



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0130596
(43) 공개일자 2021년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/113 (2006.01) G01J 1/44 (2006.01)
H01L 31/0296 (2006.01) H01L 31/0352 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/1136 (2013.01)
G01J 1/44 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0048999
(22) 출원일자 2020년04월22일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
강성준
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
문정민
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한)유일하이스트

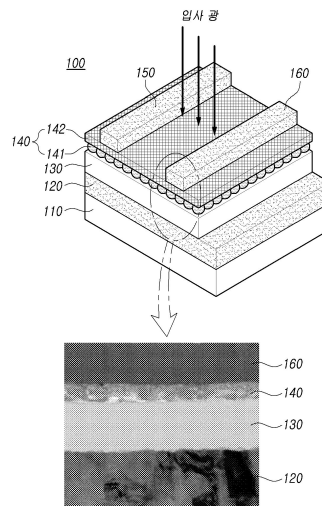
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 광 센서, 광 센싱 회로 및 전자 장치

(57) 요약

본 발명의 실시예들은, 광 센서, 광 센싱 회로 및 전자 장치에 관한 것으로서, 밴드갭이 작은 양자점과 밴드갭이 큰 산화물 반도체가 적층된 광 기능 활성층을 포함하는 광 센서를 제공함으로써, 높은 투과도를 가지면서 외부로부터 입사되는 가시광선을 센싱할 수 있는 광 센서를 제공할 수 있다. 또한, 복수의 광 센서가 밴드갭이 상이한 양자점을 포함하여 단위 회로를 구성하거나, 밴드갭이 상이한 복수의 양자점이 적층된 광 기능 활성층을 포함하는 광 센서에 의해 입사되는 가시광선의 파장을 컬러 필터 없이 식별할 수 있는 방안을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/0296 (2013.01)

H01L 31/035218 (2013.01)

(72) 발명자

정지환

경기도 과주시 월롱면 엘지로 245

박성호

경기도 과주시 월롱면 엘지로 245

김병준

경기도 과주시 월롱면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

기판 상에 배치된 게이트 전극;

상기 게이트 전극 상에 배치된 게이트 절연층;

상기 게이트 절연층 상에 배치되고, 양자점과 상기 양자점의 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체를 포함하는 광 기능 활성층;

상기 광 기능 활성층 상에 배치된 소스 전극; 및

상기 광 기능 활성층 상에서 상기 소스 전극과 이격되어 배치된 드레인 전극을 포함하는 광 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 양자점은 상기 게이트 절연층과 상기 산화물 반도체 사이에 위치하는 광 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 산화물 반도체는 상기 양자점과 상기 소스 전극 사이에 위치하며 상기 소스 전극과 접촉되고, 상기 양자점과 상기 드레인 전극 사이에 위치하며 상기 드레인 전극과 접촉되는 광 센서.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 양자점의 일부는 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극과 중첩된 영역에 위치하는 광 센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 광 기능 활성층은 상이한 밴드갭을 갖는 적어도 둘 이상의 양자점을 포함하는 광 센서.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광 기능 활성층은,

제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점; 및

상기 제1 밴드갭보다 큰 제2 밴드갭을 갖고, 상기 제1 양자점과 상기 산화물 반도체 사이에 위치하는 제2 양자점을 포함하는 광 센서.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 양자점의 상기 제2 밴드갭은 상기 산화물 반도체의 밴드갭보다 작은 광 센서.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 광 기능 활성층은,

상기 제2 밴드갭보다 큰 제3 밴드갭을 갖고, 상기 제2 양자점과 상기 산화물 반도체 사이에 위치하는 제3 양자점을 더 포함하고,

상기 제3 양자점의 상기 제3 밴드갭은 상기 산화물 반도체의 밴드갭보다 작은 광 센서.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 게이트 전극, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극은 투명 전극으로 이루어진 광 센서.

청구항 10

기판;

상기 기판 상에 배치되고, 제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점과 상기 제1 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체를 포함하는 제1 광 기능 활성층을 포함하는 제1 광 센서;

상기 기판 상에 배치되고, 상기 제1 밴드갭보다 크고 상기 산화물 반도체의 밴드갭보다 작은 제2 밴드갭을 갖는 제2 양자점과 상기 산화물 반도체를 포함하는 제2 광 기능 활성층을 포함하는 제2 광 센서; 및

상기 기판 상에 배치되고, 상기 제2 밴드갭보다 크고 상기 산화물 반도체의 밴드갭보다 작은 제3 밴드갭을 갖는 제3 양자점과 상기 산화물 반도체를 포함하는 제3 광 기능 활성층을 포함하는 제3 광 센서

를 포함하는 광 센싱 회로.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 산화물 반도체의 일면에 적어도 하나의 전극이 배치되고, 상기 제1 양자점, 상기 제2 양자점 및 상기 제3 양자점은 상기 산화물 반도체에 의해 상기 전극과 이격되는 광 센싱 회로.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 양자점, 상기 제2 양자점 및 상기 제3 양자점 각각의 일부는 상기 산화물 반도체의 상기 일면에 배치된 상기 적어도 하나의 전극과 중첩된 영역에 위치하는 광 센싱 회로.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제1 광 센서, 상기 제2 광 센서 및 상기 제3 광 센서 각각은 절연층을 더 포함하고,

상기 제1 양자점, 상기 제2 양자점 및 상기 제3 양자점은 상기 산화물 반도체와 상기 절연층 사이에 위치하는 광 센싱 회로.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 제1 광 센서는 상기 제2 광 센서 및 상기 제3 광 센서 중 적어도 하나가 센싱 신호를 출력하는 기간에 센싱 신호를 출력하는 광 센싱 회로.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 제2 광 센서는 상기 제3 광 센서가 센싱 신호를 출력하는 기간에 센싱 신호를 출력하는 광 센싱 회로.

청구항 16

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 광 센서를 포함하는 전자 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

내부에서 광을 발산하는 적어도 하나의 발광 소자를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 발광 소자가 턴-오프된 기간 중 적어도 일부 기간에 상기 광 센서로 턴-오프 레벨의 전압이 공급되는 전자 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은, 광 센서, 광 센싱 회로 및 전자 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정보화 사회가 발전함에 따라 다양한 유형의 전자 장치가 활용되고 있으며, 전자 장치는 보다 다양한 기능을 사용자에게 제공하기 위하여 여러 유형의 센서를 포함할 수 있다.

[0003] 특히, 사물인터넷 기술이 적용된 전자 장치는, 센싱 기능을 포함하는 경우가 많아 여러 센서를 포함할 수 있으며, 이러한 전자 장치에 포함되는 센서로서 광 센서가 많이 사용된다.

[0004] 이러한 광 센서는 외부로부터 입사되는 광에 반응하여 신호를 출력할 수 있으며, 전자 장치는 광 센서에 의해 출력되는 신호에 따라 특정 기능을 수행할 수 있다.

[0005] 최근 사물인터넷 기술 분야 등에서 사용되는 광 센서에 대해 높은 투과도를 가지면서 가시광선을 감지할 수 있는 요구가 증가하고 있다. 그러나, 종래의 광 센서는 주로 실리콘 반도체를 기반으로 하며, 투명 소재는 가시광선을 감지할 수 없어 높은 투과도를 갖는 가시광 센서를 구현하기 어려운 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 실시예들은, 외부로부터 입사되는 가시광선에 반응하여 센싱 신호를 출력하여 가시광선을 감지할 수 있으면서 높은 투과도를 갖는 광 센서를 제공할 수 있다.
- [0007] 본 발명이 실시예들은, 컬러 필터를 포함하지 않으면서 외부로부터 입사되는 적색 광, 녹색 광, 청색 광을 구분하여 감지할 수 있는 광 센서와 광 센싱 회로를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 측면에서, 본 발명의 실시예들은, 기판 상에 배치된 게이트 전극과, 게이트 전극 상에 배치된 게이트 절연층과, 게이트 절연층 상에 배치되고 양자점과 양자점의 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체를 포함하는 광 기능 활성층과, 광 기능 활성층 상에 배치된 소스 전극과, 광 기능 활성층 상에서 소스 전극과 이격되어 배치된 드레인 전극을 포함하는 광 센서를 제공한다.
- [0009] 여기서, 광 센서에 포함된 광 기능 활성층에서 양자점은 게이트 절연층과 산화물 반도체 사이에 위치할 수 있다.
- [0010] 그리고, 산화물 반도체는 양자점과 소스 전극 사이에 위치하며 소스 전극과 접촉되고, 양자점과 드레인 전극 사이에 위치하며 드레인 전극과 접촉될 수 있다.
- [0011] 또한, 양자점의 일부는 소스 전극 및 드레인 전극과 중첩된 영역에 위치할 수 있다.
- [0012] 광 기능 활성층은 상이한 밴드갭을 갖는 복수의 양자점을 포함할 수도 있다. 이러한 경우, 상대적으로 높은 밴드갭을 갖는 양자점이 산화물 반도체에 인접하게 위치할 수 있다.
- [0013] 다른 측면에서, 본 발명의 실시예들은, 기판과, 기판 상에 배치되고 제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점과 제1 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체를 포함하는 제1 광 기능 활성층을 포함하는 제1 광 센서와, 기판 상에 배치되고 제1 밴드갭보다 크고 산화물 반도체의 밴드갭보다 작은 제2 밴드갭을 갖는 제2 양자점과 산화물 반도체를 포함하는 제2 광 기능 활성층을 포함하는 제2 광 센서와, 기판 상에 배치되고 제2 밴드갭보다 크고 산화물 반도체의 밴드갭보다 작은 제3 밴드갭을 갖는 제3 양자점과 산화물 반도체를 포함하는 제3 광 기능 활성층을 포함하는 제3 광 센서를 포함하는 광 센싱 회로를 제공한다.
- [0014] 다른 측면에서, 본 발명의 실시예들은, 전술한 광 센서나 광 센싱 회로를 포함하는 전자 장치를 제공할 수 있다.
- [0015] 이러한 전자 장치는, 내부에서 광을 발산하는 적어도 하나의 발광 소자를 더 포함할 수 있으며, 적어도 하나의 발광 소자가 턴-오프 된 기간 중 적어도 일부 기간에 광 센서로 턴-오프 레벨의 전압이 공급될 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예들에 의하면, 양자점과 산화물 반도체를 포함하는 광 기능 활성층과, 투명한 전극 및 투명한 유전체를 이용하여 광 센서를 구현함으로써, 높은 투과도를 가지면서 가시광선의 감지가 가능한 광 센서를 제공할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예들에 의하면, 밴드갭이 상이한 복수의 양자점이 적층된 광 기능 활성층을 포함하는 광 센서에 의해 출력되는 신호에 기초하여 외부로부터 입사되는 가시광선의 파장을 식별할 수 있다. 또는, 밴드갭이 상이한 양자점을 포함하는 복수의 광 센서로부터 출력되는 신호를 이용하여 외부로부터 입사된 가시광선의 파장을 식별할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서의 구조의 예시를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서의 센싱 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서의 제조 방법의 예시를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서를 이용한 광 센싱 회로의 예시를 나타낸 도면이다.

도 5는 도 4에 도시된 광 센싱 회로에 의해 출력되는 신호의 예시를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서를 이용한 광 센싱 회로의 다른 예시를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서의 구조의 다른 예시를 나타낸 도면이다.

도 8은 도 7에 도시된 광 센서가 입사되는 외부 광에 따라 출력하는 신호의 예시를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가질 수 있다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다. 본 명세서 상에서 언급된 "포함한다", "갖는다", "이루어진다" 등이 사용되는 경우 "~만"이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별한 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질, 차례, 순서 또는 개수 등이 한정되지 않는다.
- [0021] 구성 요소들의 위치 관계에 대한 설명에 있어서, 둘 이상의 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속" 등이 된다고 기재된 경우, 둘 이상의 구성 요소가 직접적으로 "연결", "결합" 또는 "접속" 될 수 있지만, 둘 이상의 구성 요소와 다른 구성 요소가 더 "개재"되어 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 여기서, 다른 구성 요소는 서로 "연결", "결합" 또는 "접속" 되는 둘 이상의 구성 요소 중 하나 이상에 포함될 수도 있다.
- [0022] 구성 요소들의 시간 관계 또는 흐름 관계에 대한 설명에 있어서, 예를 들어, "~후에", "~에 이어서", "~다음에", "~전에" 등으로 시간적 선후 관계 또는 흐름적 선후 관계가 설명되는 경우, "바로" 또는 "직접"이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0023] 한편, 구성 요소에 대한 수치 또는 그 대응 정보(예: 레벨 등)가 언급된 경우, 별도의 명시적 기재가 없더라도, 수치 또는 그 대응 정보는 각종 요인(예: 공정상의 요인, 내부 또는 외부 충격, 노이즈 등)에 의해 발생할 수 있는 오차 범위를 포함하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)의 구조의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)는, 기판(110)과, 기판(110) 상에 배치된 게이트 전극(120)과, 게이트 전극(120) 상에 배치된 게이트 절연층(130)과, 게이트 절연층(130) 상에 배치된 광 기능 활성층(140)과, 광 기능 활성층(140) 상에 배치된 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)을 포함할 수 있다.
- [0026] 기판(110)은, 일 예로, 유리와 같이 투명한 재질로 이루어진 기판(110)일 수 있다.
- [0027] 게이트 전극(120), 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)은, 투명 전극으로 이루어질 수 있다. 본 명세서에서 투명 전극은 투과도가 일정 수준 이상(예, 90% 이상)인 전극을 의미할 수 있다. 그리고, 게이트 전극(120) 등은 투과도가 일정 수준 이상인 전극, 일 예로, ITO로 이루어질 수 있다.
- [0028] 게이트 절연층(130)은, 일 예로, Al_2O_3 등과 같은 유전체로 이루어질 수 있으며, 투과도가 일정 수준 이상(예, 90% 이상)일 수 있다.
- [0029] 광 기능 활성층(140)은, 밴드갭이 작은 양자점(141)과 밴드갭이 큰 산화물 반도체(142)를 포함할 수 있다. 즉, 산화물 반도체(142)의 밴드갭이 양자점(141)보다 클 수 있다.
- [0030] 양자점(141)은, 일 예로, CdSe/ZnS로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지는 아니한다. 그리고, 산화물 반도체(142)는, 일 예로, ZnO, IZO, IGZO, ZTO, IZTO, GIGO, ZnON 등으로 이루어질 수 있으며, 전술한 물질들 중 둘 이상의 물질이 적층되어 이루어질 수도 있다.
- [0031] 이러한 양자점(141)과 산화물 반도체(142)는, 일정 수준 이상(예, 90% 이상)의 투과도를 가질 수 있다.

- [0032] 광 기능 활성층(140)이 밴드갭이 작은 양자점(141)을 포함함에 따라, 양자점(141)이 외부로부터 입사되는 가시광선을 흡수하고 가시광선에 반응하여 전기적인 신호를 생성할 수 있다. 그리고, 산화물 반도체(142)가 양자점(141)에 접촉되어 배치됨에 따라, 양자점(141)에 의해 생성된 전기적인 신호를 외부로 출력하여 광 센서(100)의 외부로부터 입사된 가시광선을 센싱할 수 있다.
- [0033] 또한, 광 기능 활성층(140)과, 광 센서(100)를 구성하는 전극, 절연체 등을 일정 수준 이상의 투과도를 갖는 재질로 구현함에 따라, 높은 투과도를 가지면서 외부로부터 입사되는 가시광선을 센싱할 수 있는 광 센서(100)를 제공할 수 있다.
- [0034] 여기서, 광 기능 활성층(140)에 포함된 양자점(141)은, 게이트 절연층(130) 상에 배치되며 산화물 반도체(142) 아래에 배치될 수 있다.
- [0035] 그리고, 양자점(141)의 일부는 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)과 중첩된 영역에 위치할 수 있다. 즉, 소스 전극(150)과 드레인 전극(160)의 투과도가 높으므로 소스 전극(150)과 드레인 전극(160)과 중첩된 영역에 배치된 양자점(141)이 가시광선에 반응하여 센싱 감도를 높여줄 수 있으며, 양자점(141)을 배치하는 공정도 용이하게 할 수 있다.
- [0036] 산화물 반도체(142)는, 양자점(141) 상에 배치되며 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)과 접촉할 수 있다.
- [0037] 이와 같이, 양자점(141)에 의해 가시광선을 감지하면서, 양자점(141) 상에 배치되고 투과도가 높은 산화물 반도체(142)에 의해 광 센서(100)의 센싱 감도를 높여줄 수 있다.
- [0038] 즉, 작은 밴드갭을 가져 가시광선에 반응할 수 있는 양자점(141) 상에 큰 밴드갭을 가지는 산화물 반도체(142)를 배치함으로써, 양자점(141)에 의해 생성된 전하가 산화물 반도체(142)를 통해 용이하게 전달될 수 있다. 그리고, 이러한 전하의 흐름을 용이하게 함으로써, 광 센서(100)의 센싱 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)의 센싱 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 광 기능 활성층(140)에 포함된 양자점(141)은 작은 밴드갭을 갖고, 산화물 반도체(142)는 상대적으로 큰 밴드갭을 가질 수 있다.
- [0041] 여기서, 양자점(141) 중 입자 크기가 가장 작아 청색 광에 반응하는 양자점(141)은 에너지 레벨이 높은 청색 광에만 반응할 수 있다. 그리고, 청색 광에만 반응하는 양자점(141)은, 양자점(141) 중 상대적으로 큰 밴드갭(예, 2.82eV)을 가질 수 있다.
- [0042] 반면, 입자 크기가 가장 큰 양자점(141)은, 적색 광에 반응하며, 또한, 적색 광보다 에너지 레벨이 높은 녹색 광과 청색 광에도 반응할 수 있다. 이러한 양자점(141)은, 양자점(141) 중 상대적으로 작은 밴드갭(예, 1.94eV)을 가질 수 있다.
- [0043] 그리고, 입자 크기가 중간인 양자점(141)은, 녹색 광에 반응하며, 녹색 광보다 에너지 레벨이 높은 청색 광에 반응할 수 있다. 이러한 양자점(141)은, 앞서 설명한 양자점(141) 사이의 밴드갭(예, 2.22eV)을 가질 수 있다.
- [0044] 양자점(141) 상에 배치된 산화물 반도체(142)는, 일 예로, ZnO일 수 있으며, 산화물 반도체(142)의 밴드갭은 양자점(141)의 밴드갭보다 클 수 있다(예, 3.29eV).
- [0045] 따라서, 상대적으로 작은 밴드갭을 갖는 양자점(141)이 가시광선에 반응하여 전하의 이동이 발생하면, 양자점(141) 상에 배치된 산화물 반도체(142)를 통해 용이하게 이동하며 가시광선의 흡수에 따른 전기적인 신호의 출력 강도를 높여줄 수 있다.
- [0046] 이와 같이, 본 발명의 실시예들은, 양자점(141)과 양자점(141) 상에 배치된 산화물 반도체(142)로 이루어진 광 기능 활성층(140)을 포함하는 광 센서(100)를 구현함으로써, 높은 투과도를 가지면서 외부로부터 입사되는 가시광선의 센싱 성능이 우수한 광 센서(100)를 제공할 수 있다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)의 제조 방법의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0048] 도 3을 참조하면, (a)와 같이, 기판(110) 상에 게이트 전극(120)을 형성하기 위한 물질(예, ITO)을 배치하고, 기판(110)과 게이트 전극(120)을 세척한다. 그리고, (b)와 같이, 게이트 전극(120) 상에 절연체(예, Al_2O_3)를 증착하여 게이트 절연층(130)을 형성한다.
- [0049] 게이트 절연층(130)의 증착이 완료되면, (c)와 같이, 양자점(141)을 게이트 절연층(130) 상에 코팅하고 열처리

를 수행한다.

- [0050] 여기서, 양자점(141)은, CdSe/ZnS일 수 있으나, 이에 한정되지는 아니한다. 그리고, 전술한 바와 같이, 양자점(141)의 일부는 이후 배치되는 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)과 중첩되는 영역에 코팅될 수 있다. 또한, 경우에 따라, 입자 크기가 상이한, 즉, 밴드갭이 상이한 복수의 양자점(141)이 게이트 절연층(130) 상에 코팅될 수도 있다.
- [0051] 양자점(141)의 코팅과 열처리가 완료되면 UV-오존 처리를 수행할 수 있다. 그리고, (d)와 같이, 양자점(141) 상에 산화물 반도체(142)를 코팅하고 열처리를 수행한다.
- [0052] 산화물 반도체(142)의 코팅과 열처리가 완료되면, (e)와 같이, 산화물 반도체(142) 상에 투명 전극(예, ITO)을 증착하여, 투과도가 높은 소스 전극(150)과 드레인 전극(160)을 형성할 수 있다.
- [0053] 전술한 제조 방법은 하나의 예시이므로, 양자점(141) 상에 산화물 반도체(142)가 배치된 구조를 갖는 광 센서(100)를 제조하는 방법은 본 발명의 실시예들의 범위에 포함되는 것으로 볼 수 있다.
- [0054] 그리고, 본 발명의 실시예들은, 전술한 광 센서(100)를 이용하여 광 센싱에 기초한 논리 회로나 외부로부터 입사된 가시광선의 파장을 식별할 수 있는 이미지 센서 등과 같은 광 센싱 회로를 구현할 수 있다.
- [0055] 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)를 이용한 광 센싱 회로의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0056] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예들은, 전술한 광 센서(100)를 이용하여 논리 회로와 같은 광 센싱 회로를 구현할 수 있다.
- [0057] 일 예로, 도 4의 (a)에 도시된 예시와 같이, 외부 광의 입사 여부에 따라 출력되는 신호가 반전되는 NOT 논리 회로가 광 센서(100)를 이용하여 구현될 수 있다.
- [0058] 구체적으로, 광 센서(100)의 게이트 노드로 제어 전압(Vin)이 공급될 수 있다. 여기서, 제어 전압(Vin)은, 광 센서(100)에 의한 센싱이 수행되는 기간에 광 센서(100)를 턴-오프 시키는 레벨의 전압일 수 있다.
- [0059] 그리고, 광 센서(100)의 소스 노드 또는 드레인 노드는 센싱 노드(Sn)와 전기적으로 연결되고, 광 센서(100)의 드레인 노드 또는 소스 노드는 접지될 수 있다.
- [0060] 센싱 노드(Sn)는, 광 센싱 회로의 센싱 전압(Vout)이 검출되는 노드로서, 구동 전압(Vdrv)이 공급되는 노드와 전기적으로 연결될 수 있으며, 센싱 노드(Sn)와 구동 전압(Vdrv)이 공급되는 노드 사이에 저항 등이 연결될 수 있다.
- [0061] 광 센싱을 수행하는 기간에 외부로부터 광 L1이 입사되지 않으면, 광 센서(100)가 턴-오프 상태를 유지하므로 센싱 노드(Sn)로부터 검출되는 센싱 전압(Vout)은 일정한 레벨을 유지할 수 있다. 즉, L1이 0이면, 출력되는 센싱 전압(Vout)에 따른 출력 신호가 1인 것으로 볼 수 있다.
- [0062] 또는, 외부로부터 광 L1이 입사되면, 광 센서(100)가 턴-온 될 수 있다. 그리고, 광 센서(100)가 턴-온 되면, 센싱 노드(Sn)의 전압이 광 센서(100)를 통해 그라운드로 방전될 수 있으므로, 센싱 노드(Sn)로부터 검출되는 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소할 수 있다. 즉, L1이 1이면, 출력되는 센싱 전압(Vout)에 따른 출력 신호가 0인 것으로 볼 수 있다.
- [0063] 다른 예로, 도 4의 (b)에 도시된 예시와 같이, 복수의 광 센서(100)를 포함하며 모든 광 센서(100)로 외부 광이 입사되는 경우에만 특정 값(0 또는 1)을 출력하는 NAND 논리 회로가 구현될 수 있다.
- [0064] 구체적으로, 2개의 광 센서(100)가 센싱 노드(Sn)와 그라운드 사이에 직렬로 연결될 수 있다. 따라서, 2개의 광 센서(100)로 입사되는 광 L1, L2에 의해 2개의 광 센서(100)가 모두 턴-온 되는 경우에만 센싱 노드(Sn)의 전압이 그라운드로 방전되며, 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소할 수 있다.
- [0065] 즉, L1과 L2가 모두 1인 경우에만, 센싱 전압(Vout)에 따른 출력 신호가 0(또는 특정 값)인 것으로 볼 수 있다.
- [0066] 다른 예로, 도 4의 (c)에 도시된 예시와 같이, 복수의 광 센서(100)를 포함하며 복수의 광 센서(100) 중 어느 하나의 광 센서(100)로 광이 입사되면 특정 값을 출력하는 NOR 논리 회로가 구현될 수 있다.
- [0067] 도 4의 (c)를 참조하면, 2개의 광 센서(100)가 센싱 노드(Sn)와 그라운드 사이에 병렬로 연결될 수 있다. 따라서, 2개의 광 센서(100)로 입사되는 광 L1, L2 중 적어도 하나에 의해 광 센서(100)가 턴-온 되면, 센싱 노드(Sn)의 전압이 그라운드로 방전되며 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소할 수 있다.

- [0068] 즉, (L1, L2)가 (0, 1), (1, 0), (1, 1)인 경우에, 센싱 전압(Vout)에 따른 출력 신호가 0(또는 특정 값)인 것으로 볼 수 있다.
- [0069] 도 5는 도 4에 도시된 광 센싱 회로에 의해 출력되는 신호인 센싱 전압(Vout)의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0070] 도 5의 (a)는, 도 4의 (a)에 도시된 NOT 논리 회로에 의한 광 센싱의 예시를 나타낸다.
- [0071] 일 예로, 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 구동 전압(Vdrv)이 5V로 공급되고, 제어 전압(Vin)이 3V로 공급될 수 있다.
- [0072] 여기서, 광 센서(100)로 약 780nm 파장의 광이 공급되는 상태(또는 광이 공급되지 않는 상태)에서 약 635nm 파장의 광이 공급되면 광 센서(100)가 턴-온 됨에 의해 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소할 수 있다.
- [0073] 즉, 약 780nm 파장의 광이 광 센서(100)로 공급될 경우에 비하여 약 635nm 파장의 광이 광 센서(100)로 공급될 경우 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소되므로, 광이 입사될 때(L1=0일 때) 출력 신호가 0인 것으로 볼 수 있다. 따라서, 광 센서(100)를 이용한 NOT 논리 회로가 구현될 수 있다.
- [0074] 도 5의 (b)는, 도 4의 (b)에 도시된 NAND 논리 회로에 의한 광 센싱의 예시를 나타낸다.
- [0075] 일 예로, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 구동 전압(Vdrv)이 5V로 공급되고, 제어 전압(Vin)이 5V로 공급될 수 있다.
- [0076] 여기서, 광 센싱 회로에 포함된 2개의 광 센서(100)로 광이 입사되지 않거나 2개의 광 센서(100) 중 하나의 광 센서(100)로만 광이 입사되는 경우, 센싱 전압(Vout)의 레벨은 일정하게 유지될 수 있다. 그리고, 2개의 광 센서(100)로 모두 광이 입사되는 경우, 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소하는 것을 알 수 있다.
- [0077] 따라서, 광 센싱 회로에 포함된 2개의 광 센서(100)로 모두 광이 입사되는 경우 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소되므로, (L1, L2)가 (1, 1)일 때만 출력 신호가 0인 것으로 볼 수 있어, 광 센서(100)를 이용한 NAND 논리 회로가 구현될 수 있다.
- [0078] 도 5의 (c)는, 도 4의 (c)에 도시된 NOR 논리 회로에 의한 광 센싱의 예시를 나타낸다.
- [0079] 일 예로, 도 5의 (c)에 도시된 바와 같이, 구동 전압(Vdrv)이 5V로 공급되고, 제어 전압(Vin)이 5V로 공급될 수 있다.
- [0080] 여기서, 광 센싱 회로에 포함된 2개의 광 센서(100)로 모두 광이 입사되지 않을 경우 센싱 전압(Vout)의 레벨이 일정하게 유지된다. 그리고, 2개의 광 센서(100) 중 적어도 하나의 광 센서(100)로 광이 입사되면 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소될 수 있다.
- [0081] 그러므로, 광 센싱 회로에 포함된 2개의 광 센서(100) 중 어느 하나로 광이 입사되는 경우 센싱 전압(Vout)의 레벨이 감소되므로, (L1, L2)가 (0, 1), (1, 0), (1, 1)일 때 출력 신호가 0인 것으로 볼 수 있어, 광 센서(100)를 이용한 NOR 논리 회로가 구현될 수 있다.
- [0082] 또한, 본 발명의 실시예들은, 밴드갭이 상이한 양자점(141)이 배치된 복수의 광 센서(100)를 이용하여 컬러 필터 없이 입사되는 가시광선의 파장 또는 파장 대역을 식별할 수 있는 광 센싱 회로를 제공할 수 있다.
- [0083] 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)를 이용한 광 센싱 회로의 다른 예시를 나타낸 도면이다.
- [0084] 도 6을 참조하면, 광 센싱 회로는 복수의 광 센서(100)를 포함할 수 있으며, 일정한 개수의 광 센서(100)가 하나의 단위 회로를 구성할 수 있다. 일 예로, 3개의 광 센서(100)가 하나의 단위 회로를 구성할 수 있다.
- [0085] 단위 회로에 포함된 광 센서(100)는, 각각 전술한 광 센서(100)와 같이, 기관(110) 상에 배치되며, 게이트 전극(120), 게이트 절연층(130), 광 기능 활성층(140), 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160) 등을 포함할 수 있다.
- [0086] 광 기능 활성층(140)은, 양자점(141)과 양자점(141) 상에 배치되는 산화물 반도체(142)를 포함할 수 있다.
- [0087] 여기서, 하나의 단위 회로에 포함된 3개의 광 센서(100)에 포함된 광 기능 활성층(140) 각각은, 상이한 밴드갭을 갖는 양자점(141)을 포함할 수 있다.
- [0088] 일 예로, 3개의 광 센서(100) 각각은 가장 작은 제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점(141a), 제1 밴드갭보다 큰 제2 밴드갭을 갖는 제2 양자점(141b) 및 제2 밴드갭보다 큰 제3 밴드갭을 갖는 제3 양자점(141c)을 포함할 수 있다.
- [0089] 제1 밴드갭, 제2 밴드갭 및 제3 밴드갭은 산화물 반도체(142)의 밴드갭보다 작을 수 있다.

- [0090] 제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점(141a)은 적색 광에 반응하는 양자점(141)일 수 있다. 또한, 제1 양자점(141a)은, 적색 광보다 에너지 레벨이 높은 녹색 광과 청색 광에도 반응할 수 있다.
- [0091] 제2 밴드갭을 갖는 제2 양자점(141b)은 녹색 광에 반응하는 양자점(141)일 수 있다. 또한, 제2 양자점(141b)은, 녹색 광보다 에너지 레벨이 높은 청색 광에도 반응할 수 있다.
- [0092] 제3 밴드갭을 갖는 제3 양자점(141c)은 청색 광에 반응하는 양자점(141)일 수 있다.
- [0093] 따라서, 단위 회로에 포함된 3개의 광 센서(100) 각각이 상이한 밴드갭을 갖는 양자점(141)을 포함하므로, 외부로부터 입사되는 가시광선의 파장 대역에 따라 상이하게 구동될 수 있다.
- [0094] 일 예로, 외부로부터 적색 광이 입사되면, 제1 양자점(141a)을 포함하는 광 센서(100)는 턴-온 될 수 있다. 반면, 제2 양자점(141b)이나 제3 양자점(141c)을 포함하는 광 센서(100)는 제2 양자점(141b)과 제3 양자점(141c)이 적색 광에 반응하지 않으므로 턴-오프 상태를 유지할 수 있다.
- [0095] 그리고, 외부로부터 녹색 광이 입사되면, 제2 양자점(141b)을 포함하는 광 센서(100)가 턴-온 될 수 있다. 또한, 제1 양자점(141a)이 녹색 광에 반응하므로 제1 양자점(141a)을 포함하는 광 센서(100)도 턴-온 될 수 있다. 반면, 제3 양자점(141c)을 포함하는 광 센서(100)는 제3 양자점(141c)이 녹색 광에 반응하지 않으므로 턴-오프 상태를 유지할 수 있다.
- [0096] 외부로부터 에너지 레벨이 가장 높은 청색 광이 입사되는 경우에는, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)이 모두 청색 광에 반응하므로, 단위 회로에 포함된 3개의 광 센서(100)가 모두 턴-온 될 수 있다.
- [0097] 이와 같이, 외부로부터 입사되는 가시광선에 따라 단위 회로에 포함된 광 센서(100)의 턴-온 여부가 상이하므로, 광 센서(100)의 턴-온 여부나 광 센서(100)의 턴-온, 턴-오프에 따라 단위 회로로부터 출력되는 신호를 검출하여 광 센싱 회로에 입사되는 가시광선의 파장을 식별할 수 있다.
- [0098] 또는, 하나의 광 센서(100)에 포함된 광 기능 활성층(140)이 상이한 밴드갭을 갖는 복수의 양자점(141)을 포함하는 구조에 의해 광 센서(100)로 입사되는 가시광선의 파장 또는 파장 대역을 식별할 수도 있다.
- [0099] 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)의 구조의 다른 예시를 나타낸 도면이다.
- [0100] 도 7을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)는, 기관(110)과, 기관(110) 상에 배치된 게이트 전극(120), 게이트 전극(120) 상에 배치된 게이트 절연층(130)을 포함할 수 있다.
- [0101] 게이트 절연층(130) 상에 광 기능 활성층(140)이 배치될 수 있으며, 광 기능 활성층(140) 상에 소스 전극(150)과 드레인 전극(160)이 배치될 수 있다.
- [0102] 광 기능 활성층(140)은, 상이한 밴드갭을 갖는 복수의 양자점(141)을 포함할 수 있다. 또한, 광 기능 활성층(140)은, 양자점(141)의 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체(142)를 포함할 수 있다.
- [0103] 일 예로, 광 기능 활성층(140)은, 제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점(141a), 제1 밴드갭보다 큰 제2 밴드갭을 갖는 제2 양자점(141b), 제2 밴드갭보다 큰 제3 밴드갭을 갖는 제3 양자점(141c)을 포함할 수 있다. 그리고, 광 기능 활성층(140)은, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c) 상에 배치되고, 제3 밴드갭보다 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체(142)를 포함할 수 있다.
- [0104] 즉, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)은 게이트 절연층(130)과 산화물 반도체(142) 사이에 배치될 수 있다. 그리고, 산화물 반도체(142)는, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c) 상에 배치되며 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)과 접촉될 수 있다. 또한, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)의 일부는 소스 전극(150) 및 드레인 전극(160)과 중첩된 영역에 위치할 수 있다.
- [0105] 또한, 경우에 따라, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)과 게이트 절연층(130) 사이에 산화물 반도체(142)가 추가적으로 배치될 수도 있다. 또한, 경우에 따라, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c) 사이에 산화물 반도체(142)가 추가적으로 배치될 수도 있다.
- [0106] 이와 같이, 상이한 밴드갭을 갖는 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)이 광 기능 활성층(140)에 포함됨에 따라, 외부로부터 입사되는 적색 광, 녹색 광 및 청색 광에 따라 광 센서(100)가 상이한 구동 특성을 나타낼 수 있다.

- [0107] 즉, 외부 광의 입사에 따라 광 센서(100)를 통해 흐르는 전류의 양이 다르게 나타나 수 있다. 따라서, 광 센서(100)를 통해 흐르는 전류의 양의 변화에 따른 출력 신호의 변화에 기초하여 외부로부터 입사된 가시광선의 파장 대역을 식별할 수 있다.
- [0108] 또한, 도 7에 도시된 예시와 같이, 밴드갭이 상이한 양자점(141) 중 밴드갭이 가장 큰 양자점(141)을 외부 광이 입사되는 면과 인접하게 배치함으로써, 광 센싱의 감도를 높여줄 수도 있다.
- [0109] 일 예로, 도 7에 도시된 예시와 같이, 가장 작은 제1 밴드갭을 갖는 제1 양자점(141a)이 게이트 절연층(130) 상에 배치된다. 제1 양자점(141a) 상에 제1 밴드갭보다 큰 제2 밴드갭을 갖는 제2 양자점(141b)이 배치된다. 제2 양자점(141b) 상에 제2 밴드갭보다 큰 제3 밴드갭을 갖는 제3 양자점(141c)이 배치된다.
- [0110] 그리고, 가장 큰 밴드갭을 갖는 산화물 반도체(142)가 제3 양자점(141c) 상에 배치된다.
- [0111] 이와 같이, 양자점(141)의 밴드갭이 작은 순서로 적층되어 배치됨에 따라, 외부로부터 입사되는 가시광선에 대한 반응 효율을 높여줄 수 있다.
- [0112] 일 예로, 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)이 모두 반응하는 에너지 레벨이 높은 청색 광이 입사될 경우, 청색 광이 제3 양자점(141c)에 먼저 도달하므로, 제1 양자점(141a)이나 제2 양자점(141b)에 의해 청색 광의 에너지가 손실되는 것을 방지할 수 있다.
- [0113] 그리고, 제1 양자점(141a)만 반응하는 에너지 레벨이 낮은 적색 광이 입사될 경우, 적색 광이 제3 양자점(141c)이나 제2 양자점(141b)에 도달하더라도 제3 양자점(141c)과 제2 양자점(141b)이 적색 광에 반응하지 않으므로, 적색 광의 에너지 손실 없이 제1 양자점(141a)에 도달하여 적색 광의 센싱이 수행될 수 있다.
- [0114] 도 8은 도 7에 도시된 광 센서(100)가 입사되는 외부 광에 따라 출력하는 신호의 예시를 나타낸 도면이다.
- [0115] 도 8을 참조하면, 도 8의 (a)는 광 센서(100)로 일정한 레벨(예, 20V)의 구동 전압(V_{drv})이 공급된 상태에서 외부에서 광 센서(100)로 입사되는 광의 파장에 따라 광 센서(100)를 통해 흐르는 전류 I_d 의 변화를 나타낸다.
- [0116] 광 센서(100)의 게이트 노드로 인가되는 제어 전압(V_{in})이 광 센서(100)를 턴-오프 시키는 레벨인 구간에서 외부 광의 입사에 따라 광 센서(100)를 통해 흐르는 전류 I_d 가 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0117] 그리고, 에너지 레벨이 낮은 약 635nm 파장의 광이 입사될 때 광 센서(100)를 통해 흐르는 전류 I_d 의 증가 폭이 가장 작고, 에너지 레벨이 높은 약 405nm 파장의 광이 입사될 때 광 센서(100)를 통해 흐르는 전류 I_d 의 증가 폭이 가장 큰 것을 확인할 수 있다.
- [0118] 도 8의 (b)는 광 센서(100)로 입사되는 광의 파장에 따른 광 센서(100)의 출력 전류의 변화와 광응답의 변화를 나타낸다.
- [0119] 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이, 약 450nm, 약 520nm 및 약 635nm 파장의 광이 입사될 경우, 에너지 레벨이 가장 높은 약 450nm 파장의 광이 입사될 때 광 센서(100)의 출력 전류가 가장 크고, 에너지 레벨이 가장 낮은 약 635nm 파장의 광이 입사될 때 광 센서(100)의 출력 전류가 가장 작은 것을 확인할 수 있다.
- [0120] 그리고, 에너지 레벨이 높은 낮은 파장의 광이 입사될수록 광응답이 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [0121] 이와 같이, 광 센서(100)가 밴드갭이 상이한 제1 양자점(141a), 제2 양자점(141b) 및 제3 양자점(141c)을 포함하므로, 광 센서(100)로 입사되는 여러 파장 대역의 가시광선에 반응할 수 있다. 그리고, 입사되는 가시광선의 에너지 레벨에 따라 양자점(141)에 의한 광 전류나 광 전압 등이 상이하므로, 광 센서(100)에 의해 출력되는 신호에 기초하여 광 센서(100)로 입사되는 가시광선의 파장 대역, 즉, 색상을 식별할 수 있다.
- [0122] 전술한 광 센서(100)나 광 센서(100)를 이용하여 구성된 광 센싱 회로는 별도의 센서로 제공될 수도 있고, 여러 유형의 전자 장치에 포함될 수도 있다.
- [0123] 일 예로, 본 발명의 실시예들에 따른 광 센서(100)는, 디스플레이 장치, 모바일 단말, 웨어러블 기기, 자동차 유리, 각종 사물인터넷 기술이 적용된 전자 장치 등에 포함될 수 있다.
- [0124] 그리고, 광 센서(100)가 발광 소자를 포함하는 전자 장치에 포함된 경우에는, 전자 장치에 포함된 발광 소자의 구동 타이밍에 따라 광 센서(100)가 구동될 수 있다.
- [0125] 일 예로, 광 센서(100)가 디스플레이 장치에 포함된 경우, 광 센서(100)는 디스플레이 장치의 내부에 포함된 발광 소자가 턴-오프 된 기간 중 적어도 일부 기간에 광 센싱을 수행할 수 있다. 여기서, 디스플레이 장치의 내부

에 포함된 발광 소자는, 일 예로, 백라이트 유닛에 포함되거나, 디스플레이 패널의 각 화소에 포함된 발광 소자 일 수 있다.

[0126] 디스플레이 장치에 포함된 발광 소자가 턴-오프 된 기간에 광 센서(100)의 게이트 노드로 광 센서(100)를 턴-오프 시키는 레벨의 전압이 공급되며 광 센싱이 수행될 수 있다.

[0127] 즉, 투과도 높은 광 센서(100)가 발광 소자를 포함하는 전자 장치에 포함된 경우에도, 광 센서(100)를 이용한 광 센싱이 수행될 수 있다.

[0128] 전술한 본 발명의 실시예들에 의하면, 밴드갭이 작은 양자점(141)과 밴드갭이 큰 산화물 반도체(142)가 적층된 광 기능 활성층(140)을 포함하는 광 센서(100)에 의해 높은 투과도를 가지면서 가시광선의 센싱이 가능한 광 센서(100)를 제공할 수 있다.

[0129] 또한, 밴드갭이 상이한 양자점(141)을 포함하는 복수의 광 센서(100)를 이용하거나, 밴드갭이 상이한 복수의 양자점(141)이 적층된 광 기능 활성층(140)을 포함하는 광 센서(100)를 이용함으로써, 컬러 필터 없이 광 센서(100)로 입사되는 가시광선의 파장 대역을 식별할 수 있다.

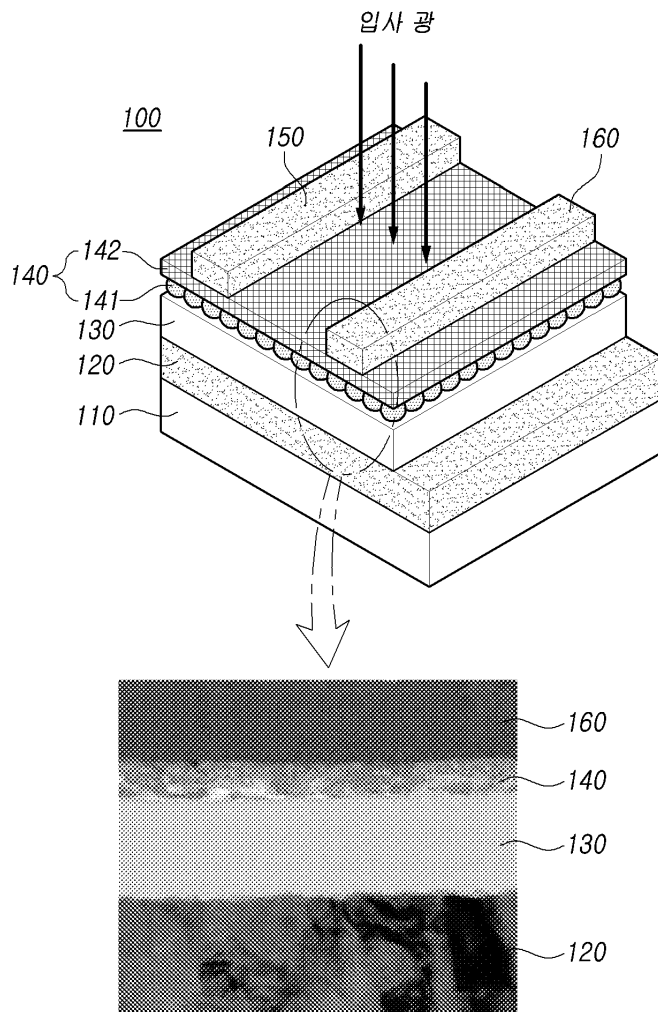
[0130] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 또한, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

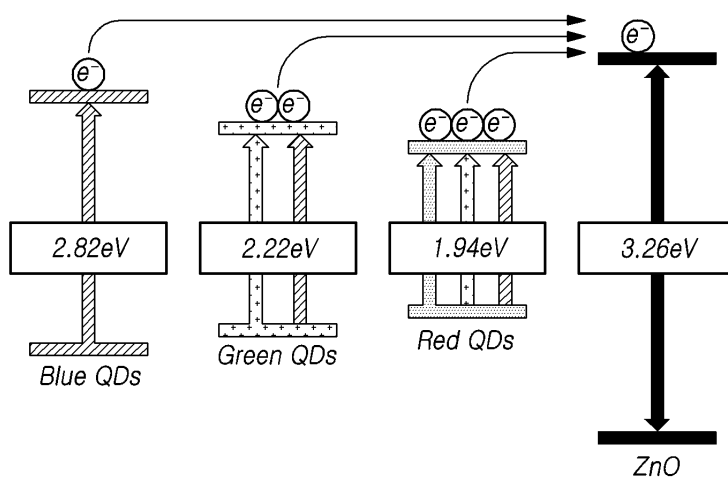
[0131] 100: 광 센서 110: 기관
120: 게이트 전극 130: 게이트 절연층
140: 광 기능 활성층 141: 양자점
142: 산화물 반도체 150: 소스 전극
160: 드레인 전극

도면

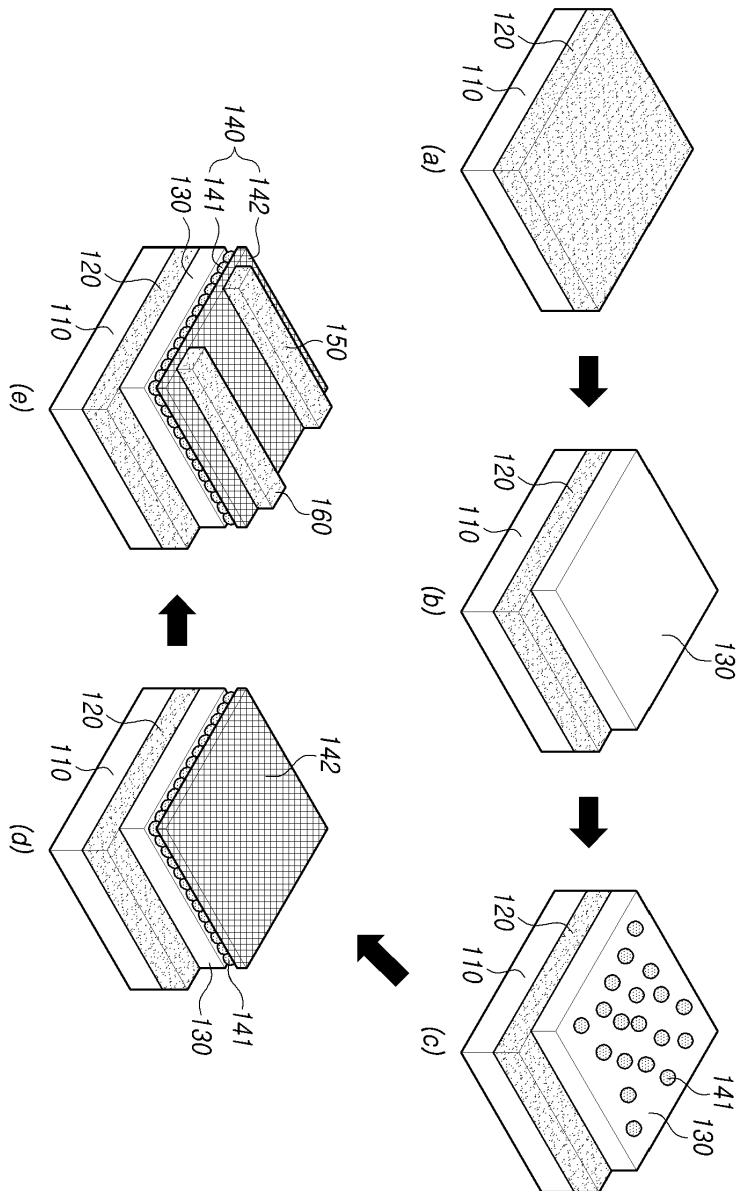
도면1



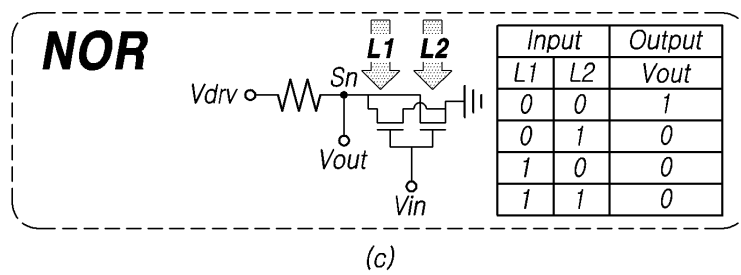
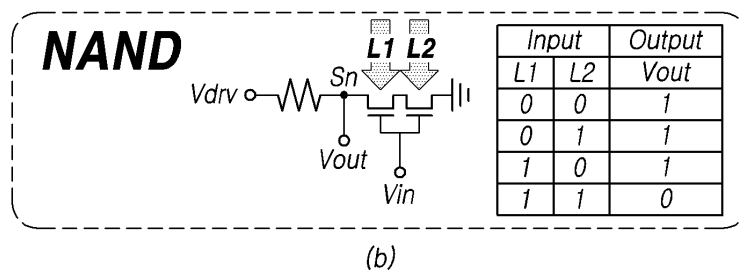
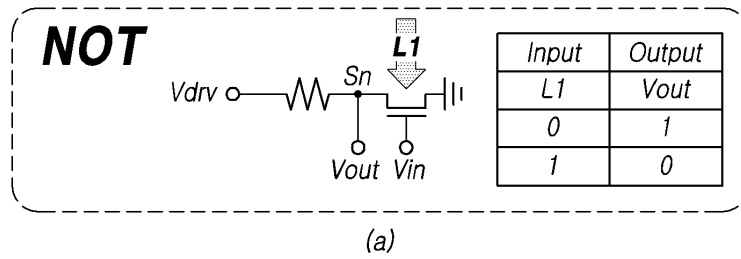
도면2



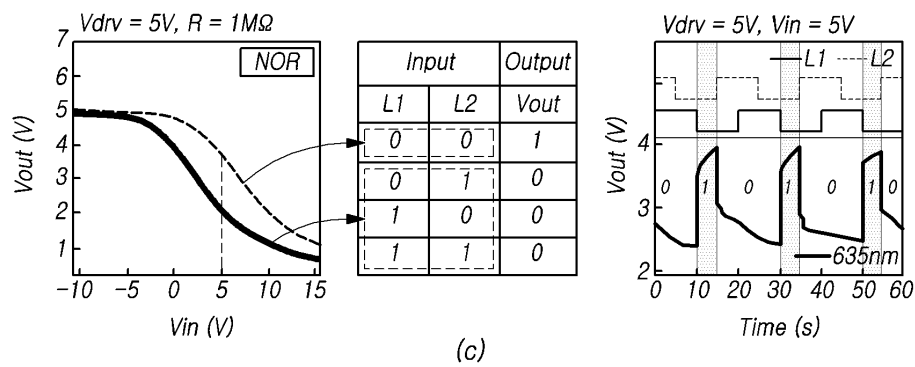
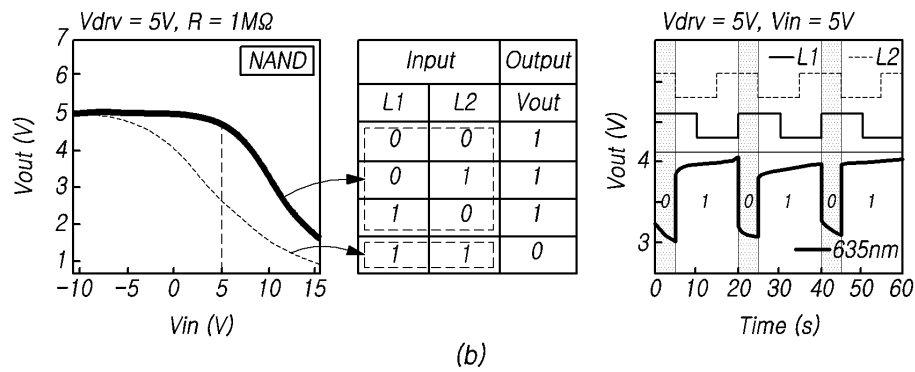
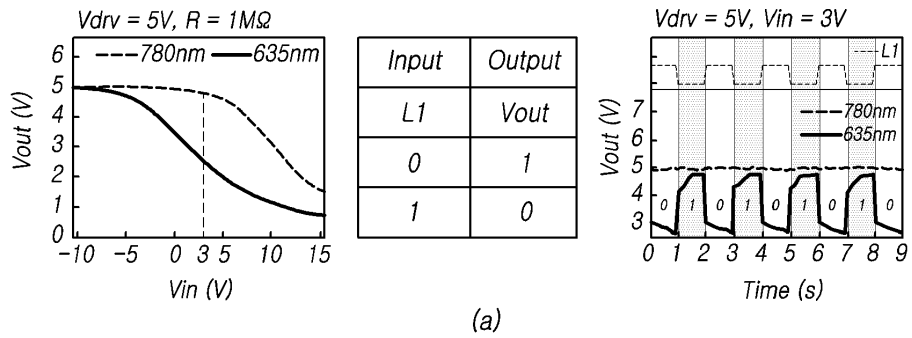
도면3



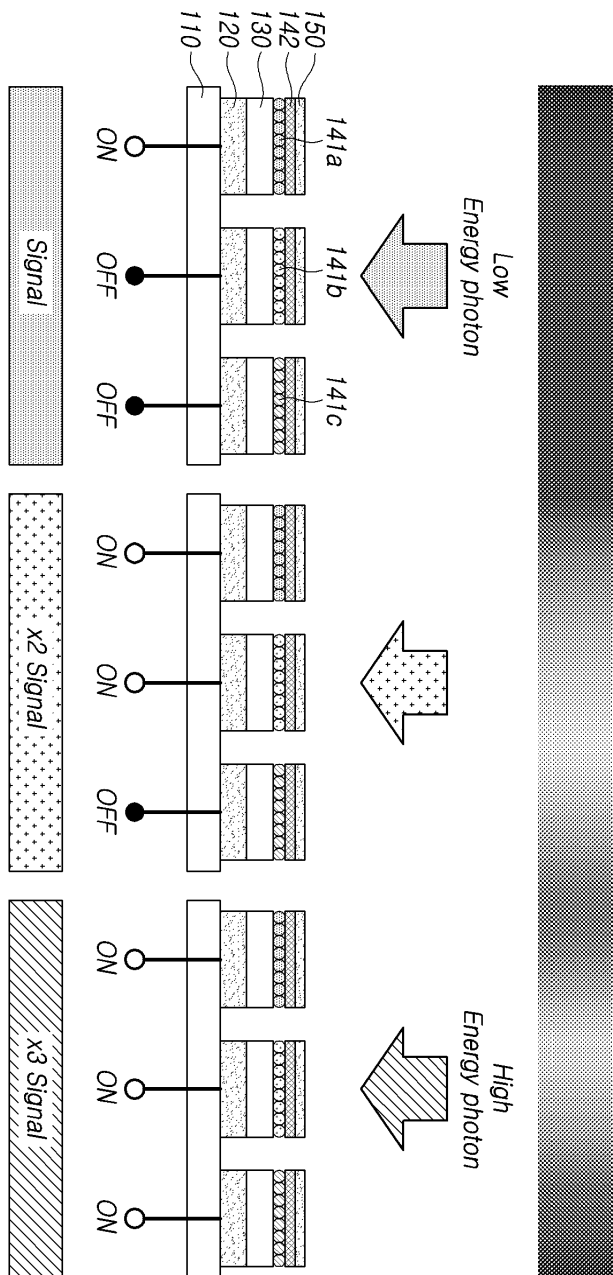
도면4



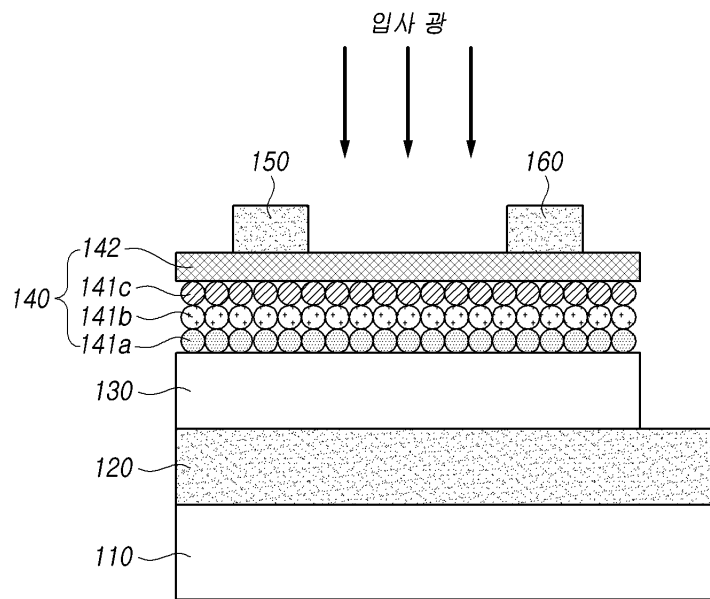
도면5



도면6



도면7



도면8

