



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0051945
(43) 공개일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/36 (2010.01) H01L 21/324 (2017.01)
H01L 33/00 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/36 (2013.01)
H01L 21/324 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0153682
(22) 출원일자 2015년11월03일
심사청구일자 2015년11월03일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
성태연
서울특별시 서초구 신반포로33길 64 한신로얄아파트 1동 506호
김준용
경기도 고양시 일산서구 대화1로 70 대화마을7단지아파트 703동 1401호
박재성
경기도 동두천시 중앙로 424 주공아파트 104동 504호
(74) 대리인
이동건

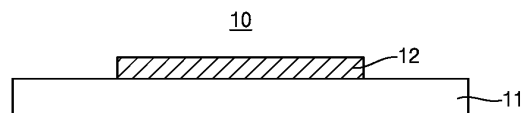
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 전극 구조물, 이의 형성 방법 및 이를 포함하는 반도체 발광 소자

(57) 요약

전극 구조물은 반도체층 및 상기 반도체층 상에 형성되며, 금속 패턴들 사이로 정의되는 메쉬 형상을 가지며, 상기 금속 패턴들을 이루는 금속 물질의 응집 현상을 통하여 상기 금속 패턴들 각각의 내부에 구비된 광투과 원도우를 포함하는 금속 전극을 포함한다. 이로써, 광투과 효율 및 옴릭 콘택 특성이 개선될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 33/005 (2013.01)

H01L 2924/12041 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

반도체층; 및

상기 반도체층 상에 형성되며, 금속 패턴들 사이로 정의되는 메쉬 형상을 가지며, 상기 금속 패턴들을 이루는 금속 물질의 응집 현상을 통하여 상기 금속 패턴들 각각의 내부에 구비된 광투과 윈도우를 포함하는 금속 전극을 포함하는 전극 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 반도체층 및 상기 금속 전극은 상호 오믹 컨택을 이루는 것을 특징으로 하는 전극 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 금속 전극은 상기 반도체층 상에 형성된 금속 물질에 대하여 열처리 공정을 통하여 응집시켜 형성된 것을 특징으로 하는 전극 구조물.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 메쉬 형상은 다각형 형상을 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조물.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 금속 물질은 실버(Ag)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조물.

청구항 6

반도체층을 준비하는 단계;

상기 반도체층 상에 금속 물질로 이루어지며 메쉬 형상을 갖는 금속 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 금속 물질을 응집시켜, 상기 금속 패턴으로부터 그 내부에 광투과 윈도우를 구비하는 금속 전극을 형성하는 단계를 포함하는 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 금속 물질은 실버(Ag)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 금속 전극을 형성하는 단계는 상기 금속 물질을 열처리 공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 열처리 공정은 400 내지 600° C의 온도에서 30초 내지 120초 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 전극 구조물의 형성 방법.

청구항 10

기판;

상기 기판 상에 형성된 n형 반도체층;

상기 n형 반도체층의 상부에 형성된 p형 반도체층;

상기 n형 및 p형 반도체층들 사이에 형성된 활성층;

상기 n형 반도체층의 노출 표면에 형성된 n형 전극; 및

상기 p형 반도체층 상에 형성되며, 금속 패턴들 사이로 정의되는 메쉬 형상을 가지며, 상기 금속 패턴들을 이루는 금속 물질의 응집 현상을 통하여 상기 금속 패턴들 각각의 내부에 구비된 광투과 윈도우를 포함하는 금속 전극을 p형 금속 전극을 포함하는 반도체 발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전극 구조물, 이의 형성 방법 및 이를 포함하는 반도체 발광 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 반도체층에 전기적으로 연결되는 전극 구조물, 상기 전극 구조물의 형성 방법 및 상기 전극 구조물을 포함하는 반도체 발광 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 반도체 발광 소자는, 정방향의 전류(forward current)가 흐를 경우 빛을 발생하는 발광다이오드(light-emitting diode; LED) 및 레이저다이오드(laser diode; LD)로 구분될 수 있다. 특히 LED 및 LD는 공통적으로 p-n접합 구조(p-n junction)를 가지고 있으며, 이러한 발광소자들에 전류를 인가하면 전류가 광자(photon)로 변환되어 광이 발생한다.

[0003] 특히, III족 질화물계 물질을 포함하는 반도체 발광 소자의 일 예인 발광 다이오드는 전극 및 반도체층 사이의 오믹 컨택을 효과적으로 이루으로써 발광 효율을 개선할 수 있다. 이때, 발광된 빛을 효과적으로 외부로 추출하기 위한 광추출 효율을 증대시키는 것이 요구되고 있다.

[0004] 이중에서, 수평형 발광 다이오드의 경우, p형 반도체층 상에 투명 전극으로 ITO(Sn-doped Indium Oxide)를 주로 사용하여 광추출 효율 향상시키고 있다. 하지만 자외선 영역에서의 광학적 특성이 좋지 못해 이를 극복할 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안한 것으로써, 본 발명의 일 목적은 반도체층 사이에 개선된 오믹 컨택 특성 및 개선된 광추출 효율을 가질 수 있는 전극 구조물을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 일 목적은 반도체층 사이에 개선된 오믹 컨택 특성 및 개선된 광추출 효율을 가지는 전극 구조물의 형성 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 일 목적은 p형 반도체층과 개선된 오믹 컨택 특성을 갖는 전극 구조물을 포함함으로써 개선된 광추출 효율을 가질 수 있는 반도체 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물은 반도체층 및 상기 반도체층 상에 형성되며, 금속 패턴들 사이로 정의되는 메쉬 형상을 가지며, 상기 금속 패턴들을 이루는 금속 물질의 응집 현상을 통하여 상기 금속 패턴들 각각의 내부에 구비된 광투과 윈도우를 포함하는 금속 전극을 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 반도체층 및 상기 금속 전극은 상호 오믹 컨택을 이룬다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 전극은 상기 반도체층 상에 형성된 금속 물질을 열처리 공정을 통하여 응집시켜 형성될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 메쉬 형상은 다각형 형상을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 물질은 실버(Ag)를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물의 형성 방법에 있어서, 반도체층을 준비한다. 상기 반도체층 상에 금속 물질로 이루어지며 메쉬 형상을 갖는 금속 패턴을 형성한다. 이후, 상

기 금속 물질을 응집시켜 그 내부에 광투과 윈도우를 구비하는 금속 전극을 형성한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 물질은 실버(Ag)를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 전극은 상기 금속 물질에 대한 열처리 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열처리 공정은 400 내지 600° C의 온도에서 30초 내지 120초 동안 수행될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자는 기판, 상기 기판 상에 형성된 n형 반도체층, 상기 n형 반도체층의 상부에 형성된 p형 반도체층, 상기 n형 및 p형 반도체층들 사이에 형성된 활성층, 상기 n형 반도체층의 노출 표면에 형성된 n형 전극 및 상기 p형 반도체층 상에 형성되며, 금속 패턴들 사이로 정의되는 메쉬 형상을 가지며, 상기 금속 패턴들을 이루는 금속 물질의 응집 현상을 통하여 상기 금속 패턴들 각각의 내부에 구비된 광투과 윈도우를 포함하는 p형 금속 전극을 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예들에 따른 메쉬 형상을 갖는 금속 패턴들을 열처리하여, 상기 금속 패턴에 포함된 금속 물질의 응집 현상을 이용하여 상기 금속 패턴으로부터 그 내부에 광투과 윈도우를 가지는 금속 전극이 형성된다. 따라서, 상기 금속 패턴들 사이에 의하여 정의되는 메쉬 형상을 통하여 광이 투과할 뿐만 아니라, 상기 금속 전극의 내부에는 형성된 광투과 윈도우를 통하여 상기 반도체층을 지나는 광이 투과할 수 있다. 이로써 상기 반도체층을 지나는 광의 광투과 효율이 증대될 수 있다.

[0019] 나아가, 상기 금속 물질에 대한 응집을 위한 열처리 공정에 따라 상기 반도체층 및 상기 금속 전극 사이의 오믹 콘택 특성이 개선될 수 있다. 상기 금속 물질의 응집 현상은 금속 물질에 대한 열처리 공정에서 발생할 수 있다. 즉, 금속 물질에 대하여 열처리 공정이 수행될 경우, 상기 금속 물질 상호간이 응집된다. 따라서, 상기 반도체층 및 상기 금속 전극 사이의 오믹 콘택 특성이 개선될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 전극을 나타내는 주사 전자 현미경(SEM) 사진들이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다.

도 5는 일반적인 ITO 물질로 이루어진 p형 금속 전극(비교예) 및 메쉬 구조를 갖는 실버 물질로 이루어진 p형 금속 전극(실시예)을 각각 포함하는 반도체 발광 소자에 대한 특성을 평가한 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0022] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부

가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0024] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0025] 전극 구조물
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물(10)은, 반도체층(11) 및 금속 전극(12)을 포함한다.
- [0028] 상기 반도체층(11)은 p형 반도체층을 포함한다. 즉, 상기 반도체층(11)은 p형 도펀트가 도핑된 반도체층에 해당할 수 있다. 상기 반도체층(11)에는 상기 금속 전극을 통하여 외부로부터 전압이 인가된다. 이로써, 상기 반도체층(11)과 함께 PN접합 구조물을 포함하는 발광 소자에 전압이 인가되어 광을 발생시킬 수 있다.
- [0029] 상기 금속 전극(12)은 상기 반도체층(11) 상에 형성된다. 상기 금속 전극(12)은 외부의 전원과 전기적으로 연결되어 상기 전원이 상기 금속 전극(12)을 통하여 상기 발광 소자에 전압을 인가할 수 있다.
- [0030] 상기 금속 전극은 패터닝 공정을 통하여 형성된 금속 패턴들 사이로 정의되는 메쉬 형상을 가질 수 있다. 이로써 상기 금속 패턴들 사이로 광이 투과할 수 있다. 나아가, 상기 금속 전극은 상기 금속 패턴들을 열처리함으로써 상기 금속 전극을 이루는 금속 물질이 응집하여 상기 금속 패턴들 내부에 광투과 윈도우가 형성될 수 있다. 이로써 상기 광투과 윈도우를 통하여 광이 투과할 수 있다.
- [0031] 상기 금속 전극(12)은 금속 물질의 응집 현상을 통하여 메쉬 형상을 가진다. 따라서, 상기 금속 전극(12)의 내부에는 상기 반도체층(11)을 지난 광이 투과할 수 있는 광투과 윈도우가 형성될 수 있다. 이로써 상기 반도체층(11)을 지나는 광의 광투과 효율이 증대될 수 있다.
- [0032] 상기 메쉬 형상의 예로는 삼각형, 사각형과 같은 다각형 형상을 들 수 있다. 또한 상기 메쉬 형상은 허니컴 형상 또는 원형 형상을 포함할 수 있다.
- [0033] 나아가, 상기 금속 물질이 응집됨에 따라 상기 반도체층(11) 및 상기 금속 전극(12) 사이의 오믹 콘택 특성이 개선될 수 있다. 상기 금속 물질의 응집 현상은 금속 물질에 대한 열처리 공정에서 발생할 수 있다. 즉, 금속 물질에 대하여 열처리 공정이 수행될 경우, 상기 금속 물질 상호간이 응집된다. 따라서, 상기 반도체층(11) 및 상기 금속 전극(12) 사이의 오믹 콘택 특성이 개선될 수 있다.
- [0034] 상기 금속 전극(12)을 이루는 물질은 상기 열처리 공정에서 금속 물질이 응집되는 금속 물질을 들 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 물질은, 실버(silver)를 포함할 수 있다.
- [0035] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 전극의 나타내는 주사 전자 현미경(SEM) 사진들이다.
- [0036] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 상기 금속 물질이 응집되어 메쉬 형상을 갖는 금속 전극이 도시되어 있다. 상기 금속 전극은 전체적으로 십자가 형상을 가진다.
- [0037] 전극 구조물의 형성 방법
- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 먼저 반도체층을 준비한다. 상기 반도체층(11)은 p형 반도체층을 포함한다. 즉, 상기 반도체층(11)은 p형 도펀트가 도핑된 반도체층에 해당할 수 있다.
- [0040] 이어서, 상기 반도체층 상에 금속 물질로 이루어진 금속 패턴들을 형성한다(S120). 이때 상기 금속 패턴들 사이로 메쉬 형상이 정의된다. 상기 금속 패턴을 형성하기 위하여, 열 기화 공정, 전자빔 기화 공정, 스퍼터링 공정 또는 펄스 레이저 증착 공정과 같은 물리적 기상 증착 공정을 통하여 상기 반도체층 상에 금속층을 형성한다. 이후, 상기 금속층을 패터닝하여 상기 반도체층 상에 메쉬 형상을 갖는 금속 패턴을 형성한다.
- [0041] 상기 금속 전극을 이루는 물질은 상기 열처리 공정에서 금속 물질이 응집될 수 있는 금속 물질을 들 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 물질은, 실버(silver)를 포함할 수 있다.
- [0042] 이어서, 상기 금속 물질을 응집시켜, 상기 금속 패턴들 내부에 내부에 광투과 윈도우를 구비하는 금속 전극을

형성한다(S130).

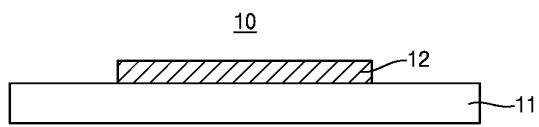
- [0043] 상기 금속 전극을 형성하기 위하여, 상기 금속 물질에 대하여 열처리 공정을 수행할 수 있다. 즉, 상기 열처리 공정 중 상기 금속 물질이 상호 응집하여 광투과 윈도우가 금속 패턴들 내부에 형성된다. 이로써 그 내부에 광투과 윈도우를 갖는 메쉬 형상의 금속 전극이 형성될 수 있다.
- [0044] 상기 열처리 공정은 400 내지 600° C의 온도에서 30초 내지 120초 동안 수행될 수 있다.
- [0045] 반도체 발광 소자
- [0046] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자를 설명하기 위한 단면도이다
- [0047] 도4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 발광 소자(100)는 기판(101), 상기 기판(101) 상에 형성된 n형 반도체층(103), 상기 n형 반도체층(103)의 상부에 형성된 p형 반도체층(110), 상기 n형 및 p형 반도체층들(103, 110) 사이에 형성된 활성층(105), 상기 n형 반도체층(103)의 노출 표면에 형성된 n형 전극(130) 및 상기 p형 반도체층(110) 상에 형성된 p형 금속 전극(120)을 포함한다.
- [0048] 상기 p형 금속 전극(120)은 외부의 전원과 전기적으로 연결되어 상기 전원이 상기 p형 금속 전극(120) 및 n형 전극(130) 사이에 전압이 인가된다. 이로써, 상기 n형 반도체층(103), 활성층(105) 및 p형 반도체층(110)이 이루는 PN 접합을 통하여 상기 반도체 발광 소자(100)가 광을 발생시킬 수 있다.
- [0049] 이때, 상기 p형 금속 전극(120)은 패터닝 공정을 통하여 메쉬 형상을 가질 수 있다. 상기 금속 전극(120)을 이루는 금속 물질의 응집 현상을 통하여 그 내부에 광투과 윈도우를 추가적으로 가진다. 따라서, 상기 금속 전극(120)의 내부에는 상기 p형 반도체층(110)을 지나는 광이 투과할 수 있는 광투과 윈도우가 형성될 수 있다. 이로써 상기 p형 반도체층(110)을 지나는 광의 광투과 효율이 증대될 수 있다.
- [0050] 상기 메쉬 형상의 예로는 삼각형, 사각형과 같은 다각형 형상을 들 수 있다. 또한 상기 메쉬 형상은 허니컴 형상 또는 원형 형상을 포함할 수 있다.
- [0051] 나아가, 상기 금속 물질에 대하여 열처리 공정이 수행됨에 따라 상기 p형 반도체층(110) 및 상기 p형 금속 전극(120) 사이의 옴믹 콘택 특성이 개선될 수 있다. 즉, 열처리 공정에서 상기 금속 물질의 응집 현상이 발생할 뿐만 아니라, 상기 p형 반도체층(110) 및 상기 p형 금속 전극(120) 사이의 옴믹 콘택 특성이 개선될 수 있다.
- [0052] 반도체 발광 소자에 대한 특성 평가
- [0053] III족 질화물계 GaN로 이루어진 p형 반도체층에 Ag의 물질로 금속막을 형성한 후, 상기 금속막을 패터닝하여 상기 p형 반도체층 상에 금속 패턴을 형성하였다. 이후, 상기 금속 패턴을 500° C의 온도에서 공기 분위기에서 약 1분간 급속 어닐링(Rapid Thermal Annealing) 공정을 이용하여 열처리하여 상기 금속막을 이루는 Ag 물질을 응집시켜 상기 p형 반도체층 상에 p형 금속 전극을 형성하였다. 이후, n형 반도체층 중 노출된 표면에 n형 전극을 형성함으로써, 반도체 발광 소자를 제조하였다(실시예).
- [0054] 한편, Ag 물질 대신에 일반적인 인듐-주석 산화물(ITO)로 이루어진 p형 금속 전극을 포함하는 반도체 발광 소자를 제조하였다(비교예).
- [0055] 도 5는 일반적인 ITO 물질로 이루어진 p형 금속 전극(비교예) 및 메쉬 구조를 갖는 실버 물질로 이루어진 p형 금속 전극(실시예)을 각각 포함하는 반도체 발광 소자에 대한 특성을 평가한 그래프이다.
- [0056] 도 5를 참조하면, 비교예에 비교할 때 상기 실시예의 반도체 발광 소자가 우수한 발광 특성을 가짐을 확인할 수 있다.

산업상 이용가능성

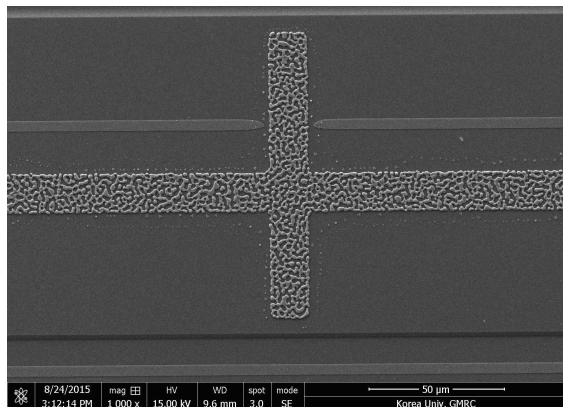
- [0057] 본 발명의 실시예들에 따른 전극 구조물은 반도체 발광 소자, 특히 수평형 발광 소자에 적용될 수 있다. 나아가 상기 전극 구조물은 태양 전지, 고전자 이동도를 갖는 트랜지스터, 레이저 다이오드 등에 적용될 수 있다.
- [0058] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

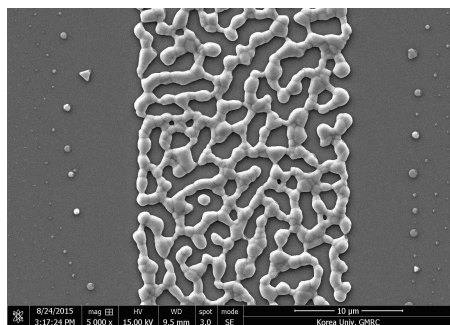
도면1



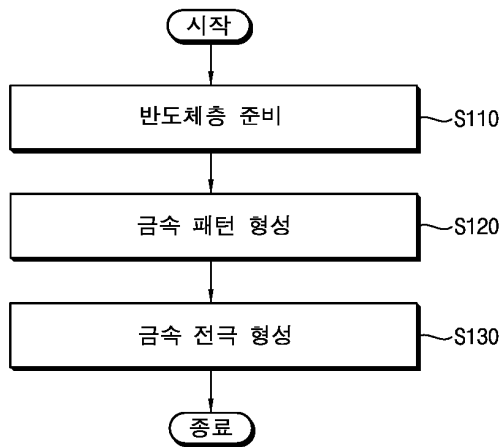
도면2a



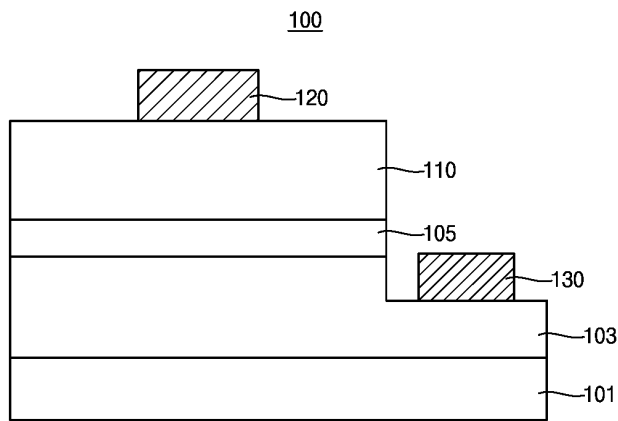
도면2b



도면3



도면4



도면5

