



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0066516
(43) 공개일자 2018년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 1/44 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
H01L 31/10 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01J 1/44 (2013.01)
H01L 21/28568 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0167430
(22) 출원일자 2016년12월09일
심사청구일자 2016년12월09일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(주)엠제빈
광주광역시 북구 첨단과기로 333, 광주테크노파크 벤처지원센터 210호(대촌동)
(72) 발명자
권민기
광주광역시 북구 첨단연신로 232-10 (신용동)
김철영
광주광역시 남구 봉선로51번길 12, 302동 801호(주월동, 이지 더원 아파트 3단지)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 15 항

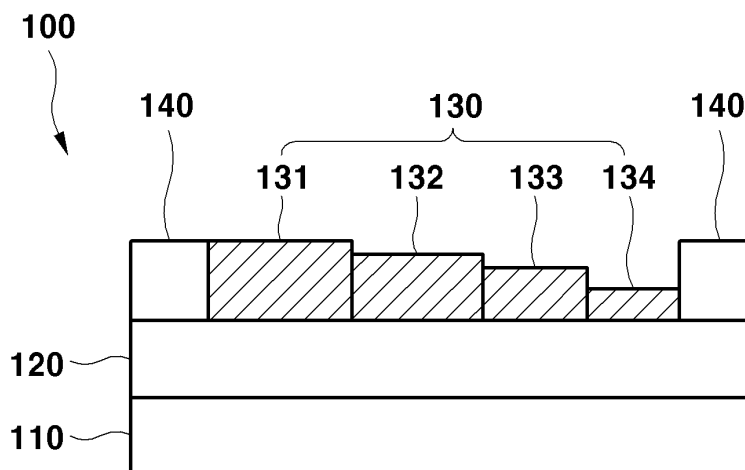
(54) 발명의 명칭 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서 및 이의 제조방법에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 흡수층을 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층으로 형성함으로써 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있는 다파장 검출 광센서 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서에 의하면 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법에 의하면 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있을 뿐만 아니라, 낮은 제조 비용으로 다파장 검출 광센서를 제조할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/10 (2013.01)

H01L 31/18 (2013.01)

G01J 2001/4473 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425099106

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 연구마을 지원사업(산학협력기술개발)

연구과제명 주변 환경 감지 및 안전을 위한 통합형 스마트 센서 모듈 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교

연구기간 2015.12.01 ~ 2016.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

기관; 및

상기 기관상에 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드(dichalcogenide)층으로 형성되는데, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성되어, 각 전이금속 다이칼코게나이드층별로 각기 다른 파장의 빛을 검출하는 흡수층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 이황화몰리브덴(MoS_2), 이셀레늄화몰리브덴(MoSe_2), 몰리브덴 텔루르화물(MoTe_2), 이황화텅스텐(WS_2) 및 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 서로 이격되어 구비되며,

각각의 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 구비되는 전극;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 서로 연결되어 구비되며,

전체 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 구비되는 전극;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 기관 하부에 구비되는 게이트전극;을 포함하며,

백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터인 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서.

청구항 6

기관을 준비하는 제1단계; 및

상기 기관상에 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드층으로 이루어지는 흡수층을 형성하는데, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성하여, 각 전이금속 다이칼코게나이드층별로 각기 다른 파장의 빛을 검출하도록 하는 제2단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 이황화몰리브덴(MoS_2), 이셀레늄화몰리브덴(MoSe_2), 몰리브덴 텔루르화물(MoTe_2), 이황화텅스텐(WS_2) 및 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제2단계는 동일한 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층을 형성한 다음, 상기 기판상으로 이송하는데 서로 다른 두께를 갖도록 적층하여 상기 흡수층을 형성하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제2단계에서 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은

보조기판상에 몰리브덴(Mo)패턴층을 형성하는 단계; 및

화학기상증착법(CVD법)을 이용하며, 상기 몰리브덴패턴층으로 황(S)을 유입하여 술폰화하여 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 제2단계는 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층을 형성한 다음, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 상기 기판상으로 이송하여 상기 흡수층을 형성하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 제2단계에서 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은

보조기판상에 몰리브덴(Mo)패턴층을 형성하는 단계; 및

화학기상증착법(CVD법)을 이용하며, 상기 몰리브덴패턴층으로 황(S)을 유입하여 술폰화하여 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성하는데,

상기 몰리브덴패턴층의 두께와 유입되는 상기 황(S)의 양을 조절하여 서로 다른 두께의 단결정 이황화몰리브덴 박막패턴으로 형성하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 12

제 8 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2단계는 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 서로 이격되도록 형성하며,

각각의 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극을 형성하는 제3단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기판 하부에 게이트전극을 형성하는 제4단계;를 포함하여 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터를 제조하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 14

제 8 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2단계는 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층이 서로 연결되도록 형성하며,

전체 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극을 형성하는 제3단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 기판 하부에 게이트전극을 형성하는 제4단계;를 포함하여 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터를 제조하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서 및 이의 제조방법에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 흡수층을 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층으로 형성함으로써 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있는 다파장 검출 광센서 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광센서는 수광한 광 에너지의 변화를 전기신호로 변환시키는 광소자로서, 포토다이오드, 포토트랜지스터 등이 있다.

[0003] 상기 포토다이오드는 p-n 접합의 광기전력 효과를 이용해서 빛을 검출하는 광센서이며, 기능과 구조에 따라 PN 포토다이오드, PIN 포토다이오드, APD (Avalanche photodiode) 등으로 나눌 수 있다.

[0004] 기존의 광센서는 흡수층이 하나의 물질로 이루어지기 때문에 흡수되는 파장 영역이 하나밖에 되지 않으며, 이로 인해 서로 다른 파장의 흡수효율이 떨어지게 된다.

[0005] 따라서 다파장을 검출하기 위해서 종래에는 각각의 파장을 검출하기 위한 다양한 포토다이오드를 평면 또는 라인형태로 어레이하는 방식을 이용하여 검출하여 왔다.

[0006] 그러나 이러한 종래 기술은 다파장 검출을 위해 다양한 물질을 이용한 서로 다른 포토다이오드를 제작하여야 하기 때문에 제조 비용이 상승하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 공개특허번호 제10-2015-0057505호(2015.05.28. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명자들은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 연구 노력한 결과, 흡수층을 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층으로 형성함으로써 본 발명을 완성하였다.

[0009] 따라서, 본 발명의 목적은 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있는 다파장 검출 광센서를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있으며, 제조 비용이 낮은 다파장 검출 광센서의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 기판; 및 상기 기판상에 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드(dichalcogenide)층으로 형성되는데, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성되어, 각 전이금속 다이칼코게나이드층별로 각기 다른 파장의 빛을 검출하는 흡수층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서를 제공한다.
- [0013] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 이황화몰리브덴(MoS_2), 이셀레늄화몰리브덴(MoSe_2), 몰리브덴 텔루르화물(MoTe_2), 이황화텅스텐(WS_2) 및 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어진다.
- [0014] 바람직한 실시예에 있어서, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 서로 이격되어 구비되며, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 구비되는 전극;을 더 포함한다.
- [0015] 바람직한 실시예에 있어서, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 서로 연결되어 구비되며, 전체 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 구비되는 전극;을 더 포함한다.
- [0016] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 기판 하부에 구비되는 게이트전극;을 포함하며, 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 또한 기판을 준비하는 제1단계; 및 상기 기판상에 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드층으로 이루어지는 흡수층을 형성하는데, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성하여, 각 전이금속 다이칼코게나이드층별로 각기 다른 파장의 빛을 검출하도록 하는 제2단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법을 제공한다.
- [0018] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 이황화몰리브덴(MoS_2), 이셀레늄화몰리브덴(MoSe_2), 몰리브덴 텔루르화물(MoTe_2), 이황화텅스텐(WS_2) 및 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어진다.
- [0019] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계는 동일한 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층을 형성한 다음, 상기 기판상으로 이송하는데 서로 다른 두께를 갖도록 적층하여 상기 흡수층을 형성한다.
- [0020] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계에서 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 보조기판상에 몰리브덴(Mo) 패턴층을 형성하는 단계; 및 화학기상증착법(CVD법)을 이용하여, 상기 몰리브덴패턴층으로 황(S)을 유입하여 술폰화하여 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성한다.
- [0021] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계는 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층을 형성한 다음, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 상기 기판상으로 이송하여 상기 흡수층을 형성한다.
- [0022] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계에서 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 보조기판상에 몰리브덴(Mo) 패턴층을 형성하는 단계; 및 화학기상증착법(CVD법)을 이용하여, 상기 몰리브덴패턴층으로 황(S)을 유입하여 술폰화하여 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴을 형성하는 단계;를 포함하여 형성하는데, 상기 몰리브덴패턴층의 두께와 유입되는 상기 황(S)의 양을 조절하여 서로 다른 두께의 단결정 이황화몰리브덴 박막패턴으로 형성한다.
- [0023] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계는 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 서로 이격되도록 형성하며, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극을 형성하는 제3단계;를 더 포함한다.
- [0024] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 기판 하부에 게이트전극을 형성하는 제4단계;를 포함하여 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터를 제조한다.
- [0025] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계는 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층이 서로 연결되도록 형성하며, 전체 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극을 형성하는 제3단계;를 더 포함한다.
- [0026] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 기판 하부에 게이트전극을 형성하는 제4단계;를 포함하여 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터를 제조한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 갖는다.
- [0028] 먼저, 본 발명의 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서에 의하면 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있는 효과가 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법에 의하면 하나의 물질을 이용하여 다양한 파장을 검출할 수 있을 뿐만 아니라, 낮은 제조 비용으로 다파장 검출 광센서를 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서를 설명하기 위한 단면 도면이다.
- 도 2는 이황화몰리브덴(MoS_2)층의 두께에 따른 라만 및 파장 변화를 보여주는 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 흡수층과 전극 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 흡수층과 전극 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서를 설명하기 위한 단면 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 단결정 이황화몰리브덴 박막의 제조과정을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 단결정 이황화몰리브덴 박막의 제조과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 단결정 이황화몰리브덴 박막을 제조하기 위한 화학기상장치(CVD)의 개략도이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 단결정 이황화몰리브덴 박막의 성장 메커니즘을 보여주는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 단결정 이황화몰리브덴 박막패턴을 보여주는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.
- [0032] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [0033] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서를 설명하기 위한 단면 도면이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서(100)는 크게 기판(110), 흡수층(130) 및 전극(140)을 포함하여 이루어진다.
- [0036] 상기 기판(110)은 Si, Al_2O_3 등의 소재로 이루어질 수 있으며, 상기 기판(110) 상에는 SiO_2 와 같은 절연층(120)이 구비될 수 있다.
- [0037] 상기 기판(110) 상에는 상기 흡수층(130)이 형성되어 있다.
- [0038] 상기 흡수층(130)은 각기 다른 파장의 빛을 검출하도록 형성되어 있는데, 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성되어 있다.
- [0039] 즉, 상기 흡수층(130)은 각기 다른 파장의 빛을 검출하기 위해 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드(dichalcogenide)층(131, 132, 133, 134)으로 형성하였으며, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성되어 있다.

- [0040] 상기 전이금속 다이칼코게나이드층은 이황화몰리브덴(MoS_2), 이셀레늄화몰리브덴(MoSe_2), 몰리브덴 텔루르화물(MoTe_2), 이황화텅스텐(WS_2) 및 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있으며, 본 발명의 실시예에서는 이황화몰리브덴(MoS_2)을 이용하여 형성하였다.
- [0041] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 다과장의 빛을 검출하기 위해 전이금속 다이칼코게나이드층 특히, 이황화몰리브덴(MoS_2)을 두께를 달리한 복수 개의 층으로 형성하여 검출하도록 하였다.
- [0042] 도 2는 이황화몰리브덴(MoS_2)층의 두께에 따른 라만 및 파장 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 이황화몰리브덴(MoS_2)층의 두께에 따라 라만 피크와 피크 에너지(밴드갭)이 변화되는 것을 확인할 수 있으며, 이황화몰리브덴(MoS_2)층의 두께에 따라 1.9 ~ 1.3eV까지 밴드갭 에너지가 조절되는 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 따라서, 본 발명의 실시예와 같이 상기 흡수층(130)을 이황화몰리브덴(MoS_2)으로 형성하되 서로 다른 두께를 갖는 복수 개의 층으로 형성하면 다과장을 검출할 수 있다.
- [0045] 상기 흡수층(130)은 다양한 구조로 구비될 수 있는바, 상기 전극(140)도 이에 따라 다양한 형태로 구비될 수 있다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서의 흡수층과 전극 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134)은 서로 이격되어 구비되어 있다. 이때, 각 전이금속 다이칼코게나이드층은 두께가 서로 다르며, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극(140)이 구비된다.
- [0048] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서의 흡수층과 전극 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 도 4를 참조하면, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134)은 서로 연결되어 구비되어 있다. 이때, 각 전이금속 다이칼코게나이드층은 두께가 서로 다르며, 전체 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극(140)이 구비된다.
- [0050] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서를 설명하기 위한 단면도면으로서, 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터로 형성하였다.
- [0051] 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서(400)는 기판(110), 절연층(120), 흡수층(130), 전극(140) 및 게이트전극(150)을 포함하여 이루어진다.
- [0052] 상기 기판(110) 상에는 상기 흡수층(130)이 형성되어 있다. 상기 흡수층(130)은 각기 다른 파장의 빛을 검출하도록 형성되어 있는데, 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성되어 있다. 즉, 상기 흡수층(130)은 각기 다른 파장의 빛을 검출하기 위해 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드(dichalcogenide)층(131, 132, 133, 134)으로 형성하였으며, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께로 형성되어 있다.
- [0053] 그리고, 상기 기판(110) 하부에는 게이트전극(150)을 형성하여 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터로 형성하였다.
- [0054] 본 발명의 다른 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서(400) 역시 상기 흡수층(130)이 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134)으로 구비되어 다과장을 검출할 수 있다.
- [0056] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서(100)를 제조하는 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0057] 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다과장 검출 광센서(100)를 제조하는 방법은 크게 기판(110)을 준비하는 제1단계와, 흡수층(130)을 형성하는 제2단계 및 전극(140)을 형성하는 제3단계를 포함하여 이루어진다.

- [0058] 상기 제1단계는 상기 기판(110)을 준비한다. 상기 기판(110)으로서 Si, Al_2O_3 등의 소재를 사용할 수 있으며, 상기 기판(110) 상에 SiO_2 와 같은 절연층(120)을 추가하여 형성할 수 있다.
- [0059] 상기 제2단계에서는 다과장을 검출할 수 있는 상기 흡수층(130)을 형성한다.
- [0060] 이때, 상기 흡수층(130)은 복수 개의 전이금속 다이칼코게나이드층으로 형성하는데, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층은 동일한 물질로 이루어지되 각각 다른 두께가 되도록 형성한다. 이로써, 두께가 다른 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층 별로 각기 다른 파장의 빛을 검출할 수가 있다.
- [0061] 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(13, 132, 133, 134)은 이황화몰리브덴(MoS_2), 이셀레늄화몰리브덴($MoSe_2$), 몰리브덴 텔루르화물($MoTe_2$), 이황화텅스텐(WS_2) 및 이셀레늄화텅스텐(WSe_2)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있으며, 본 발명의 실시예에서는 이황화몰리브덴(MoS_2)을 이용하여 형성하였다.
- [0062] 상기 제2단계에서는 다양한 방법을 통해 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(13, 132, 133, 134)을 형성할 수가 있다.
- [0063] 일례로, 동일한 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층을 형성한 다음, 상기 기판(110)상으로 이송하는데 서로 다른 두께를 갖도록 적층하여 상기 흡수층(130)을 형성하는 것이다. 상기 전이금속 다이칼코게나이드층 특히, 이황화몰리브덴 박막을 형성하는 방법을 도 6 및 도 7을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 단결정 이황화몰리브덴 박막의 제조과정을 설명하기 위한 순서도이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 단결정 이황화몰리브덴 박막의 제조과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0065] 먼저, 보조기판상에 몰리브덴(Mo)패턴층을 형성한다(S10).
- [0066] 상기 몰리브덴(Mo)패턴층을 형성하는 방법으로 다양한 방법을 사용할 수 있는데, 본 발명의 실시예에서는 PR패턴을 이용하여 형성하였다.
- [0067] 도 7에서와 같이, 보조기판(10) 상에 포토레지스트(PR)를 형성한 다음, 노광공정을 통하여 포토레지스트패턴(11)을 형성한다.
- [0068] 이어서, 상기 포토레지스트패턴(11) 상에 몰리브덴(Mo)을 증착한다. 이때, 상기 몰리브덴(Mo)의 두께는 0.7 내지 10nm의 범위내에서 형성하는 것이 바람직하다. 계속해서 상기 포토레지스트패턴을 제거하여 몰리브덴패턴층(12)을 형성한다.
- [0069] 한편, 상기 몰리브덴(Mo)패턴층은 다음과 같은 공정으로도 형성할 수 있다.
- [0070] 즉, 상기 보조기판(10) 상에 몰리브덴(Mo)층을 증착하고, 증착된 상기 몰리브덴층 상에 포토레지스트(PR)패턴을 형성한 다음, 식각공정을 이용하여 몰리브덴을 식각하고, 상기 포토레지스트패턴을 제거하여 상기 몰리브덴패턴층을 형성할 수 있다.
- [0071] 상기 기판상에 몰리브덴(Mo)패턴층을 형성한 다음, 상기 몰리브덴패턴층을 술폰화하여 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴(13)을 형성한다(S20).
- [0072] 상기 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴을 형성하는 단계(S20)는 황(S)을 상기 몰리브덴패턴층(12)으로 유입하여 술폰화하는 방법을 사용한다. 이때, 술폰화를 수행하기 위하여 화학기상증착법(CVD법)을 이용하였으며, 상기 황(S)을 녹는점 이상의 온도로 가열하여 유입시켰다.
- [0073] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 단결정 이황화몰리브덴 박막을 제조하기 위한 화학기상장치(CVD)의 개략도이고, 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 단결정 이황화몰리브덴 박막의 성장 메커니즘을 보여주는 도면이며, 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 단결정 이황화몰리브덴 박막패턴을 보여주는 사진이다.
- [0074] 도 8을 참조하면, 화학기상장치(1)의 챔버(2) 내로 상기 몰리브덴패턴층(12)이 형성된 보조기판(10)을 배치시키고, 상기 몰리브덴패턴층(12)에 황이 유입되도록 흘려보내준다. 이때, 상기 황(S)은 녹는점(약 112℃) 이상의 온도로 가열하여 유입시킴으로서 술폰화가 이루어지도록 한다. 여기서 상기 황(S)은 50Torr 하에서 600 내지 800℃ 범위의 온도범위에서 가열하는 것이 바람직하며, 질소 또는 아르곤(Ar)가스를 주입하여 상기 황(S)이 상기 몰리브덴패턴층(12)으로 균일하게 유입될 수 있도록 조절한다. 한편, 상기 황(S)의 원료로서 H_2S 기체소스

또는 H_2SO_4 액체소스를 이용할 수도 있다.

- [0075] 이때, 상기 몰리브덴패턴층(12)에 황(S)이 유입되면 술폰화(Sulfurization)가 이루어지게 되며, 단결정 이황화 몰리브덴(MoS_2) 박막패턴(13)으로 성장한다.
- [0076] 도 9를 참조하면, 단결정 이황화몰리브덴 박막의 성장 메커니즘을 확인할 수 있다. 먼저, 상기 몰리브덴패턴층에 상기 황(S)이 유입되면, 각 몰리브덴패턴의 가장자리에서는 핵생성이 이루어지게 된다. 이는 패턴닝된 각각의 몰리브덴패턴의 가장자리에서의 결합에너지가 낮기 때문에 핵생성이 먼저 이루어지게 되는 것이며, 계속해서 성장이 촉진된다. 생성된 핵은 성장을 하게 되는데, 성장과 함께 병합이 이루어지게 되며, 계속해서 안쪽으로 성장과 병합이 반복되어 결국 단결정의 이황화몰리브덴박막으로 성장하게 된다.
- [0077] 도 10을 참조하면, 상기 몰리브덴패턴층의 가장자리에서부터 핵생성이 이루어진다음, 성장과 병합이 반복되어 단결정의 이황화몰리브덴박막으로 성장하게 됨을 확인할 수 있다.
- [0078] 상술한 방법에 의해 제조된 이황화몰리브덴층을 상기 기판(110)상으로 이송하는데 서로 다른 두께를 갖도록 적층함으로써 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(13, 132, 133, 134) 즉, 상기 흡수층(130)을 형성한다.
- [0080] 또한, 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134)을 형성하는 다른 일례로, 서로 다른 두께의 전이금속 다이칼코게나이드층을 형성한 다음, 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 상기 기판상으로 이송하여 상기 흡수층(130)을 형성하는 것이다.
- [0081] 먼저, 보조기판상에 몰리브덴(Mo)패턴층을 형성(S10)한 다음, 화학기상증착법(CVD법)을 이용하여 상기 몰리브덴패턴층으로 황(S)을 유입하여 술폰화하여 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴을 형성(S20)한다.
- [0082] 이때, 상기 몰리브덴패턴층의 두께와 유입되는 상기 황(S)의 양을 조절하여 서로 다른 두께의 단결정 이황화몰리브덴 박막패턴으로 형성한다. 보다 상세한 설명은 도 6 및 도 7의 설명을 참조하기로 한다.
- [0083] 상술한 방법에 의해 제조된 서로 다른 두께의 이황화몰리브덴 박막을 각각 상기 기판(110)상으로 이송함으로써 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134) 즉, 상기 흡수층(130)을 형성한다.
- [0084] 한편, 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134)을 형성함에 있어서, 도 3과 같이 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 서로 이격되도록 형성할 수 있다. 이때, 상기 제3단계에서는 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극을 형성한다.
- [0085] 그리고, 상기 전이금속 다이칼코게나이드층(131, 132, 133, 134)을 형성함에 있어서, 도 4과 같이 각각의 전이금속 다이칼코게나이드층을 서로 연결되도록 형성할 수 있다. 이때, 상기 제3단계에서는 전체 전이금속 다이칼코게나이드층의 양단에 각각 전극을 형성한다.
- [0087] 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서의 제조방법은 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터에도 적용될 수 있다.
- [0088] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서(100)의 제조방법과 마찬가지로, 제1단계에서는 기판(110)을 준비하고, 제2단계에서는 흡수층(130)을 형성하며, 제3단계에서는 전극(140)을 형성한다. 이에 추가하여 제4단계에서는 상기 기판(110) 하부에 게이트전극(150)을 형성하여 백게이트(backgate) 방식의 포토트랜지스터를 제조한다. 보다 상세한 설명은 본 발명의 실시예에 따른 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서(100)의 제조방법을 참조하기로 한다.
- [0090] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

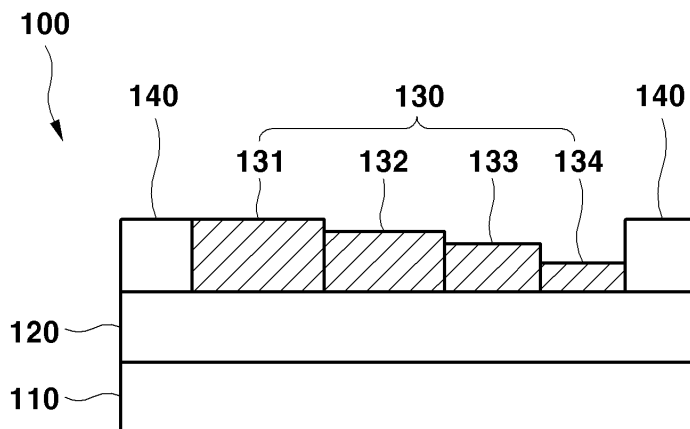
부호의 설명

- [0091] 100, 400: 전이금속을 이용한 다파장 검출 광센서

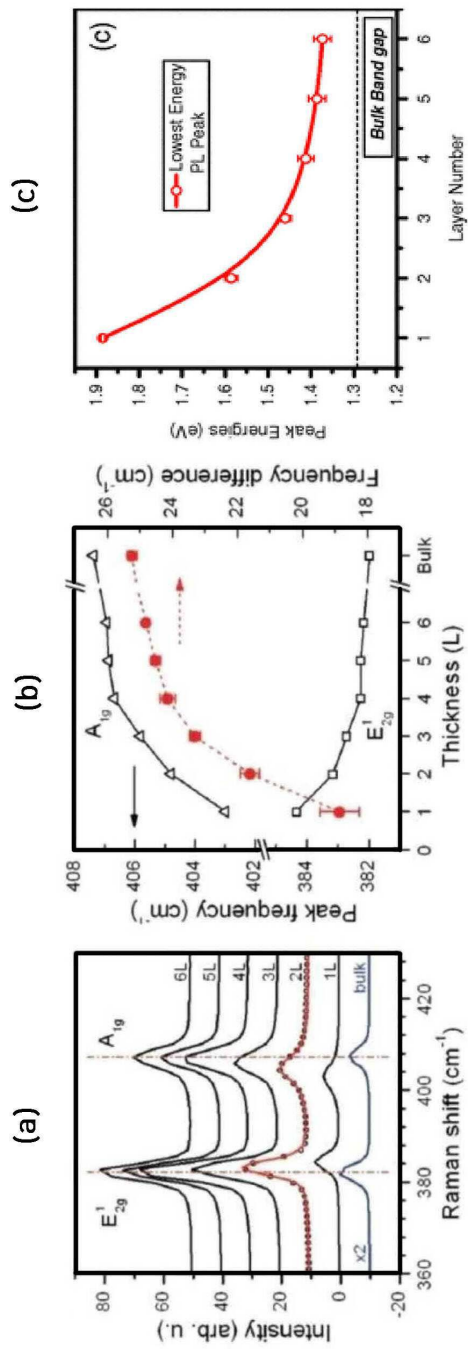
- | | |
|--|----------------|
| 110: 기판 | 120: 절연층 |
| 130: 흡수층 | 140: 전극 |
| 150: 게이트전극 | 1: 화학기상장치(CVD) |
| 2: 챔버 | 10: 보조기판 |
| 11: 포토레지스트패턴 | 12: 몰리브덴패턴층 |
| 13: 단결정 이황화몰리브덴(MoS_2) 박막패턴 | |

도면

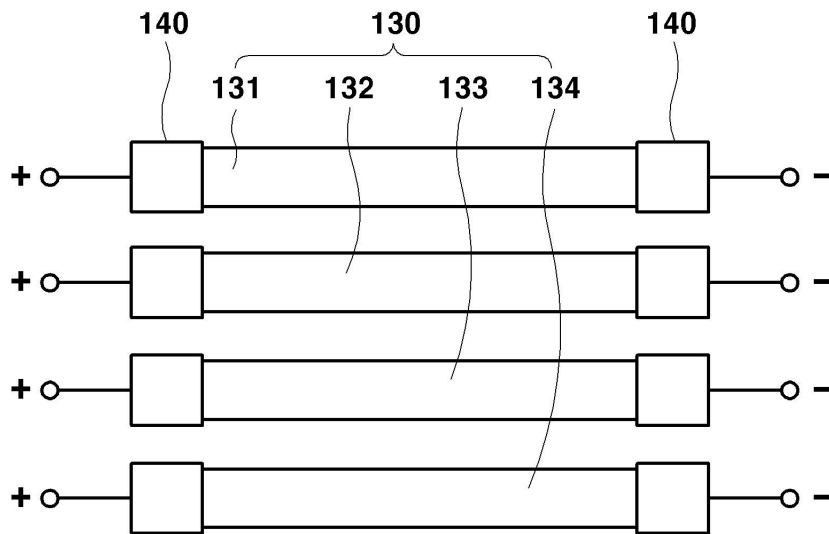
도면1



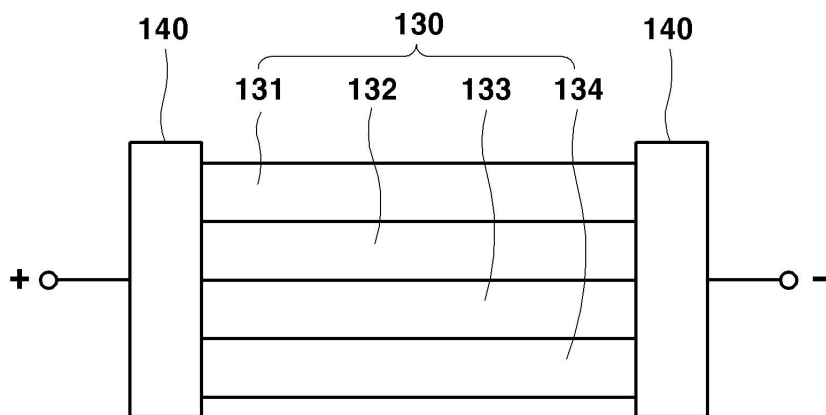
도면2



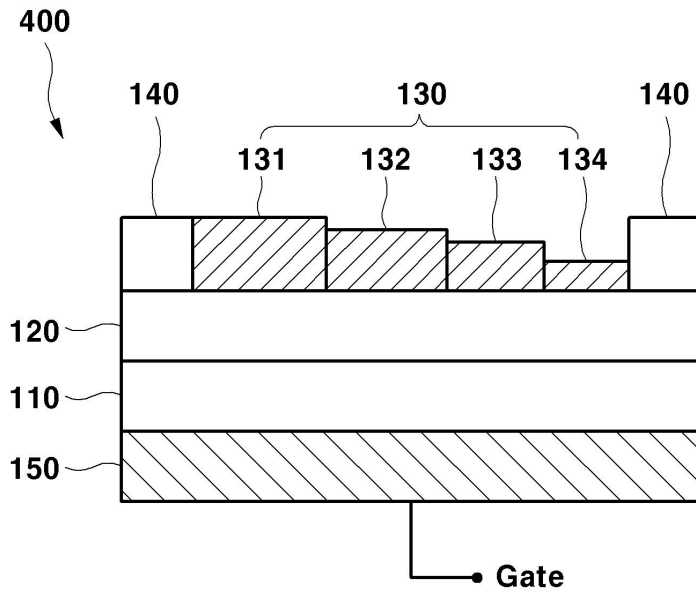
도면3



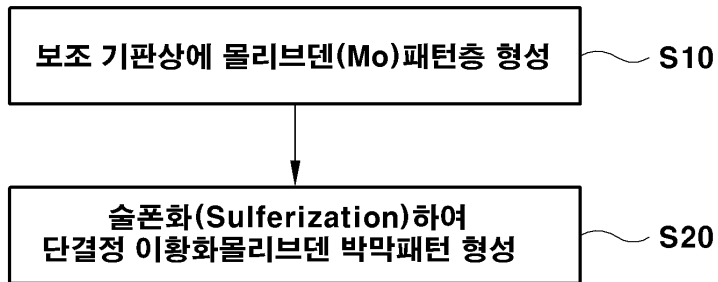
도면4



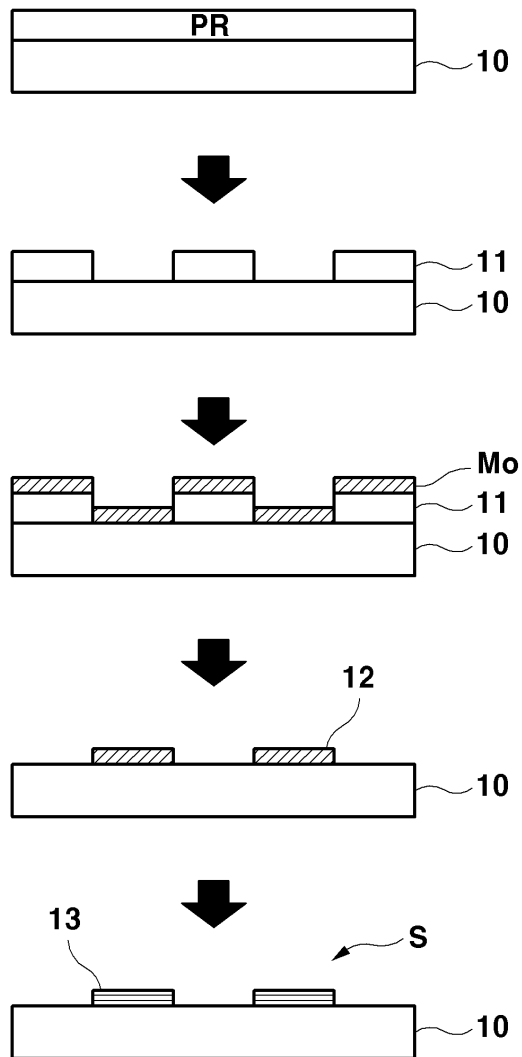
도면5



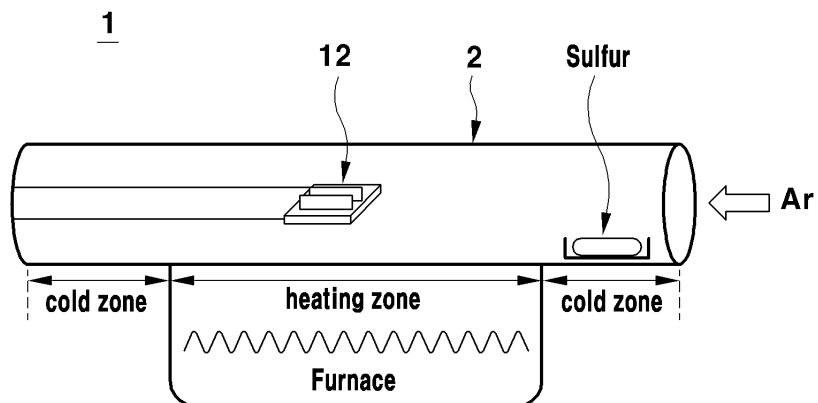
도면6



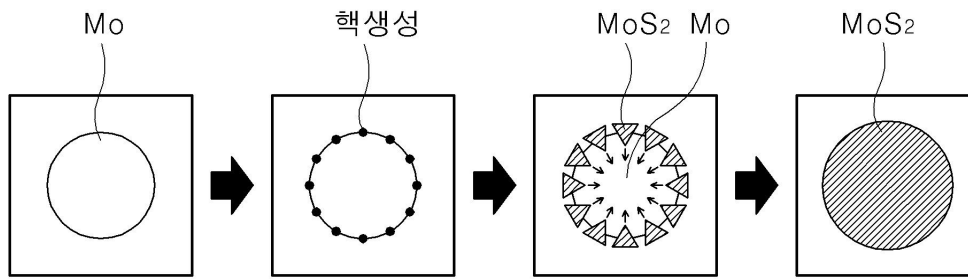
도면7



도면8



도면9



도면10

