(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0114984
(43) 공개일자 2011년10월20일

(51) Int. Cl.
H01L 33/20 (2010.01) *B82B 1/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0034407
(22) 출원일자 2010년04월14일
심사청구일자 2010년04월14일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김규태
경기도 광명시 철산4동 도덕파크타운 102-1906
최재완
서울특별시 성북구 종암동 23-6번지 203호
지현진
서울특별시 강서구 화곡8동 894-4번지 3층
(74) 대리인
특허법인주원

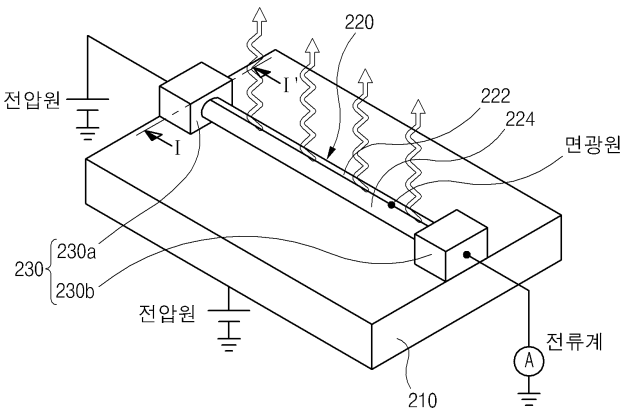
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 나노 막대를 이용한 발광 소자 및 그 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 나노 막대를 이용한 발광 소자 및 그 제조 방법을 공개한다. 본 발명은 PLD(Pulsed Laser Deposition) 방식으로, 나노 막대의 측면에 나노 막대의 타입과 대응되는 타입의 물질을 증착하여 나노 막대의 측면에 PN 접합을 형성하고, 나노 막대의 측면에 형성된 PN 접합부를 모두 면광원으로 사용함으로써, 종래 기술에 비하여 발광 면적을 확대하여 발광 효율을 현저하게 향상시키는 효과가 있다. 또한, 종래 기술에 비하여, 본 발명은 PN 접합 면적이 확대됨으로써 전기적 안정성 측면에서 서로 다른 두 반도체의 접촉 저항을 감소시킴으로써 소자의 수명을 연장시키고, 접촉면에서의 열 발생을 감소시킴으로써 소자의 안정적인 동작에도 기여하는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 고온에서 증착이 수행되는 기존 CVD 방법에 비하여 상대적으로 낮은 온도에서 증착이 수행되는 PLD 방식을 이용함으로써, 나노 막대에 추가적으로 후막을 증착하여 발광부를 생성할 때, 기성장된 나노 막대 구조의 안정성으로 유지할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 PLD 방식으로 나노 막대에 후막을 증착하므로, 증착되는 물질을 용이하게 변경할 수 있고, 이에 따라서 발생되는 빛의 파장을 용이하게 제어할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20090082826/20090083380/R322009000100820

부처명 한국과학재단/한국과학재단/한국과학재단

연구관리전문기관

연구사업명 원천기술개발사업/원천기술개발사업/세계적수준의연구중심대학육성사업

연구과제명 나노선소자 안정화 핵심기술/유무기 나노재료의 복합체 소자 구현기술 개발(총괄과제명:분자제어 NIT 융복합 소자기술개발)/플렉서블 나노시스템 기반기술

기여율

주관기관 한국과학재단/한국화학연구원/한국화학연구원

연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2010년 05월 31일/2009년 07월 10일 ~ 2010년 06월 30일/2008년 12월 01일 ~ 2009년 10월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

기판;

상기 기판위에 배치되어 전원이 인가되면 빛을 발생시키는 발광부; 및

상기 발광부로 전원을 인가하는 전극부;를 포함하고,

상기 발광부는 n-type 또는 p-type으로 도핑된 나노 막대, 및 상기 나노 막대와 대응되도록 p-type 또는 n-type으로 도핑되어 상기 나노 막대의 측면에 접합하는 측면부를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 측면부는 상기 나노 막대의 일부 영역을 감싸도록 형성된 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전극부는 상기 나노 막대 및 측면부와 모두 접촉되도록 형성된 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전극부는 상기 발광부의 양 단부에 접촉되는 한 쌍의 전극을 포함하고,

상기 한 쌍의 전극 각각은 서로 다른 타입의 메탈로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자.

청구항 5

(a) 소정의 반도체 기판위에 n-type 또는 p-type으로 도핑된 나노 막대를 성장시키는 단계;

(b) 상기 나노 막대의 측면에 상기 나노 막대와 대응되도록 p-type 또는 n-type 으로 도핑된 측면부를 형성하여 발광부를 생성하는 단계;

(c) 상기 발광부를 상기 반도체 기판으로부터 분리하는 단계; 및

(d) 상기 발광부를 기판에 배치하고 상기 발광부에 전원을 공급하는 전극부를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

PLD(Pulsed Laser Deposition) 방식으로 상기 측면부가 상기 나노 막대의 일부 영역을 감싸도록 상기 측면부를 형성하는 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 (d) 단계는

상기 전극부를 상기 나노 막대 및 측면부와 모두 접촉하도록 형성하는 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전극부는 상기 발광부의 양 단부에 접촉되는 한 쌍의 전극을 포함하고,

상기 (d) 단계는, 상기 한 쌍의 전극 각각을 서로 다른 타입으로 도핑된 메탈로 형성하는 것을 특징으로 하는 나노 막대를 이용한 발광 소자 제조 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 나노 막대를 이용한 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래에 발광소자의 재료로서 많이 연구되고 있는 것은 질화갈륨(GaN)계 화합물 반도체이다. 질화갈륨계 화합물 반도체는 밴드갭이 넓고 질화물의 조성에 따라 가시광선에서 자외선까지 거의 전파장 영역의 빛을 얻을 수 있다.

[0003] 그러나, 질화갈륨계 화합물 반도체를 박막 형태로 질화물 박막으로 성장시킬 경우, 박막 성장 과정에서 전위(dislocation), 그레인 경계(grain boundary), 점결함(point defects) 등이 발생하기 때문에, 질화갈륨계 화합물 반도체를 이용한 발광소자는 결함으로 인하여 발광 효율이 떨어지는 단점이 있다.

[0004] 종래의 박막 형태의 광소자 제작에 있어 내부에서 발생하는 빛의 손실을 줄이고자 박막의 표면에 나노 스케일의 패턴을 형성하여 광효율 증가시키는 나노기술 응용의 다양한 시도가 진행 중이며, 이는 박막 기반으로 제작된 소자에 식각 및 포토와 같은 추가 공정을 통해 나노패턴을 진행해야 하는 복잡한 공정을 거치게 되는데, 이런 공정을 진행하는 동안 광효율 증가라는 이점을 가질 수 있으나 소자 표면에 식각 및 포토 등 추가 공정을 통해 생기는 전기적 특성이 나빠지는 문제점이 발생한다.

[0005] 이러한 단점을 개선하기 위하여, 질화갈륨계 화합물 반도체나 산화아연 등을 이용하여 일차원의 막대 또는 선모양의 나노막대, 즉 나노 막대 또는 나노선의 형태로 p-n 접합을 형성함으로써 나노 스케일의 발광소자를 형성하는 기술이 연구되고 있다. 대표적으로는, 1차원 나노막대에 p-n 접합 다이오드 광소자를 적용하고자 하는 시도가 많이 이루어지고 있으며, 가장 일반적인 형태는 p-type 의 나노선과 n-type 의 나노선을 dielectrophoresis (전기영동)방법 등으로 일정한 위치에 교차하도록 위치시켜 교차점에서 점광원을 형성하여 소자를 구현시키는 방법이다.(Charles M. Lieber, Small 2005, 1, No.1)

[0006] 상술한, 종래 기술에 따른, 나노 막대를 이용한 발광 소자를 도 1에 도시하였다. 도 1을 참조하면, 반도체 기판(10)위에 제 1 타입(n-type 또는 p-type)의 나노막대(20)를 배치하고, 그 위에 제 1 타입에 대응되는 제 2 타입(p-type 또는 n-type)의 나노막대(30)를 제 1 타입의 나노막대(20)와 교차하도록 배치한 후, 각 나노막대에 전극(25, 35)을 연결하여 전압을 인가하면, 나노막대들의 교차점에서 p-n Junction 이 형성되어, 점광원으로부터 빛이 발산된다. 이러한 나노막대들의 교차 방식을 이용하여 점광원을 구현한 구체적인 방식은 상술한 논문에 상세하게 기술되어 있으므로, 구체적인 설명은 생략한다.

[0007] 상술한 종래 기술은 두 가지 타입의 반도체성 나노막대를 교차함으로써 p-n junction 구조를 형성하게 되는데, 상술한 종래기술에 따른 나노막대 교차방법의 경우 빛이 나노막대(나노선)의 교차점에서만 발생하므로, 좁은 접촉면적에 따른 광효율 저하 및 접촉 저항 증가에 따른 전기적인 불안정성 문제점이 나타난다.

[0008] 또한, 상술한 방식은 두 가지의 서로 다른 타입의 나노막대를 이용하여 물리적으로 접합 소자로 만드는 것이므로 그 사이의 접촉 저항이 박막 소자에 비해 매우 증가하게 되어 그 구동전압이 커지므로 전기적 효율이 낮은 문제점이 나타난다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 종래 기술의 박막 형태의 질화갈륨계 화합물 반도체를 구현하는 경우에, 박막 성장 과정에서 발생하는 전위(dislocation), 그레인 경계(grain boundary), 점결함(point defects) 등의 소자 결함으로 인하여 발광 효율이 떨어지는 문제점을 해결할 수 있는 나노 막대(또는 나노 선)를 이용한 발광 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 나노 막대의 특정 지점만을 광원으로 이용하는 것이 아니라, 나노 막대의 길이방향 전체 영역을 광원으로 이용할 수 있는, 나노 막대(또는 나노선)를 이용한 발광 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 막대를 이용한 발광 소자는, 기판; 상기 기판위에 배치되어 전원이 인가되면 빛을 발생시키는 발광부; 및 상기 발광부로 전원을 인가하는 전극부;를 포함하고, 상기 발광부는 n-type 또는 p-type으로 도핑된 나노 막대, 및 상기 나노 막대와 대응되도록 p-type 또는 n-type 으로 도핑되어 상기 나노 막대의 측면에 접합하는 측면부를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 측면부는 상기 나노 막대의 일부 영역을 감싸도록 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 전극부는 상기 나노 막대 및 측면부와 모두 접촉되도록 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 전극부는 상기 발광부의 양 단부에 접촉되는 한 쌍의 전극을 포함하고, 상기 한 쌍의 전극 각각은 서로 다른 타입의 메탈로 형성될 수 있다.

[0015] 한편, 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 막대를 이용한 발광 소자 제조 방법은, (a) 소정의 반도체 기판위에 n-type 또는 p-type으로 도핑된 나노 막대를 성장시키는 단계; (b) 상기 나노 막대의 측면에 상기 나노 막대와 대응되도록 p-type 또는 n-type 으로 도핑된 측면부를 형성하여 발광부를 생성하는 단계; (c) 상기 발광부를 상기 반도체 기판으로부터 분리하는 단계; 및 (d) 상기 발광부를 기판에 배치하고 상기 발광부에 전원을 공급하는 전극부를 형성하는 단계를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 (b) 단계는, PLD(Pulsed Laser Deposition) 방식으로 상기 측면부가 상기 나노 막대의 일부 영역을 감싸도록 상기 측면부를 형성할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 (d) 단계는, 상기 전극부를 상기 나노 막대 및 측면부와 모두 접촉하도록 형성할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 전극부는 상기 발광부의 양 단부에 접촉되는 한 쌍의 전극을 포함하고, 상기 (d) 단계는, 상기 한 쌍의 전극 각각을 서로 다른 타입으로 도핑된 메탈로 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 상술한 바와 같이, 본 발명은 PLD(Pulsed Laser Deposition) 방식으로, 나노 막대의 측면에 나노 막대의 타입과 대응되는 타입의 물질을 증착하여 나노 막대의 측면에 PN 접합을 형성하고, 나노 막대의 측면에 형성된 PN 접합부를 모두 면광원으로 사용함으로써, 종래 기술에 비하여 발광 면적을 확대하여 발광 효율을 현저하게 향상시키는 효과가 있다.

[0020] 또한, 종래 기술에 비하여, 본 발명은 PN 접합 면적이 확대됨으로써 전기적 안정성 측면에서 서로 다른 두 반도체의 접촉 저항을 감소시킴으로써 소자의 수명을 연장시키고, 접촉면에서의 열 발생을 감소시킴으로써 소자의 안정적인 동작에도 기여하는 효과가 있다.

[0021] 또한, 본 발명은 고온에서 증착이 수행되는 기존 CVD 방법에 비하여 상대적으로 낮은 온도에서 증착이 수행되는 PLD 방식을 이용함으로써, 나노 막대에 추가적으로 후막을 증착하여 발광부를 생성할 때, 기성장된 나노 막대 구조의 안정성으로 유지할 수 있는 효과가 있다.

[0022] 또한, 본 발명은 PLD 방식으로 나노 막대에 후막을 증착하므로, 증착되는 물질을 용이하게 변경할 수 있고, 이에 따라서 발생되는 빛의 파장을 용이하게 제어할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 종래기술에 따른 나노 막대를 이용한 발광 소자의 일 예를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 막대를 이용한 광소자를 도시한 도면이다.

도 3은 도 2에 도시된 I-I'라인에 따른 전극부와 발광부의 단면을 도시한 도면이다.

도 4a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 나노 막대를 이용한 발광소자에서 빛을 발생시키는 동작 원리를 설명하는 도면이고, 도 4b는 도 4a에 도시된 발광 소자의 구조를 간략한 회로도로 도시한 도면이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 막대를 이용한 발광 소자의 제조 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.

[0025] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노막대(222)를 이용한 광소자를 도시한 도면이다.

[0026] 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노막대(222)를 이용한 발광 소자는 기판(210)위에 발광부(220)가 배치되어 있고, 발광부(220)의 양 측면에는 발광부(220)에 전원을 인가하기 위한 전극부(230)가 형성되어 있다.

[0027] 본 발명의 바람직한 실시예에서 이용되는 기판(210)은 광소자 제조에 일반적으로 이용되는 반도체 기판일 수 있다.

[0028] 발광부(220)는 제 1 타입(n-type 또는 p-type)으로 도핑된 나노막대(222)의 측면에 제 1 타입과 대응되는 제 2 타입(p-type 또는 n-type)으로 도핑된 물질(224, 이하"측면부"라 칭함)이 접합되어 형성된 막대 형상을 갖는다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 설명의 편의를 위해서 발광부(220)에 포함되는 구성을 "나노막대(nano rod)"라고 표현하였으나, 본 발명의 나노막대(222)는 "나노선(nano wire)" 등을 포괄적으로 포함하는 개념임을 주의하여야 한다.

[0029] 발광부(220)에 대해서 구체적으로 설명하면, 발광부(220)는 나노막대(222)의 측면에 측면부(224)가 접합한 막대 형상을 갖는다.

[0030] 나노막대(222)는 직경이 10nm ~ 10um인 제 1 타입(n-type 또는 p-type)으로 도핑된 Zno, SnO, Si, CuO, As-ZnO, P-ZnO 등의 물질로 형성되는데, 나노막대(222)는 공지된 임의의 나노막대(222)의 형성 공정에 따라서 형성될 수 있다.

[0031] 측면부(224)는 후술하는 PLD(Pulsed Laser Deposition) 방식으로 나노막대(222)의 측면에 접합되도록 형성되고, 나노막대(222)의 타입에 대응되는 타입으로 도핑된 물질로 형성된다. 예컨대, 나노막대(222)가 Zno, SnO 등 n-type 물질로 형성된 경우에, 측면부(224)는 Si, CuO, As-ZnO 등과 같은 p-type 물질로 형성된다. 또한, 나노막대(222)가 p-type 물질로 형성되는 경우에 측면부(224)는 n-type 물질로 형성된다.

[0032] 측면부(224)는 후술하는 전극부(230)가 나노막대(222) 및 측면부(224)에 모두 접촉하도록 나노막대(222)의 일부 영역만을 감싸도록 형성된다.

[0033] 한편, 전극부(230)는 발광부(220)의 양단에 각각 하나씩 설치되는 한 쌍의 전극(230a, 230b)으로 구성된다. 한 쌍의 전극(230a, 230b) 각각은 n-type 메탈 및 p-type 메탈로 형성되는 것이 바람직하다.

[0034] 도 3은 도 2에 도시된 I-I'라인에 따른 전극부(230)와 발광부(220)의 단면을 도시한 도면이다. 도 3을 더 참조하면, 측면부(224)는 나노막대(222)의 측면에 형성되고, 측면부(224)는 나노막대(222)의 둘레를 완전히 감싸지 않도록 나노막대(222) 둘레의 일부 영역에 접합한다. 이 때, 나노막대(222)와 측면부(224)의 접합면에서 P-N junction(223)이 형성된다.

[0035] 전극부(230)를 구성하는 한 쌍의 전극(230a,230b) 각각은 나노막대(222) 및 측면부(224)를 모두 접촉하도록 발광부(220)의 단부에 형성되는 것이 바람직하다. 이를 위해서, 전극부(230)는 발광부(220)가 전극 내부에 매립되도록 형성되는 것이 바람직하다.

[0036] 도 4a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 나노막대(222)를 이용한 발광소자에서 빛을 발생시키는 동작 원리를 설명하는 도면이고, 도 4b는 도 4a에 도시된 발광 소자의 구조를 간략한 회로도로 도시한 도면이다.

[0037] 도 4a 및 도 4b를 더 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광 소자의 동작 과정을 설명하면, 나노막대(222)는 n-type 물질로 형성되고, 측면부(224)는 p-type 물질로 형성되어 나노막대(222)와 측면부(224)의 접합면에서는 P-N junction 이 형성된다.

[0038] 또한, 전극부(230)를 구성하는 한 쌍의 전극들 중 제 1 전극(230a)은 p-type 메탈로 형성되고, 제 2 전극(230b)은 n-type 메탈로 형성되며, 각각의 전극은 나노막대(222) 및 측면부(224)와 모두 접촉하도록 발광부(220) 위에 형성된다.

[0039] 그러면, 제 1 전극(230a)의 경우에, p-type 메탈과 측면부(224)(p-type)의 접촉면에서는 Ohmic contact이 형성되어 접촉 저항이 매우 낮아 전류가 잘 흐르게 되는 반면, p-type 메탈과 나노막대(222)(n-type)의 접촉면에서는 Schottky contact이 형성되는데, 이 경우 p-type 메탈과 나노막대(222)를 구성하는 n-type 물질간의 일함수 차이로 인한 저항 증가로 인하여 전류가 거의 흐르지 못하게 된다.

[0040] 제 1 전극(230a)과 마찬가지 방식으로, 제 2 전극(230b)의 경우에, n-type 메탈과 측면부(224)(p-type)의 접촉면에서는 Schottky contact이 형성되어 전류가 거의 흐르지 않게되고, n-type 메탈과 나노막대(222)(n-type)의 접촉면에서는 Ohmic contact이 형성되어 전류가 원활하게 흐르게 된다.

[0041] 도 4a 및 도 4b에 도시된 예에서, 제 2 전극(230b)을 접지하고, 제 1 전극(230a)에 전압(Vcc)을 인가하면, 전류는 점선으로 표시된 바와 같이, 제 1 전극(230a)으로부터 측면부(224)로 유입되고, P-N 접합면을 통해서 나노막대(222)로 유입된 후, 제 2 전극(230b)으로 유출된다. 이 때, 나노막대(222)와 측면부(224)의 P-N 접합면에서 빛이 발생된다.

[0042] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노막대를 이용한 발광 소자의 제조 방법을 설명하는 도면이다. 도 5a 내지 도 5d를 더 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 발광 소자 제조 방법을 설명한다.

[0043] 먼저, 도 5a 에 도시된 바와 같이, 반도체 기판(510)위에 나노막대(222)를 성장시킨다. 성장 기판으로서 Si, Ge, GaAs, GaP 등과 같은 반도체 기판, 사파이어 기판, 유리(glass) 기판 등의 다양한 기판을 선택적으로 사용할 수 있다. 또한, 나노막대(222)를 성장시키는 방법으로는, 예컨대, 유기 금속 기상 결정 성장(metal-organic vapor phase epitaxy;MOVPE) 방법, 분자선 결정 성장(molecular-beam-epitaxy; MBE) 방법, 또는 Fe, Au, Ni 등의 금속 나노 입자를 성장 촉매로 사용하는 VLS(Vapor-Liquid-Solid) 방법, 화학기상증착법(CVD) 등의 다양한 방법이 공지되어 있으므로, 구체적인 설명은 생략한다.

[0044] 나노막대(222)들이 성장되면, 도 5b에 도시된 바와 같이, PLD(Pulsed Laser Deposition) 방식으로, 나노막대(222)의 일 측면에 나노막대(222)의 타입과 대응되는 물질을 증착하여 측면부(224)를 형성함으로써, 발광부(220)를 생성한다.

[0045] 즉, 나노막대(222)가 Zno, SnO 등 n-type 물질로 형성된 경우에, 측면부(224)는 Si, CuO, As-ZnO 등과 같은 p-type 물질로 형성된다. 또한, 나노막대(222)가 p-type 물질로 형성되는 경우에 측면부(224)는 n-type 물질로 형성된다.

[0046] PLD 증착 방식은 sputtering 등과 함께 박막을 만드는 physical vapor deposition의 한 방식으로서, 만들고자 하는 물질의 세라믹 타겟을 진공 체임버에 위치시키고, 렌즈로 집중시킨 펄스 레이저를 쏘아 튀어나오는 플라즈마가 타겟과 마주보고 있는 고온의 기판에 묻어 결정화되는 것을 이용하는 방식으로, 종래의 다른 증착 방식에 비하여 다양한 물질의 증착이 가능하다. 이러한 PLD 증착 방식은 본 발명의 기술 분야의 당업자에게 익히 잘 알려져 있는 방법이므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0047] 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 200℃ 내지 600℃의 온도에서, 30kV(또는 20mJ)의 에너지를 갖는 레이저를 이용하여, 10Hz 이하의 주파수로, Ar, O_2, N_2 가스를 이용하여 증착하였다.

[0048] PLD방식의 경우에, 박막을 증착할 때, 증착하고자 하는 물질을 떼어내기 위한 이용되는 laser가 충분히 큰 에너

지를 가지고 있으므로 물질(target)에 전달되어 플럼(plume)을 형성하게 된다. 이러한 플럼 내의 물질은 충분한 에너지를 가지고 화학량론적 성질이 우수한 후막(측면부(224))을 기성장된 나노막대(222)의 측면에 추가적으로 형성할 수 있으며, 측면부(224)를 형성하는 물질의 종류를 선택하여 빛의 파장을 선택적 제어함으로써 다양한 빛의 파장을 구현할 수 있다.

[0049] 또한, 본 발명의 나노막대(222) 측면의 후막 증착에 따른 광소자 제작의 경우, 도 1에 도시된 종래기술의, 교차된 p-n 나노막대 접합 소자와 달리, 긴 나노막대(222)의 측면이 모두 P-N접합을 형성하게 되므로 넓은 접촉 면적을 통해 발광영역을 확장시킬 수 있게 되어 광효율이 증대되며, 넓은 면적의 접촉은 전기적 안정성 측면에서 서로 다른 두 반도체의 접촉 저항을 감소시켜 소자의 수명을 연장시키고, 접촉면에서의 열 발생을 줄임으로써 소자의 안정적인 동작에도 기여하게 된다.

[0050] 또한, 기존 CVD 방법을 이용하여 core shell type의 광소자를 제작할 경우 고온(850℃이상의 온도)에서 후막을 성장해야 하기 때문에, 먼저 성장된 나노막대(222)의 구조가 변형이 되어 후막이 증착되는 계면에서의 안정적인 전기적 특성을 확보하기가 매우 어렵다. 그러나, 본 발명은 PLD 방법을 이용하여 비교적 저온(200℃~600℃)에서도 높은 결정질을 확보할 수 있기 때문에 후막 증착시 기성장된 나노막대(222) 구조를 안정적으로 유지하면서 후막 증착이 가능하다.

[0051] 뿐만 아니라, PLD 방식으로 증착할 경우 다른 방법에 비해 증착되는 물질의 방향성이 크기 때문에 나노막대(222) 증착면의 방향을 바꾸면서 여러 방향에서 박막의 증착이 가능하여 여러가지 물질을 다양하고 쉽게 증착할 수 있어 소자 제작이 매우 용이하다. 낮은 온도의 증착은 개별 소자 및 배열 소자에서도 용이하게 응용될 수 있는데, 개별 소자를 미리 제작하고 선택적인 패턴으로 원하는 영역에 후막을 증착할 수도 있다.

[0052] 한편, 나노막대(222)의 측면에 측면부(224)를 형성하여 발광부(220)가 생성되면, 일반적인 나노막대(222) 분리 방식을 적용하여 반도체 기판(510)으로부터 발광부(220)를 분리한다(도 5c 참조).

[0053] 그 후, 도 5d에 도시된 바와 같이, 분리된 발광부(220)를 발광소자를 형성할 기판(210)에 배치하고, 발광부(220)의 양 단부에 각각 p-type 메탈과 n-type 메탈을 증착하여 전극부(230)를 형성함으로써, 도 2에 도시된 바와 같은 발광 소자를 완성한다. 이 때, 상술한 바와 같이, 전극은 발광부(220)의 나노막대(222) 및 측면부(224)와 모두 접촉 수 있도록 형성되고, 이를 위해서, 도 3에 도시된 바와 같이, 발광부(220)의 양 단부가 전극 내부에 매립되도록 전극부(230)를 형성하는 것이 바람직하다.

[0054] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

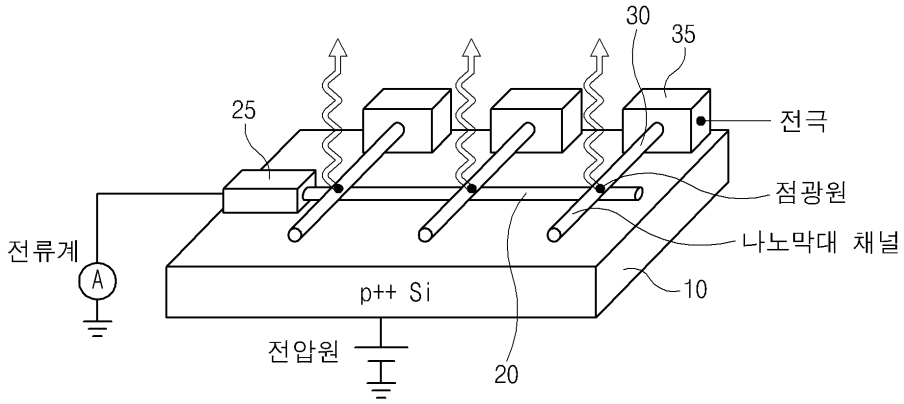
부호의 설명

[0055]

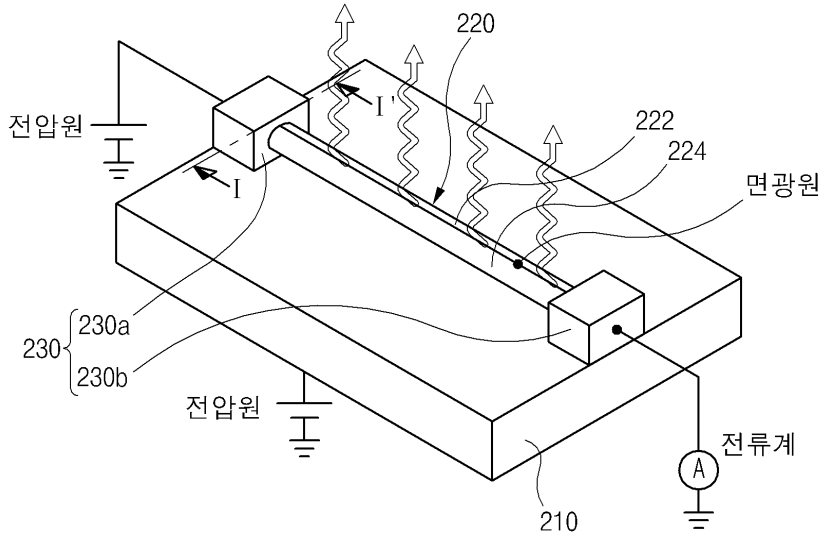
210	기판
220	발광부
222	나노막대
223	측면부
230	전극부
230a	제 1 전극
230b	제 2 전극

도면

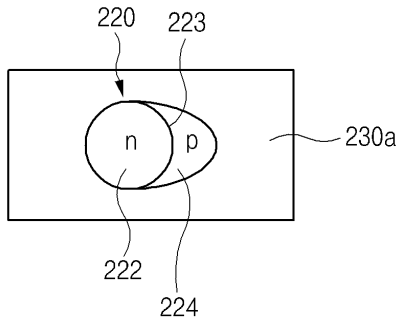
도면1



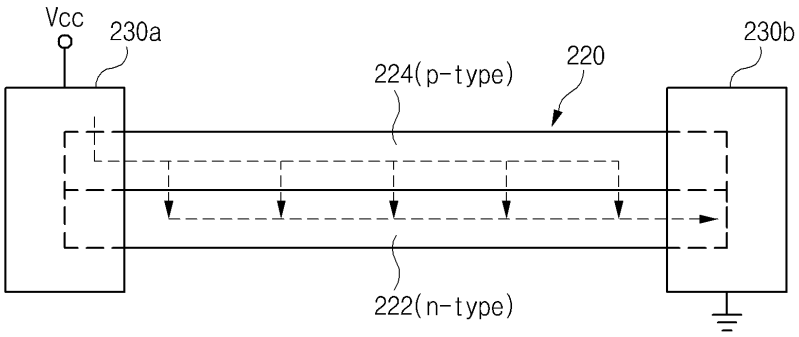
도면2



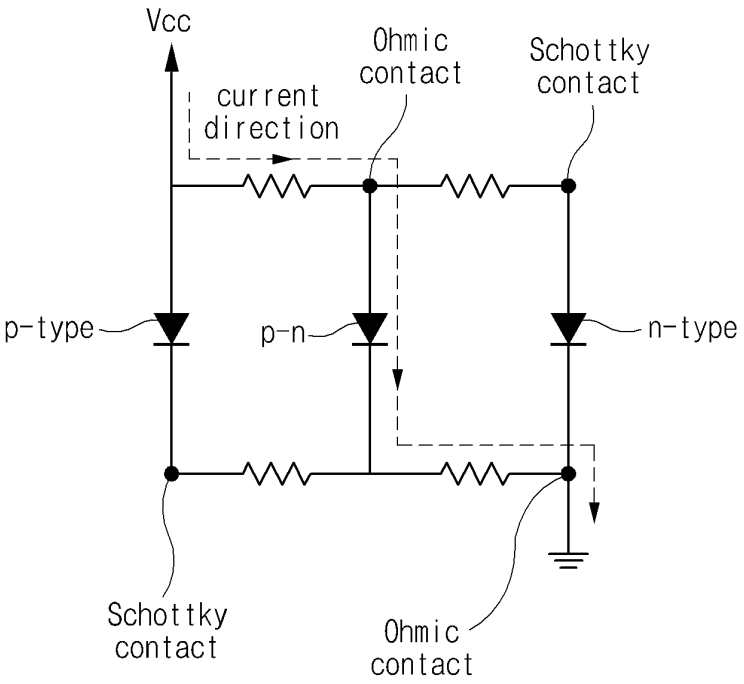
도면3



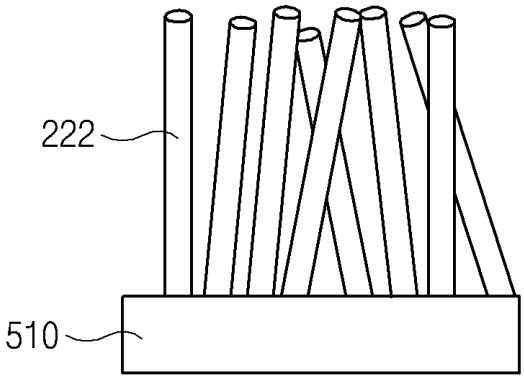
도면4a



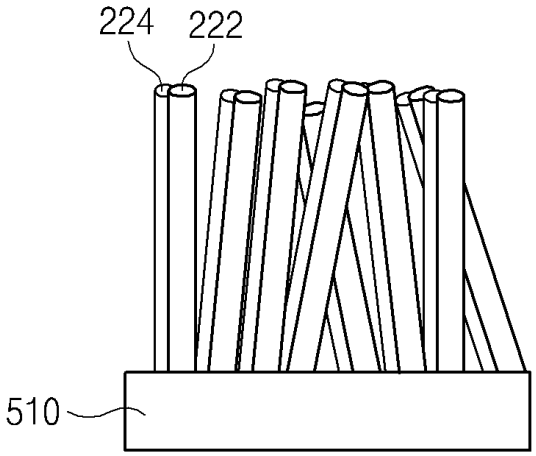
도면4b



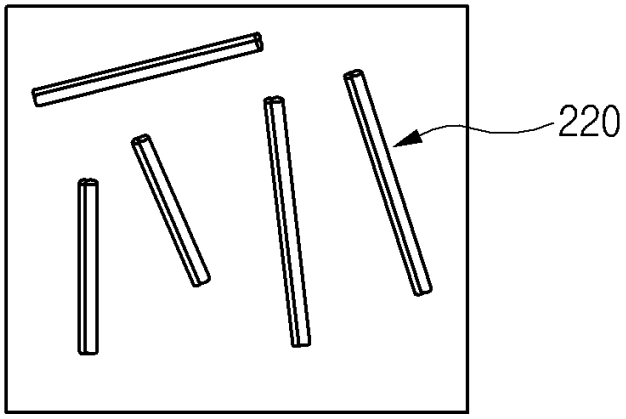
도면5a



도면5b



도면5c



도면5d

