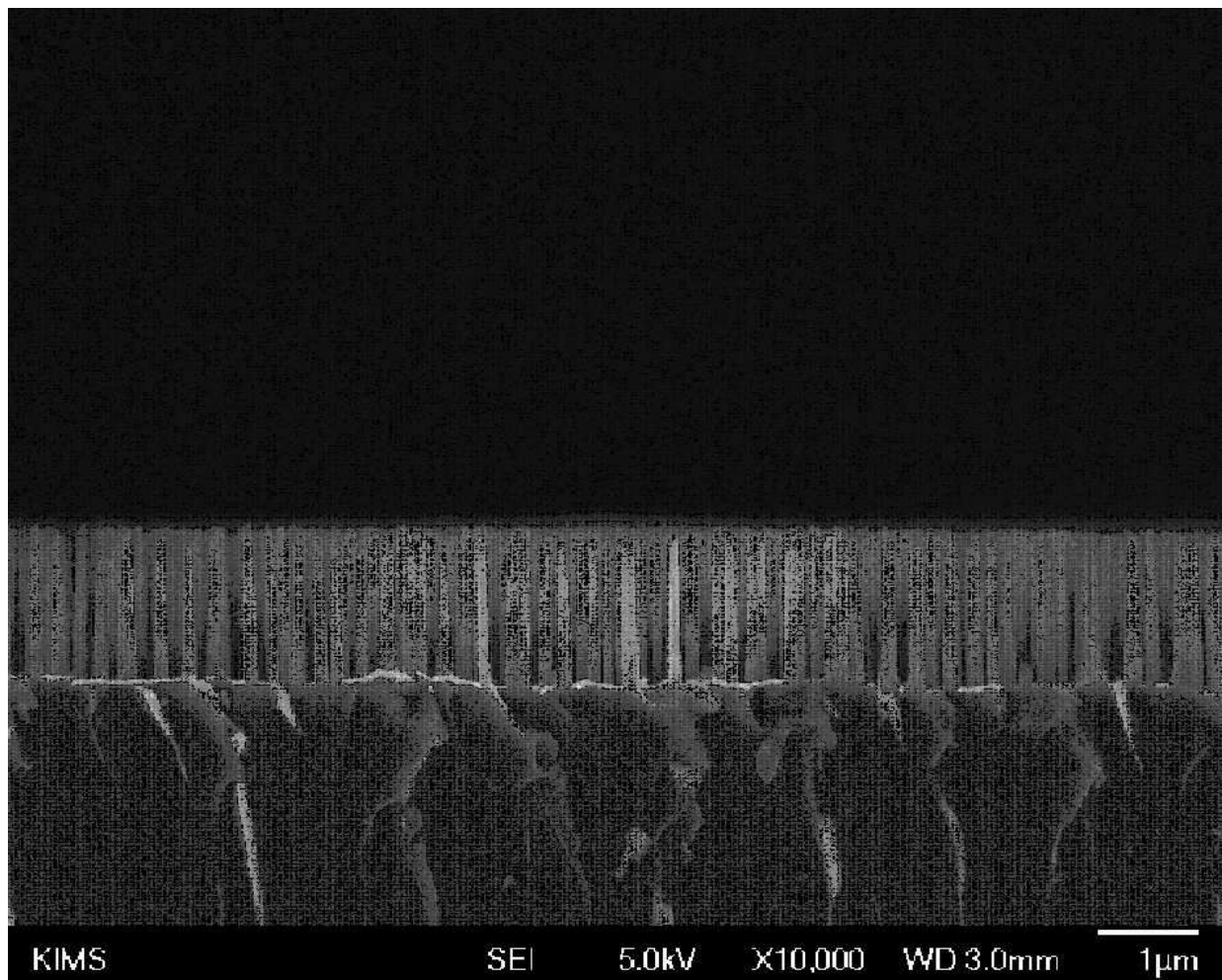
부호의 설명

도면

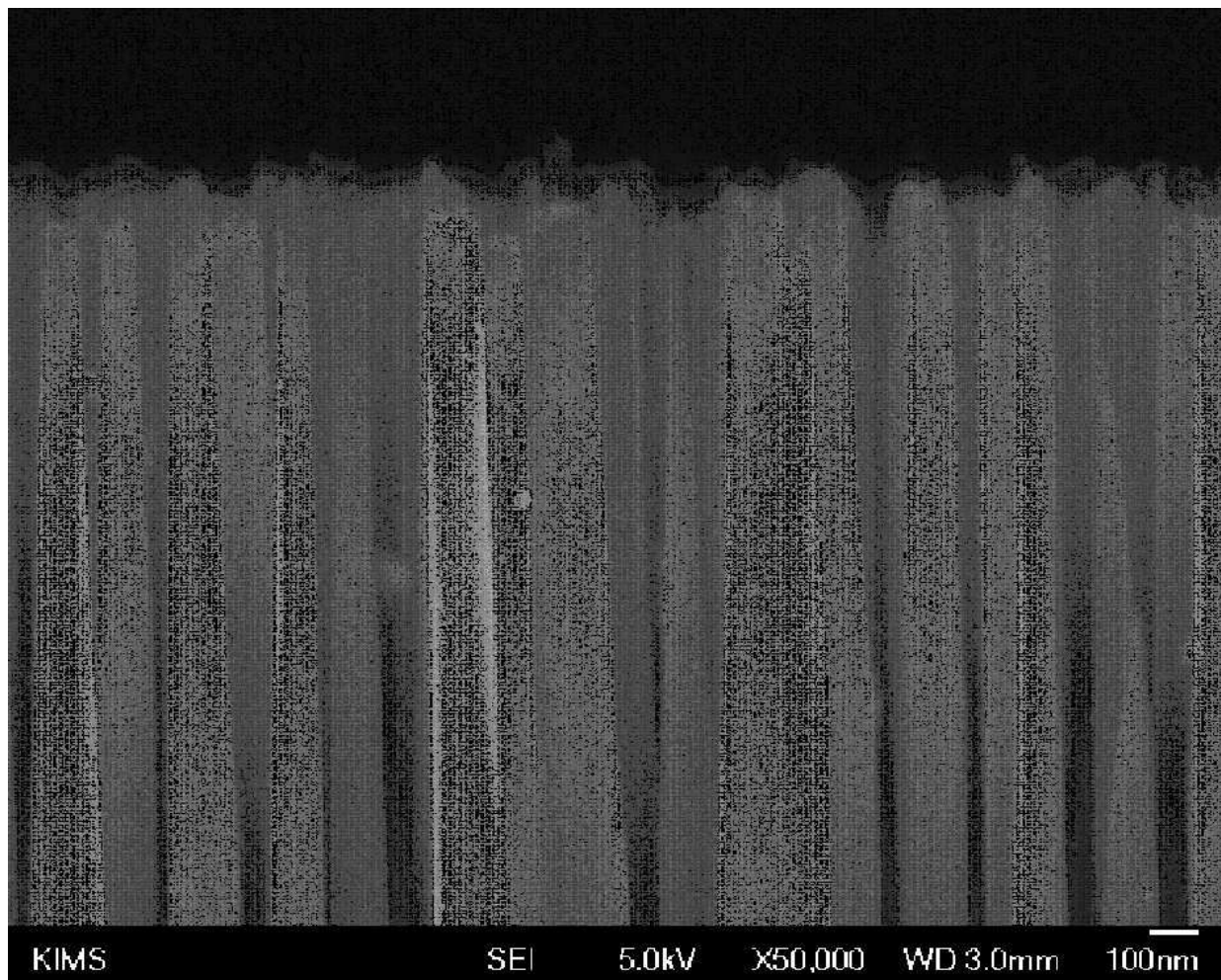
도면1



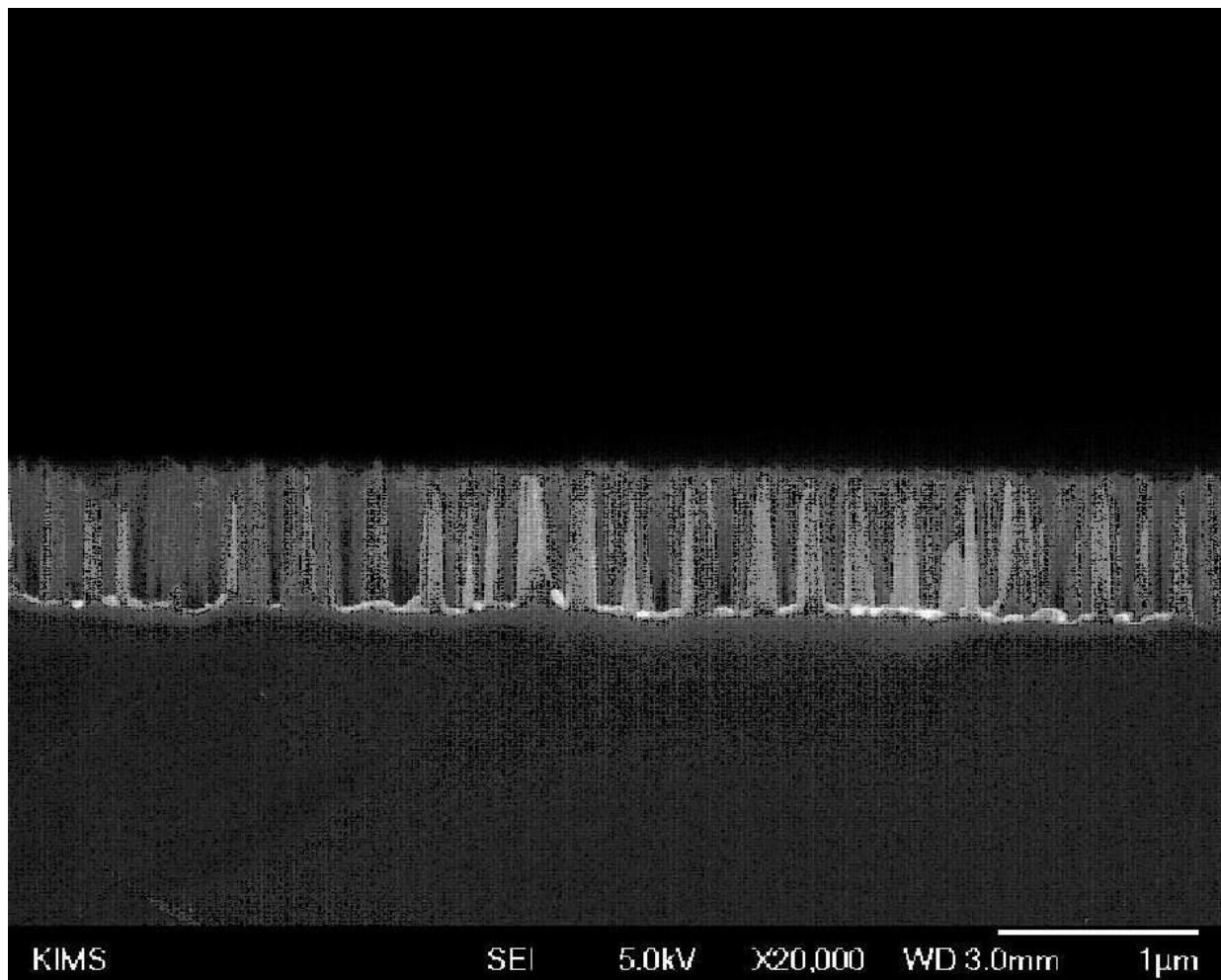
도면2a



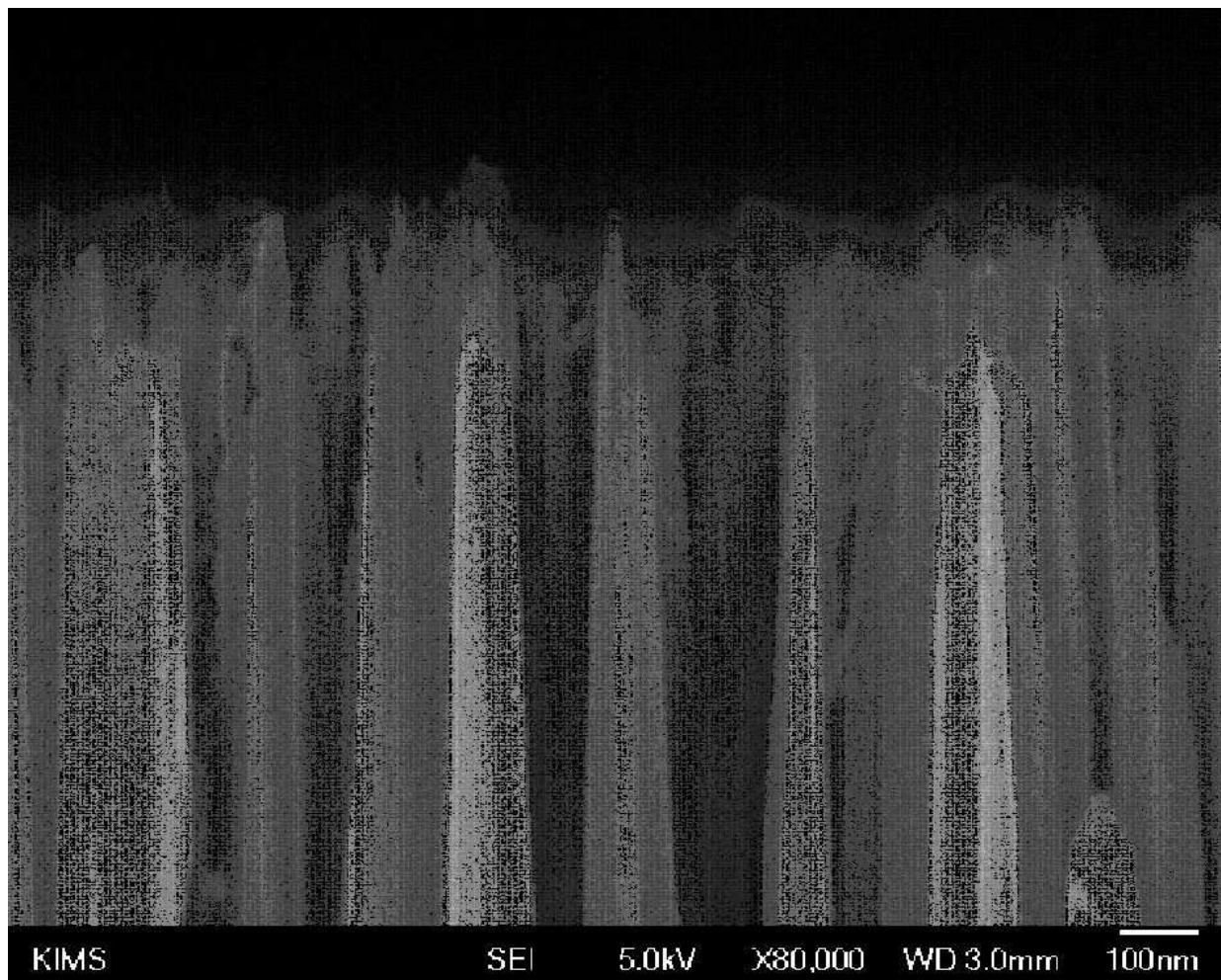
도면2b



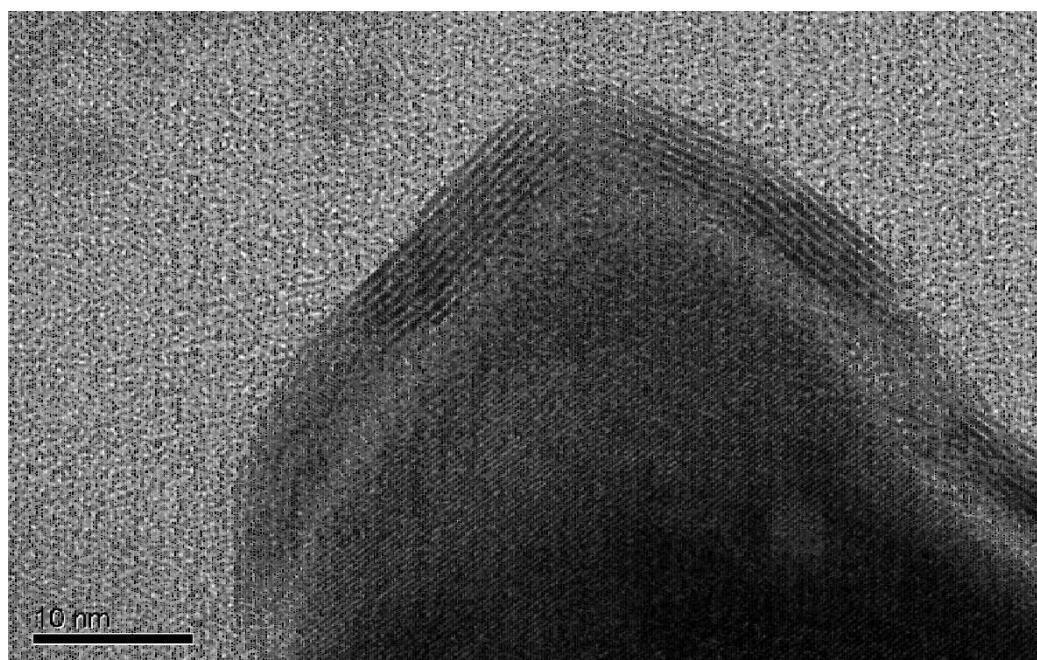
도면3a



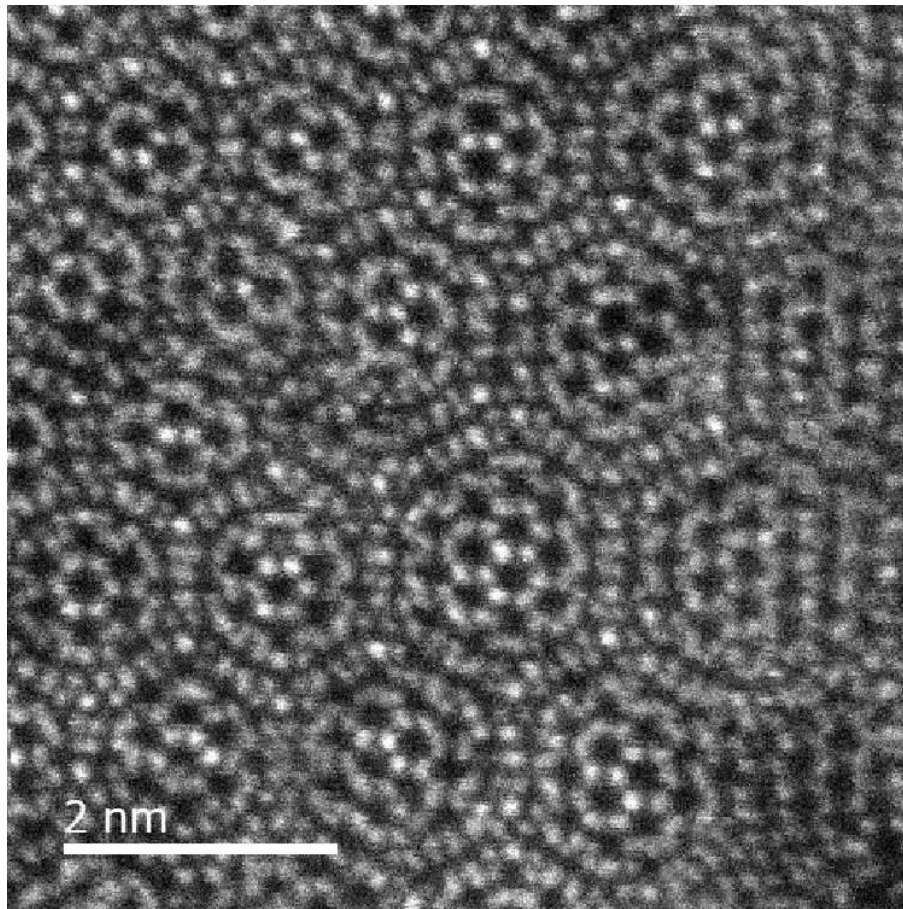
도면3b



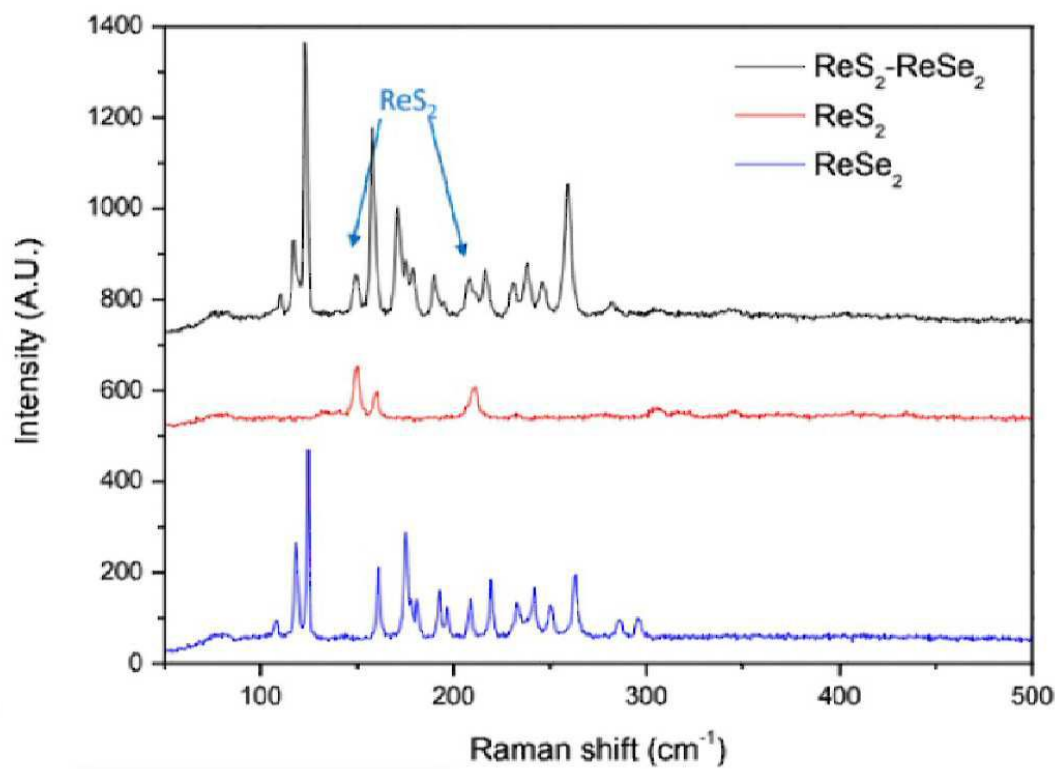
도면4a



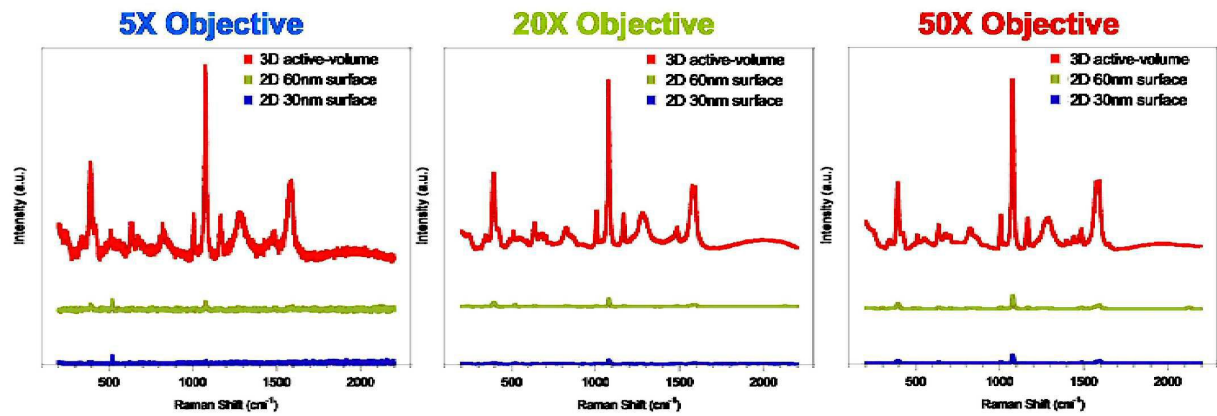
도면4b



도면4c



도면5a



도면5b

