



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0105641
(43) 공개일자 2011년09월27일

(51) Int. Cl.

H01L 33/12 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2010-0024889

(22) 출원일자 2010년03월19일

심사청구일자 2010년03월19일

(71) 출원인

광주과학기술원

광주 북구 오룡동 1번지

삼성엘이디 주식회사

경기 수원시 영통구 매탄동 314

(72) 발명자

조주영

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 신소재공학과

박성주

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 신소재공학과

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이상

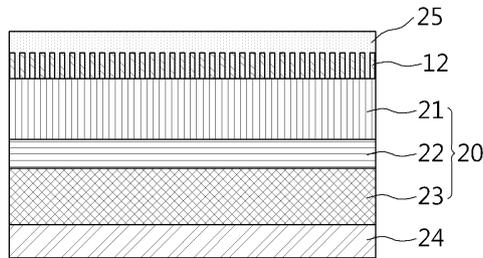
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발광 다이오드 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 보다 상세하게는 희생층 상의 나노 와이어를 이용하여 반도체층을 성장시킨 후 희생층 식각을 통하여 기판을 제거한 발광 다이오드 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 본 발명의 발광 다이오드의 제조 방법은 기판 상에 희생층을 형성하는 단계와; 상기 희생층 상에 나노 와이어를 성장시키는 단계와; 상기 나노 와이어 상에 제 1 반도체층을 성장시키고, 상기 제 1 반도체층 상에 활성층 및 제 2 반도체층을 순차적으로 적층하여 발광 구조체를 형성하는 단계와; 상기 희생층을 제거하여 기판을 발광 구조체와 분리하는 단계를 포함하며, 이에 따라, 상기 발광 구조체의 손상 없이 상기 기판을 용이하게 분리할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이상준

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 신소재공학과

한상현

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 신소재공학과

박성은

경기도 수원시 영통구 매탄3동 314 삼성엘이디주식회사

박용조

경기도 수원시 영통구 매탄3동 314 삼성엘이디주식회사

특허청구의 범위

청구항 1

제 1 반도체층 및 제 2 반도체층을 포함하는 발광 구조체;
상기 제 1 반도체층의 상기 제 2 반도체층과 대향(對向)하는 면 상의 나노 와이어;
상기 나노 와이어를 커버하는 상기 제 1 반도체층 상의 제 1 전극; 및
상기 제 2 반도체층과 전기적으로 접촉하는 제 2 전극을 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 나노 와이어는 광결정 구조의 역할을 수행하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 나노 와이어는 GaN 및 ZnO 중 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 4

기판 상에 희생층을 형성하는 단계;
상기 희생층 상에 나노 와이어를 성장시키는 단계;
상기 나노 와이어 상에 제 1 반도체층 및 제 2 반도체층을 적층하여 발광 구조체를 형성하는 단계; 및
상기 희생층을 제거하여 기판을 발광 구조체와 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,
상기 희생층은 SiO₂, SiNx, CrN 및 ZnO 중 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

청구항 6

제 4항에 있어서,
상기 나노 와이어는 GaN 및 ZnO 중 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

청구항 7

제 4항에 있어서,
상기 나노 와이어는 MOCVD, VLS, MBE 및 수용액 성장법 중 어느 하나를 통하여 성장된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

청구항 8

제 4항에 있어서,
상기 제 1 반도체층은 상기 나노 와이어를 씨드로 하는 ELO(epitaxial lateral over-growth) 방법을 통하여 성장된 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

청구항 9

제 4항에 있어서,

상기 희생층의 제거는 레이저 기판 제거법을 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

청구항 10

제 4항에 있어서,

상기 희생층의 제거는 화학적 기판 제거법을 이용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 발광 다이오드 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 화학적 기판 제거법을 이용하여 기판을 제거한 발광 다이오드 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 발광 다이오드(LED; Light Emitting Diode)는 전류를 빛으로 변환시키는 반도체 발광 소자로서, 1962년 GaAsP 화합물 반도체를 이용한 적색 LED가 상품화된 것을 시작으로 GaP:N 계열의 녹색 LED와 함께 정보 통신 기기를 비롯한 전자 장치의 표시 화상용 광원으로 이용되어 왔다.

[0003] 이러한 LED에 의해 방출되는 광의 파장은 LED를 제조하는데 사용되는 반도체 재료에 따른다. 이는 방출된 광의 파장이 가전자대(valence band) 전자들과 전도대(conduction band) 전자들 사이의 에너지 차를 나타내는 반도체 재료의 밴드갭(band-gap)에 따르기 때문이다.

[0004] 질화 갈륨 화합물 반도체(Gallium Nitride: GaN)는 높은 열적 안정성과 폭넓은 밴드갭(0.8~6.2eV)에 의해 고출력 전자 소자 개발분야에서 많은 주목을 받아왔다. 이에 대한 이유 중 하나는 GaN이 타 원소들(인듐(In), 알루미늄(Al)등)과 조합되어 녹색, 청색 및 백색광을 방출하는 반도체 층을 제조할 수 있기 때문이다.

[0005] 이와 같이, 질화 갈륨 화합물 반도체는 방출 파장을 조절할 수 있기 때문에 특정 장치 특성에 맞추어 재료의 특징들에 맞출 수 있다. 예를 들어, GaN를 이용하여 광기록에 유익한 청색 LED와 백열등을 대체할 수 있는 백색 LED를 만들 수 있다.

[0006] 최근 고출력 발광다이오드를 구현하기 위해 기존의 수평형 발광다이오드를 대체하는 수직형 발광다이오드가 제안되고 있다. 수직형 발광다이오드는 기판과 발광다이오드의 분리를 통해 효율적인 열 방출 및 발광 출력을 증가시키는 장점을 갖는다.

[0007] 그러나, 발광다이오드에 사용되는 기판은 전기적으로 부도체이며, 공유결합으로 인한 우수한 경도 특성을 가지므로 기계적, 화학적 가공이 어려운 문제점이 있다.

[0008] 따라서, 기판에 전도성 박막을 형성하여 이중기판을 형성하고, 상기 전도성 박막을 레이저를 이용하여 제거함으로써 기판과 발광다이오드를 분리시켰다. 그러나, 기판 분리 시에 사용하는 고출력 레이저로 인하여 발광다이오드가 손상되며, 균열이 발생하는 등의 문제점이 발생된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 발광 구조체의 손상이 없이 용이하게 기판을 제거하는 방법을 제시하며, 이러한 방법을 통하여 광 추출 효율이 향상된 발광 다이오드를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 발광 다이오드제 1 반도체층 및 제 2 반도체층을 포함하는 발광 구조체; 상기 제 1 반도체층의 상기 제 2 반도체층과 대향(對向)하는 면 상의 나노 와이어; 상기 나노 와이어를 커버하는 상기 제 1 반도체층 상의 제 1 전극; 및 상기 제 2 반도체층과 전기적으로 접촉하는 제 2 전극을 구비한다.
- [0011] 상기 나노 와이어는 광결정 구조의 역할을 수행할 수 있다.
- [0012] 상기 나노 와이어는 GaN 및 ZnO 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0013] 또한 본 발명의 발광 다이오드의 제조 방법은 기판 상에 희생층을 형성하는 단계; 상기 희생층 상에 나노 와이어를 성장시키는 단계; 상기 나노 와이어 상에 제 1 반도체층 및 제 2 반도체층을 적층하여 발광 구조체를 형성하는 단계; 및 상기 희생층을 제거하여 기판을 발광 구조체와 분리하는 단계를 포함한다.
- [0014] 상기 희생층은 SiO₂, SiNx, CrN 및 ZnO 중 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [0015] 상기 나노 와이어는 MOCVD, VLS, MBE 및 수용액 성장법 중 어느 하나를 통하여 상기 희생층 상에 성장될 수 있다.
- [0016] 상기 제 1 반도체층은 상기 나노 와이어를 씨드로 하는 ELO(epitaxial lateral over-growth) 방법을 통하여 성장될 수 있다.
- [0017] 상기 희생층의 제거는 레이저 기판 제거법 또는 화학적 기판 제거법을 이용하여 수행하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0018] 상술한 바와 같이 본 발명의 발광 다이오드의 제조 방법은 희생층 상의 나노 와이어를 이용하여 반도체층을 성장시킨 후 희생층 식각을 통하여 기판을 용이하게 제거할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 발광 다이오드의 제조 방법은 화학적 기판 제거 방법을 이용하므로, 레이저 기판 제거법과는 달리 열에 의한 발광 구조체의 손상을 방지할 수 있다.
- [0020] 그리고, 본 발명의 발광 다이오드는 상기 희생층을 제거한 후, 반도체층 상에 잔류하는 나노 와이어는 광 결정 구조로 작용하여 광 추출 효율이 상승하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드를 설명하기 위한 단면도.
- 도 2 내지 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명의 특징 및 작용들은 첨부도면을 참조하여 이하에서 설명되는 실시예들을 통해 명백하게 드러나게 될 것이다.
- [0023] 첨부된 도면과 관련하여 이하에서 개시되는 상세한 설명은 발명의 바람직한 실시예들을 설명할 의도로서 행해진 것이고, 발명이 실행될 수 있는 형태들만을 나타내는 것은 아니다. 본 발명의 사상이나 범위에 포함된 동일한 또한 등가의 기능들이 다른 실시예들에 의해서도 달성될 수 있음을 주지해야 한다. 또한, 도면에 개시된 어떤 특징들은 설명의 용이함을 위해 확대한 것이고, 도면 및 그 구성요소들이 반드시 적절한 비율로 도시되어 있지는 않다. 그러나 당업자라면 이러한 상세 사항들을 쉽게 이해할 것이다. 그리고, 도면상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 사용하고 동일한 구성 요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0024] 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 발광 다이오드는 제 1 반도체층(21), 활성층(22) 및 제 2 반도체층(23)으로 이루어지는 발광 구조체(20)와, 상기 제 1 반도체층(21)의 외부면 상의 나노 와이어(12)와, 상기 나노 와이어(12)를 커버하며 상기 제 1 반도체층(21)의 외부면 상에 형성된 제 1 전극(25)과, 상기 제 2 반도체층(23)의 외부면 상

에 형성된 제 2 전극(24)을 구비한다.

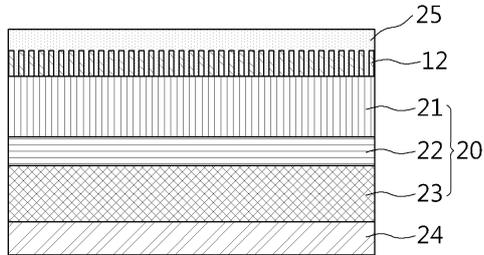
- [0027] 상기 제 1 반도체층(21)은 n형 불순물이 도핑 또는 주입된 반도체층일 수 있다. 상기 제 1 반도체층(21)은 SiC층, ZnO층, Si층, GaAs층, NCO층, BN층, AlN층, GaN층, $Mg_xZn_yCd_zO$ 층 ($0 \leq x, y, z \leq 1$) 또는 $Al_xGa_{(1-x)}N$ ($0 \leq x \leq 1$)층일 수 있다. 바람직하게는 상기 제 1 반도체층(21)은 GaN층 또는 $Al_xGa_{(1-x)}N$ ($0 \leq x \leq 1$)층일 수 있다.
- [0028] 상기 제 2 반도체층(23)은 p형 불순물이 도핑 또는 주입된 반도체층일 수 있다. 이러한 제 2 반도체층(23)은 SiC층, ZnO층, Si층, GaAs층, NCO층, BN층, AlN층, GaN층, $Mg_xZn_yCd_zO$ 층 ($0 \leq x, y, z \leq 1$) 또는 $Al_xGa_{(1-x)}N$ ($0 \leq x \leq 1$)층일 수 있다.
- [0029] 상기 활성층(22)은 상기 제 1 반도체층(21) 및 제 2 반도체층(23) 사이에서 전자 및 정공의 재결합에 의해 방출되는 에너지를 빛을 방출시키는 층으로, 양자점 구조 또는 다중양자우물 구조(Multiple Quantum Wells Structure)를 가질 수 있다. 이러한, 활성층(22)은 상기 전자 및 정공이 서로 재결합될 때 에너지 갭에 해당하는 파장광이 방출된다. 예를 들면, 에너지 갭이 큰 경우, 단파장 광(자외선광)이 방출될 수 있으며, 에너지 갭이 작은 경우, 장파장광(적외선광)이 방출될 수 있다. 한편, 상기 활성층(22)은 생략도 가능하며, 상기 활성층(22)이 생략되는 경우에는 상기 제 1 반도체층(21) 및 제 2 반도체층(23)이 p-n 접합 다이오드를 이루게 되며, 접합면에서 빛을 방출하게 된다.
- [0030] 상기 나노 와이어(12)는 GaN 및 ZnO 중 어느 하나로 이루어질 수 있다. 그리고 상기 나노 와이어(12)는 상기 발광 구조체(20)에서 방출되는 광 추출 효율을 향상시키는 광 결정 구조로 작용할 수 있다.
- [0031] 상기 제 1 전극(25) 및 제 2 전극(24)은 Al 또는 Au를 함유할 수 있으며, 바람직하게는 Ti/Al 또는 NiO/Au로 이루어질 수 있다.
- [0032] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드는 나노 와이어(12)가 광 결정 구조의 역할을 수행하므로, 발광 구조체(20)에서 방출되는 광 추출 효율이 향상된다.
- [0033] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드의 제조 방법을 설명하기 위한 공정 단면도이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 우선, 기판(10) 상에 희생층(11)을 형성한다.
- [0035] 상기 기판(10)은 Al_2O_3 (사파이어), SiC, ZnO, Si, GaAs, $LiAl_2O_3$, InP, BN, AlN, GaN 및 이의 등가물 중 선택되는 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 Al_2O_3 로 이루어질 수 있다. 이러한 기판(10) 상에는 버퍼층이 미리 형성될 수도 있으나, 본 발명의 도면에는 생략한다.
- [0036] 또한, 상기 희생층(11)은 SiO_2 , $SiNx$, CrN 및 ZnO 중 선택되는 어느 하나와 같이 GaN을 포함하지 않는 절연 물질로 이루어질 수 있으나, 본 발명에서는 상기 희생층(11)의 재질을 한정하는 것은 아니다. 다만, 상기 희생층(11)은 선택적으로 식각 또는 제거가 가능한 물질로 이루어지면 만족할 것이다. 이는 이후에 수행되는 기판(10) 제거 단계에서 발광 다이오드의 주재료인 GaN에 손상이 없이 기판(10)을 제거하기 위함이다.
- [0037] 상기 희생층(11)을 형성한 후에는 상기 희생층 상에 기판(10)에 수직인 방향으로 나노 와이어(12)를 성장시킨다.
- [0038] 이때, 상기 나노 와이어(12)는 GaN 및 ZnO 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 상기 희생층(11)과의 접합력을 고려하여 MOCVD(metal organic chemical vapor deposition), VLS(vapor-liquid-solid method), MBE(Molecular beam epitaxy) 및 수용액 성장법 중 어느 하나를 이용하여 성장된다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 상기 희생층(11) 상에 나노 와이어(12)를 형성한 후, 상기 나노 와이어(12) 상에 발광 구조체(20)를 형성한다.
- [0040] 이를 보다 상세히 설명하면, 상기 나노 와이어(12)를 이용하여 발광 다이오드의 서로 상반된 극성을 가지도록 도핑된 제 1 반도체층(21) 및 제 2 반도체층(23) 중 어느 하나, 예를 들면, n형 불순물이 도핑 또는 주입된 제 1 반도체층(21)을 형성한다. 즉, 상기 나노 와이어(12)는 상기 제 1 반도체층(21) 형성을 위한 씨드(seed)로 작

- 21; 제 1 반도체층
- 23; 제 2 반도체층
- 25; 제 1 전극

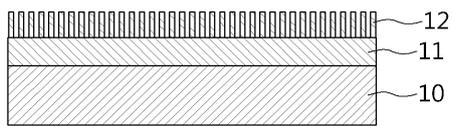
- 22; 활성층
- 24; 제 2 전극

도면

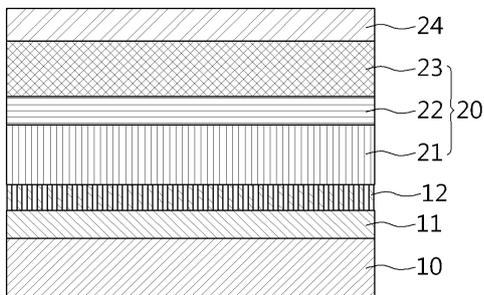
도면1



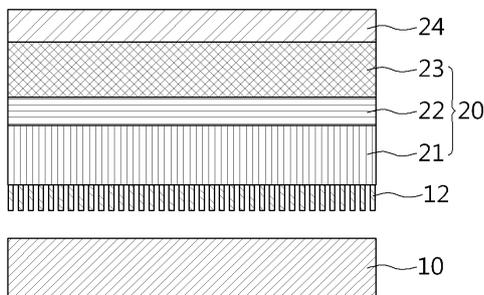
도면2



도면3



도면4



도면5

