



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 33/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년06월04일 10-0724782 2007년05월28일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0017648 2006년02월23일 2006년02월23일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0095470 2006년08월31일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00052934 2005년02월28일 일본(JP)

(73) 특허권자 산켄덴키 가부시키키가이샤
일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고

(72) 발명자 다지마 미키오
일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄덴키가부시키키가
이샤나이

모크 테즈지
일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄덴키가부시키키가
이샤나이

사토 준지
일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄덴키가부시키키가
이샤나이

가미이 야스히로
일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄덴키가부시키키가
이샤나이

니와 아레이
일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄덴키가부시키키가
이샤나이

(74) 대리인 리앤목특허법인

(56) 선행기술조사문헌 KR2019980064846A KR1019950046093A	KR1019980064846A
---	------------------

심사관 : 이규재

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 반도체 발광 다이오드 및 그 제조방법

(57) 요약

광 추출 효율을 개선하면서 순방향으로의 전압이 감소될 수 있는 반도체 발광 다이오드와 반도체 발광 다이오드 제조방법을 제공한다. 본 발명에 따른 반도체 발광 다이오드는, 기판; 상기 기판의 하나의 주 표면 상에 위치하는 발광부; 상기 발광부 상에 위치하는 제1전극; 상기 제1전극 상에 위치하는 패드 전극; 상기 기판의 하나의 주 표면의 적어도 일부 상에 형성되는 오목 부분; 그리고, 상기 발광부에서 방출되는 빛을 반사하고, 상기 오목 부분 내에 위치하는 전도성 물질로 구성되는 도전층을 포함하여 구성된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

기판;

상기 기판의 하나의 주 표면 상에 위치하는 발광부; 및

상기 발광부 상에 위치하는 제1전극을 포함하고,

상기 기판의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 기판은 상기 발광부를 지나 신장되고,

상기 발광부에서 방출되는 빛을 반사하며, 전도성 물질로 형성되고, 상기 기판의 하나의 주 표면의 상기 기판 쪽에 형성되는 도전층을 더 포함하며,

상기 도전층은, 상기 기판의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 발광부의 내측으로부터 상기 기판이 상기 발광부를 지나 신장된 영역을 향해 확장되어 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 도전층은 상기 기판을 상기 발광부에 연결하는 기능을 가지고 있으며, 상기 도전층과 상기 기판 사이의 접촉 저항과 상기 도전층과 상기 발광부 사이의 접촉 저항의 합이 상기 발광부와 상기 기판 사이의 접촉 저항보다 작은 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 제1전극 상에 패드전극을 더 포함하고,

상기 기판의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 패드전극 바로 아래 방향에는 상기 발광부와 상기 기판이 직접 접촉하고, 상기 도전층은 상기 발광부와 상기 기판 사이의 경계면을 둘러싸도록 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때 상기 도전층은,

상기 발광부의 내측으로부터 상기 기관이 상기 발광부를 지나 신장된 영역을 향해 확장되어 형성되고, 돌출되어 상기 발광부의 외측에서 노출되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 도전층의 내부에 상기 도전층의 굴절률과 다른 굴절률을 가지는 물질로 형성되는 반사막이 위치하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드.

청구항 6.

기관의 하나의 주 표면 상에 발광부가 형성되는 단계;

상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 발광부의 일부를 상기 기관까지 제거하여 상기 기관의 표면의 일부가 노출되도록 하는 단계;

상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 기관의 표면의 일부가 노출된 영역에서부터 상기 기관과 상기 발광부 사이의 경계면 방향으로 신장하도록, 상기 기관의 하나의 주 표면의 일부를 포함하는, 상기 기관의 일부분에 오목 부분이 형성되는 단계; 및

상기 오목 부분에 반사 기능을 가지는 전도성 물질이 채워지는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 발광 다이오드와 그 제조 방법에 관한 것이다.

본 발명은 2005년 2월 28일에 출원한 일본 특허출원번호 2005-052934호를 기초로 우선권을 주장한다.

질화물계 화합물 반도체를 갖는 반도체 발광 다이오드는 발광부(light emitting portions)들을 실리콘, 세라믹, SiC 또는 이와 유사한 물질 등의 재질로 구성된 기관 위에 배열하여 구성한다.

아래에 기술하는 여러 타입의 구조들이 발광부들에 사용될 수 있다. 첫째, 발광층(light emitting layer)이 제1 전도형 반도체 층과 제2 전도형 반도체 층 사이에 위치하는 더블 헤테로 구조(a double hetero structure)가 있다. 둘째, 두 반도체 층 사이에 매우 얇은 하나의 발광층이 위치하는 단층 양자 우물 구조(a single quantum well structure)가 있다. 셋째, 발광층이 복수 개의 얇은 층들로 구성된 다층 양자 우물 구조(a multiple quantum well structure)가 있다. 통상적인 반도체 발광 다이오드에서는 제1전극이 발광부의 한쪽면 상에 위치하고, 제2전극은 상기 발광부의 반대쪽면 방향인 기관의 바닥면에 위치한다. 제2전극은 발광부를 통해서 제1전극과 전기적으로 연결될 수 있다.

나아가, 발광부를 지지하는 역할을 수행하기 위하여, 기판은 소정의 두께로 형성된다. 그러므로 발광층에서 방출되는 빛을 효율적으로 추출하기 위해서, 발광층과 기판 사이에 반사막(reflective membrane)이 위치하는 구조를 고려할 수 있다. 이러한 구조를 사용한다면, 발광층에서 기판 방향으로 방출된 빛은 반사막에 의해 반사되어 제1전극의 외부로 방출하게 된다.

한편, 서로 다른 굴절률(refractive index)을 가진 반사막들을 중첩하여 반사율(reflectance)을 향상시킨 구조를 고려할 수 있다(참조- 특허문서1: 일본 미심사 특허출원, 1차 공개번호 2003-163368). 특허문서1에서 기술된 반사막은 비전도성 물질인 AlO_x 로 구성된 1차 반사막과, 1차 반사막보다 더 낮은 굴절률을 가진 AlGaAs 로 구성된 2차 반사막으로 형성된 다층 구조이다.

더욱이, 제1전극에 의해 발광층에서 방출된 빛이 반도체 소자의 외부로 방출될 때 약해지는 문제점을 고려한다면, 그리고 제1전극이 반도체 층(즉, 발광부)의 윗면 전체의 상부에 위치하지 않고 상기 발광부의 일부분 상에만 위치한다면, 제1전극과 제2전극 사이의 전류 경로 거리가 균일하지 않게 된다. 즉, 제1전극과 제1전극의 바로 아래에 있는 제2전극의 위치 사이의 전류 경로는 제1전극과 제1전극의 바로 아래에 있지 않는 제2전극의 위치 사이의 전류 경로보다 짧다. 또한, 제1전극과 제2전극 사이의 저항값이 양 전극 사이의 전류 경로의 거리에 비례하기 때문에, 제1전극과 제1전극 바로 아래에 있는 제2전극의 위치 사이에 전류 경로에 비교적 큰 전류가 흐른다. 이러한 결과로 수평 방향의 전류 확산은 낮고, 제1전극 바로 아래에 있는 발광층의 부근에서만 빛이 방출된다.

이와는 반대로, 제1전극이 실질적으로 반도체 층(즉, 발광부)의 윗면 전체의 상부에 위치하여 전류가 반도체 발광 다이오드 전체에 흘러 발광층에서 방출되는 빛의 추출(extraction) 효율성을 높이는 구조를 고려할 수 있다. 또한, 제1전극이 광 투과성을 가진 얇은 전극 물질로 형성되어 빛이 제1전극에서 막히지 않는 구조도 고려할 수 있다. 또한, 패드 전극 바로 아래에 패드 전극보다 넓은 전류 차단층(current obstructing layer)을 제공하여 패드 전극 바로 아래의 전류 경로의 저항값을 크게 해서, 전류가 반도체 발광 다이오드 전체에 흐를 수 있는 구조도 고려할 수 있다.

그러나, 특허문서1에서 기술한 통상적인 반도체 발광 다이오드에서는, 비전도성 물질인 AlO_x 로 구성된 반사막이 도전층 주변에 형성되므로, 전류가 반사막을 통과해서 흐를 수 없고 반사막의 안쪽면에 접하고 있는 도전층을 통과해야 하고 따라서 전류 경로가 더 작아진다. 이러한 결과 반도체 발광 다이오드의 순방향(forward direction)으로의 전압이 상승한다.

더욱이, 특허문서1에서 기술한 반도체 발광 다이오드에서는 전류 차단층(current obstructing layer)이 중앙에 위치하는 패드 전극 바로 아래에 제공된다. 이러한 타입의 구조를 가지는 반도체 발광 다이오드에서는, 제1전극과 제2전극 사이의 전류 경로가 길어지고, 순방향으로 전압이 상승하는 문제가 발생한다.

또한, 특허문서1에서 기술한 반도체 발광 다이오드 구조에서 발광부가 반사막상에 형성된다면, 반사막을 구성하는 결정 격자의 크기와 발광부를 구성하는 결정 격자의 크기가 다르기 때문에 결정 결함(defect)이 발생하는 경향이 있다.

이와 대조적으로, 반사막과 기판으로 구성되는 부분과 발광부로 구성되는 부분이 먼저 형성된 후에, 이러한 두 부분을 서로 접착시키는 제조방법을 고려할 수 있다. 그러나, 이러한 제조 방법에는 결합된 부분 사이의 결합력에 관한 문제와 제조 방법의 복잡성에 관한 문제가 발생된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

전술한 상기 문제들을 해결하기 위하여 본 발명이 고안되었고, 본 발명의 목적은 순방향으로 전압을 감소시킬 수 있는 반도체 발광 다이오드와 그 제조방법을 제공하는 것이다.

나아가, 본 발명의 목적은 광 추출 효율을 개선할 수 있도록 하면서 순방향으로의 전압을 감소시킬 수 있는 반도체 발광 다이오드와 그 제조방법을 제공하는 것이다.

나아가, 본 발명의 목적은 광 추출 효율을 개선하면서 순방향으로의 전압을 감소시키고, 또한 보다 쉽게 제조할 수 있는 반도체 발광 다이오드와 그 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양에 따른 반도체 발광 다이오드는, 기관; 상기 기관의 하나의 주 표면에 위치하는 발광부; 상기 발광부 상에 위치하는 제1전극을 포함한다. 게다가, 상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 기관은 상기 발광부를 지나 신장될 수 있다. 전도성 물질로 구성되는 도전층은 상기 기관의 하나의 주 표면의 상기 기관 쪽에 형성되며, 상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 발광부의 내측으로부터 상기 기관이 상기 발광부를 지나 신장된 영역을 향해 확장하여 형성될 수 있다. 상기 도전층은 상기 발광부에서 방출되는 빛을 반사하는 기능을 가질 수 있다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 일 측면에 따르면, 본 발명의 일 태양에 의한 상기 도전층은 상기 기관을 상기 발광부에 연결하는 기능을 가질 수 있으며, 상기 도전층과 상기 기관 사이의 접촉 저항과 상기 도전층과 상기 발광부 사이의 접촉 저항의 합이 상기 발광부와 상기 기관 사이의 접촉 저항보다 작을 수 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드를 제공한다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 다른 측면에 따르면, 상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 본 발명의 일 태양에 의한 상기 도전층은 패드전극 바로 아래 방향에 위치하지 않을 수 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드를 제공한다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 또 다른 측면에 따르면, 상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때 본 발명의 일 태양에 의한 상기 도전층은, 상기 발광부의 내측으로부터 상기 기관이 상기 발광부를 지나 신장된 영역을 향해 확장하여 형성되고, 돌출되어 상기 발광부의 외측에서 노출되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드를 제공한다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 그 외의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명의 일 태양에 의한 상기 도전층의 내부에 상기 도전층의 굴절률과 다른 굴절률을 가지는 물질로 형성되는 반사막이 위치할 수 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드를 제공한다.

상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양에 따르면, 기관의 하나의 주 표면에 발광부가 형성되는 단계; 상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 발광부의 일부를 상기 기관까지 제거하여 상기 기관의 표면의 일부가 노출되도록 하는 단계; 상기 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 상기 기관의 노출된 영역에서부터 상기 기관과 상기 발광부 사이의 경계면 방향으로 신장하도록, 상기 기관의 하나의 주 표면의 일부를 포함하는, 상기 기관의 일부분에 오목 부분이 형성되는 단계; 및 상기 오목 부분에 반사 기능을 가지는 전도성 물질이 채워지는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광 다이오드 제조 방법을 제공한다.

상기 기술한 본 발명은 다음과 같은 효과들을 가진다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양에 따르면, 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 즉, 발광부의 내측으로부터 기관이 발광부를 지나 신장된 영역을 향해 확장하여 형성된 도전층에 의해 발광부에서 방출되는 빛이 반사되므로, 발광부에서 방출되는 빛이 기관에 의해 흡수되는 비율을 감소시킬 수 있다. 또한, 도전층에서 광 추출 표면의 방향(즉, 기관의 하나의 주 표면의 윗방향)으로 빛을 반사할 수 있어서, 광 추출 표면에서 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 전도성을 가지는 도전층에 의해 빛이 반사되는 구조를 채용하기 때문에, 전류 경로의 크기의 감소 없이 발광부에서 방출되는 빛을 도전층에 의해 반사하는 것이 가능하다. 결국, 반도체 발광 다이오드의 광 추출 효율을 개선하면서 순방향으로의 전압을 낮게 유지할 수 있게 된다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 일 측면에 따르면, 상기 본 발명의 일 태양에 따른 효과 이외에, 도전층과 기관 사이의 접촉 저항과 도전층과 발광부 사이의 접촉 저항의 합이 발광부와 기관 사이의 접촉 저항보다 작게 되므로, 발광부의 내측에서 기관이 발광부를 지나 신장되는 영역을 향해 확장하여 형성되는 도전층을 통과하는 전류 경로의 전기 저항값을 감소시킬 수 있다. 결국, 반도체 발광 다이오드의 전체 면적에 걸쳐 전류가 흐를 수 있게 된다. 즉, 발광부에서 반도체 발광 다이오드 외부로 방출되는 빛을 제1전극에 의해 방해받지 않고 추출하는 것이 가능하고, 반도체 발광 다이오드의 광 추출 효율을 보다 개선하면서 순방향으로의 전압을 낮게 유지할 수 있다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 다른 측면에 따르면, 상기 도전층은 패드전극 바로 아래 방향에 위치하지 않는다. 즉, 기관의 하나의 주 표면에서, 패드전극 바로 아래 방향에 위치하는 영역은 발광부와 기관이 직접 접촉하고, 도전층은 발광부의 기관 사이의 경계면을 둘러싸도록 형성되어 있다. 결국, 패드전극 바로 아래 방향에 저항이 높은 층

(즉, 전류 차단층)이 제공되는 구조와 동일한 효과를 얻을 수 있고, 패드전극 바로 아래 방향의 전류 밀도를 감소시킬 수 있고, 발광부에서 방출되는 빛이 제1전극에 의해 방해받는 현상을 개선할 수 있고, 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 따라서 반도체 발광 다이오드의 광 추출 효율을 더욱 개선하면서 순방향으로의 전압을 낮게 유지할 수 있게 된다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 또 다른 측면에 따르면, 기관의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때 본 발명의 일 태양에 의한 도전층은, 발광부의 내측에서 기관이 발광부를 지나 신장된 영역을 향해 확장하여 형성되고, 돌출되어 발광부의 외측에서 노출되도록 형성된다. 결국, 도전층이 있는 영역에서의 전기 저항값이 감소될 수 있고, 패드전극 바로 아래 방향의 전류 밀도가 낮아질 수 있다. 결국, 발광부에서 방출되는 빛이 제1전극에 의해 방해받는 현상을 개선할 수 있고, 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 또한, 발광부에서 바깥방향(즉, 도1에서 대각선 아래 방향)으로 방출되는 빛이 발광부의 바깥쪽으로 돌출되어 노출되는 도전층 영역에 의해 반사될 수 있다. 따라서, 반도체 발광 다이오드의 광 추출 효율을 더욱 개선하면서 순방향으로의 전압을 낮게 유지할 수 있게 된다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양의 그 외의 또 다른 측면에 따르면, 빛이 도전층의 표면에서만 반사되는 것이 아니라 도전층 내부에 있는 도전층과 반사막 사이의 경계면에 의해서도 반사될 수 있다. 따라서 반도체 발광 다이오드의 광 추출 효율을 개선하면서, 도전층 전체의 굴절률을 개선할 수 있다.

상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양에 따르면, 기관 상에 발광부를 형성한 후에 도전층을 삽입하므로, 도전층과 기관으로 구성된 영역을 발광부로 구성된 영역과 접촉하는 종래의 제조 방법과 비교하여, 접촉 단계가 생략되어 제조방법이 단순화된다. 또한, 발광부가 도전층 상부에 적층된다면, 발광부 상에 결정성장이 어렵게 되고 발광부에서 결정결함이 발생하기 쉽다. 그러나, 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 태양을 적용하면 이러한 문제가 해결될 수 있다. 또한, 발광부가 도전층과 기관과의 사이에 각각 우수한 결합력을 가지는 물질을 선택할 필요가 없다. 따라서, 우수한 전도성과 반사율을 가지는 전도성 물질을 선택하는 것을 단순화할 수 있으며, 순방향으로의 전압을 비교적 낮게 가지면서 광 추출 효율을 비교적 높게 하는 반도체 발광 다이오드를 제공할 수 있다.

다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드로서 질화물계 화합물 반도체를 가진 반도체 발광 다이오드의 도면을 참조하여 상세한 설명을 한다.

(제1실시예)

도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이다. 제1실시예에 따른 반도체 발광 다이오드는 기관(1), 발광부(2), 제1전극(3), 제2전극(4), 패드전극(9) 및 도전층(11)을 포함하여 구성될 수 있다.

기관(1)은 실리콘이나 SiC와 같은 전도성이 있는 물질로 구성될 수 있다. 발광부(2)는 기관(1)의 상부(이하에서, 기관(1)의 하나의 주 표면 상)에 형성될 수 있다. 예를 들어, 기관(1)은 낮은 전기 저항을 가지는 n형의 실리콘으로 구성될 수 있다. 즉, 기관(1)은 n형의 불순물인 As(arsenic)을 포함하는 n+ 형의 실리콘 단결정으로 형성될 수 있다.

발광부(2)는 발광 기능을 가진 층을 포함하는 반도체 층으로 구성되어 기관(1)의 하나의 주 표면 상에 형성될 수 있고, 기관(1)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 발광부(2)는 기관(1)이 발광부(2)를 지나 신장될 수 있는 면적을 가지도록 형성된다. 즉, 기관(1)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 기관(1)의 하나의 주 표면 상에 발광부(2)가 존재하지 않는 영역이 존재한다. 도 1에 도시한 발광부(2) 구조의 첫번째 예는 발광층(7)이 제1전도형 질화물계 화합물 반도체로 형성된 제1클래딩층(5)과 제2전도형 질화물계 화합물 반도체로 형성된 제2클래딩층(6) 사이에 끼워져 위치하는 더블 헤테로 구조(double hetero structure)이다. 도 1에 도시한 발광부(2) 구조의 두번째 예는 매우 얇은 하나의 발광층(7)이 제1클래딩층(5)과 제2클래딩층(6) 사이에 끼워져 존재하는 단층 양자 우물 구조(SQW, single quantum well structure)이다. 도 1에 도시한 발광부(2) 구조의 세번째 예는 얇은 복수개의 발광층(7)들이 제1클래딩층(5)과 제2클래딩층(6) 사이에 존재하는 다층 양자 우물 구조(MQW, multiple quantum well structure)이다. 예를 들어, 제1클래딩층(5)은 n형의 질화 갈륨(GaN)으로 형성될 수 있고, 발광층(7)은 p형의 인듐 질화 갈륨(InGaN)으로 형성될 수 있고, 제2클래딩층(6)은 p형의 질화 갈륨(GaN)으로 형성될 수 있다.

제1전극(3)은 발광부(2)상에 형성될 수 있다. 제1전극(3)은 본 발명의 제1실시예의 반도체 발광 다이오드의 애노드(anode) 전극을 구성할 수 있다. 발광부(2)에서 방출된 빛이 투과할 수 있도록, 제1전극(3)은 광 투과성을 가지도록 매우 얇게 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1전극(3)은 5nm 두께의 니켈(Ni) 박막층과 5nm 두께의 금(Au) 박막층이 적층되어 구성될 수 있다. 패드전극(9)은 제1전극(3)의 표면 상에 형성될 수 있다. 패드전극(9)은 본 발명의 제1실시예에 따른 반도체

발광 다이오드를 외부로 와이어 본딩(wire bonding)과 같은 방법으로 전기적으로 연결하기 위하여 사용될 수 있다. 도 1에서 도시한 바와 같이, 발광부(2)의 윗면 전체 상에 제1전극(3)이 형성되지 않고 발광부(2)의 윗면 일부의 상에 형성될 수도 있다. 더구나, 이러한 경우 패드전극(9)은 제1전극(3)으로 대체되더라도 본 발명의 효과를 얻을 수 있다.

제2전극(4)은 기판(1)의 또 다른 하나의 주 표면(즉, 기판(1)의 바닥면)의 아래에 형성할 수 있다. 제2전극(4)은 본 발명의 제1실시예의 반도체 발광 다이오드의 캐소드(cathode)전극을 구성할 수 있다. 제2전극(4)은, 예를 들어, 알루미늄으로 구성될 수 있다. 제2전극(4)은 전류가 제2전극(4)과 제1전극(3)사이로 다른 경로로 단락이 되지 않고 발광부(2)를 통해서 전류가 흐를 수 있도록 구성될 수 있다.

도전층(11)은 기판(1)의 하나의 주 표면의 일부(즉, 기판(1)의 하나의 주 표면의 일부 영역)를 포함하는, 기판(1)의 일부분에 링 형상(즉, 도너츠 형상)으로 형성되는 오목 부분(11a) 내에 위치할 수 있다. 즉, 그러나, 기판(1)의 하나의 주 표면 위에서 바라볼 때, 오목 부분(11a)이 패드전극(9)의 바로 아래 방향에 위치하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 도전층(11)은 오목 부분(11a)을 채울 수 있다.

기판(1)의 하나의 주 표면 위에서 바라볼 때, 도전층(11)은 발광부(2)의 내측으로부터 기판(1)이 발광부(2)를 지나 신장된 영역을 향해 확장하여 형성되는 링 형상(즉, 도너츠 형상)으로 구성되는 것이 바람직하다. 즉, 도전층(11)은 발광부(2)의 외측으로 돌출되도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 도전층(11)은 발광부(2)의 외측으로 돌출되어, 기판(1)의 하나의 주 표면 위에서 바라볼 때, 노출되도록 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 발광부(2)의 외주부와 인접한 발광부(2) 내측과 상기 발광부(2)의 외주부를 둘러싸는 링 형상인 도전층(11)의 노출 영역(11')을 포함하도록 구성되는 도전층(11)은 서로 연속되도록 형성되는 것이 바람직하다. (이하에서는 도전층(11)이 형성하는 영역을 영역A라고 한다). 도 1에서, 도전층(11)은 기판(1)의 가장자리까지 확장되는 것이 바람직하나, 반드시 도전층(11)이 기판(1)의 가장자리까지 확장되는 것으로 한정하는 것은 아니다.

도전층(11)은 발광부(2)에서 방출된 빛을 반사한다. 도전층(11)은 전기 저항값이 낮은(또는, 높은 불순물 농도의) 전도성 물질로 구성되고, 제1클래딩층(5)과 기판(1)을 전기적으로 연결할 수 있다. 즉, 도전층(11)은 기판(1)과 발광부(2) 사이에 형성되고, 기판(1)과 발광부(2)에 낮은 전기 저항값으로 전기적으로 연결될 수 있다.

따라서, 도전층(11)과 기판(1)과의 경계면의 접촉 저항(contact resistance)과 도전층(11)과 발광부(2)와의 경계면의 접촉 저항(contact resistance)의 전체 합은 발광부(2)와 기판(1)과의 접촉 저항보다 작은 것이 바람직하다. 그러한 결과, 도전층(11)을 통과하는 전류 경로 B의 전기 저항값이 도전층(11)을 통과하지 않는 전류 경로 C의 전기 저항값보다 작게 된다. 이러한 타입의 구조를 사용함으로써, 전류는 도전층(11)을 쉽게 통과하여 흐를 수 있고, 반도체 발광 다이오드를 통한 전류 흐름은 쉽게 도면에서 수평 방향(즉, 전류 경로에 수직인 방향)으로 쉽게 확산될 수 있다. 따라서, 도전층(11)과 기판(1)은 오믹 접촉(ohmic contact)을 이루는 것이 바람직하다. 또한, 도전층(11)과 발광부(2)는 오믹 접촉을 이루는 것이 바람직하다. 도전층(11)을 구성하는 물질의 면저항 값은 기판(1)의 면저항 값보다 낮은 것이 바람직하다.

예를 들어, 발광부(2)와 기판(1)사이의 경계면 영역이 같은 n형의 반도체로 구성된다면, 도전층(11)을 구성하는 물질은 도전층(11)의 경계면에서 낮은 접촉 저항을 갖도록 작은 일함수(work function)를 가지는 것이 바람직하다. 도전층(11)은 구성원소로서 은(Ag)이나 알루미늄(Al) 또는 금(Au) 중에서 적어도 어느 하나를 포함하는 것이 바람직하다. 반대로 발광부(2)와 기판(1)사이의 경계면 영역이 p형의 반도체로 구성된다면, 도전층(11)은 일함수가 큰 물질로 구성되는 것이 바람직하고, 도전층(11)은 구성원소로서 로듐(Rh), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd) 또는 백금(Pt) 중에서 적어도 어느 하나를 포함하는 것이 바람직하다.

도 2는 도 1에서 도시한 본 발명의 제1실시예에 다른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해하는 단면도이다. 본 발명의 제1실시예의 반도체 발광 다이오드에 따르면, 빛의 추출 효율이 개선될 수 있다. 발광부(2)에서 방출되는 빛은 윗방향(즉, 제1전극(3)의 방향)로 향하는 빛(L1)뿐만 아니라, 발광부(2)에서 보았을 때, 아래 방향(즉, 제2전극(4)의 방향)로 향하는 빛도 포함할 수 있다. 아래 방향으로 방출되는 빛의 일부분은 도전층(11)에 의해 반사되고 윗방향으로 향하게 되는 빛(L2)이 될 수 있다. 발광부(2)의 측면에서도 빛이 방출될 수 있다. 이렇게 측면에서 방출되는 빛의 일부분은 도전층(11)에 의해 반사될 수 있고 윗방향으로 향하게 되는 빛(L3)이 될 수 있다. 결국, 본 발명의 제1실시예의 반도체 발광 다이오드에서 광 추출 표면에서(즉, 윗방향으로) 광 추출 효율을 개선할 수 있다.

또한, 제1실시예의 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)은 반사막으로도 기능하기 때문에, 전류 경로를 동시에 확실하게 유지하면서 방출된 빛을 광 추출 표면의 방향으로 효과적으로 반사함으로써 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 즉, 순방향의 전압을 낮은 수준으로 유지하면서 광 추출 효율을 개선할 수 있다.

또한, 제1실시예의 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)은 패드 전극(9) 바로 아래 방향의 영역에 위치하는 것이 아니고, 영역A에 위치한다. 결국, 도전층(11)을 통과하는 전기 저항값을 감소시킬 수 있고, 이는 패드전극(9) 바로 아래 방향에 저항이 높은 층(즉, 전류 차단층)이 제공되는 구조와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 패드전극(9) 바로 아래 방향의 전류 밀도를 감소시킬 수 있고, 밝기의 불균일성을 개선할 수 있고, 수명을 연장할 수 있다.

(제2실시예)

도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이다. 도 3에서, 도 1에서 도시한 제1실시예의 구성요소와 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 적용하였다. 제2실시예는 주로 평면상에 도전층(11)의 배치, 그리고 발광부(2), 제1전극(3), 패드전극(9)의 배치구성에 있어서 제1실시예와 다르다.

본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에서는, 발광부(2)가 링 모양(즉, 도너츠 모양)으로 형성되어 기판(1)이 발광부(2)를 지나 신장된 영역을 갖는 것이 바람직하다. 또한 도전층(11)이 오목 부분(11a) 상에 형성되는 것이 바람직하며, 오목 부분(11a)은 기판(1)의 하나의 주 표면(즉, 기판(1)의 윗면)의 일부를 포함하는, 상기 기판(1)의 일부분에 형성되며, 발광부(2)의 내측으로부터 신장하여 노출 영역(11') 방향으로 확장되는 것이 바람직하다. 또한, 발광부(2)는 도전층(11)의 외주부를 포함하는 링 형상(즉, 도너츠 형상)으로 형성되는 것이 바람직하다. 또한 기판(1)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때 발광부(2)는 도전층(11)의 노출 영역(11')을 둘러싸도록 형성하는 것이 바람직하다. 즉, 도전층(11)은 발광부(2)의 외측까지 돌출되고 노출 영역(11')을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 발광부(2) 상에 형성되는 제1전극(3)도 링 형상(즉, 도너츠 형상)으로 구성되는 것이 바람직하다. 제1전극(3) 상에 형성되는 패드전극(9)도 링 형상(즉, 도너츠 형상)으로 구성되고, 패드전극(9)은 제1전극(3)의 외주(外周)영역에 형성되는 것이 바람직하다. 한편, 도 3에서, 도전층(11)의 노출 영역(11')이라는 제한된 영역에서 도전층(11)의 내측을 오목하게 형성하고, 이러한 오목 부분을 도전층(11)과 다른 우수한 반사율을 가진 물질로 채울 수도 있다.

도 4는 도 3에서 도시한 본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해한 단면도이다. 본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에 따르면, 본 발명의 제1실시예와 같이 광 추출 효율이 개선될 수 있다. 즉, 발광부(2)에서 방출된 빛은 윗방향(즉, 제1전극(3)의 방향)으로 방출되는 빛(L1)뿐만 아니라, 발광부(2)에서 보았을 때, 아래 방향(즉, 제2전극(4)의 방향)으로 방출되는 빛도 포함할 수 있다. 아래 방향으로 방출되는 빛의 일부는 도전층(11)에 의해 반사되어 위로 향하는 빛(L2)이 될 수 있다. 빛은 발광부(2)의 측면에서 방출될 수 있는데 도전층(11)에 의해 반사되고 윗방향으로 향하는 빛(L3)이 될 수 있다. 결국, 본 발명의 제2실시예의 반도체 발광 다이오드에서 광 추출 표면에서(즉, 윗방향으로) 광 추출 효율을 개선할 수 있다.

본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)은 반사막으로 기능하기 때문에, 전류 경로를 동시에 확실하게 유지하면서 방출된 빛을 광 추출 표면의 방향으로 효과적으로 반사함으로써 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 즉, 순방향의 전압을 낮은 수준으로 일정하게 유지하면서 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 또한, 본 발명의 제2실시예의 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)은 패드 전극(9) 바로 아래 방향의 영역에 위치하는 것이 아니고, 영역A에 위치한다. 즉, 도전층(11)의 위치는 패드전극(9)에서 비교적 거리가 먼 영역으로 제한된다. 도전층(11)의 이러한 위치로 인해, 도전층(11)을 통과하는 전기 저항값을 낮출 수 있고 이는 패드전극(9) 바로 아래 방향에 저항이 높은 층(즉, 전류 차단층)이 제공되는 구조와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 패드전극(9) 바로 아래 방향의 전류 밀도를 감소시킬 수 있고, 밝기의 불균일성을 개선할 수 있고, 수명을 연장할 수 있다.

(제3실시예)

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이다. 도 3에서, 도 1에서 도시한 제1실시예의 구성요소와 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 적용하였다. 제1실시예와 제2실시예에서는 기판(1)의 바닥면과 반도체 발광 다이오드 영역의 윗면에 각각 전극이 제공되는 구조이고, 전류는 다이오드의 두께 방향(즉, 수직방향)으로 흐른다. 그러나 제3실시예에서는 전류가 수평방향으로 흐르는 구조를 가지는 반도체 발광 다이오드에 본 발명을 적용할 수 있다. 즉, 본 발명은 제1전극(3)과 제2전극(4)이 기판(1)의 하나의 주 표면의 위에서 평행하게 위치하는 구조에 적용할 수 있다. 또한, 제1실시예의 기판(1)이, 제3실시예에서는 비전도성 기판(14)상에 반도체 층(15)이 형성되는 구조로 대체될 수 있다. 여기에서, 콘택층(contact layer) (13)은 제2전극(4)과 반도체 층(15) 사이에 형성될 수 있다. 제1클래딩층(5)과 콘택층(13)은 분리될 수 있다. 도전층(11)은 반도체 층(15)의 하나의 주 표면(즉, 윗면)의 일부를 포함하는, 상기 반도체 층(1)의 일부분에 형성되는 오목 부분(11a) 상에 형성되는 것이 바람직하다. 반도체 층(15)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 도전층(11)은 발광부(2)의 내측으로부터 기판이 발광부(2)를 지나 신장된 영역까지 확장하여 형성될 수 있다. 즉, 도전층(11)은 발광부(2)의 외측으로까지 돌출되어 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 도전층(11)은 발광부(2)의 외측으로까지 돌

출되어, 반도체 층(15)의 하나의 주 표면 위에서 바라볼 때, 노출될 수 있는 것이 바람직하다. 즉, 발광부(2)의 외주(外周) 부근의 발광부(2)의 내측을 포함하도록 형성되는 도전층(11)과, 발광부(2)의 외주를 둘러싸도록 링 형상으로 배치되는 도전층(11)의 노출 영역(11')은 각각 연속되도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한 반도체 층(15)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 노출영역(11')을 거쳐 콘택층(13)의 내측까지 도전층(11)이 신장되도록 형성하는 것이 바람직하다. 그러나 반도체 층(15)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 오목 부분(11a)이 패드전극(9)의 바로 아래 방향에 위치하지 않도록 배치되는 것이 바람직하다. 전류가 수평 방향으로 흐르는 구조를 가지는 반도체 발광 다이오드에서는 실리콘등과 같은 전도성 물질로 구성된 기판 대신에 사파이어등과 같은 비전도성 물질로 구성된 기판을 사용하는 것도 가능하다. 더욱이, 반도체 층(15)의 하나의 주 표면 위에서 보았을 때, 도전층(11)은 콘택층(13)의 바닥면 전체의 바로 아래 방향에 형성되나, 반드시 콘택층(13)의 바로 아래 방향 영역을 포함할 필요는 없다. 그러나 반도체 층(5) 부근 영역의 일부를 포함하도록 도전층(11)을 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 도전층(11)의 노출 영역(11')이라는 제한된 영역에서 도전층(11)의 내측을 오목하게 형성하고, 이러한 오목 부분을 도전층(11)과는 다른 반사율이 높은 물질로 채울 수도 있다.

도 6은 도5에서 도시한 본 발명의 제3실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해한 단면도이다. 본 발명의 제3실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에서, 전류는 반도체 발광층(15)내에서 수평 방향으로 흐르지만, 본 발명의 제1실시예처럼 도전층(11)이 반도체 층(5)의 내측에서 발광부(2)의 외측까지 돌출되도록 형성할 수 있어, 광 추출 효율이 개선될 수 있다. 즉, 발광부(2)에서 방출된 빛은 윗방향(즉, 제1전극(3)의 방향)으로 방출되는 빛(L1)뿐만 아니라, 발광부(2)에서 보았을 때, 아래 방향(즉, 제2전극(4)의 방향)으로 방출되는 빛도 포함할 수 있다. 아래 방향으로 방출되는 빛의 일부는 도전층(11)에 의해 반사되어 위로 향하는 빛(L2)이 될 수 있다. 빛은 발광부(2)의 측면에서 방출될 수 있는데, 이 빛의 일부는 도전층(11)에 의해 반사되고 윗방향으로 향하는 빛(L3)이 될 수 있다. 결국, 본 발명의 제3실시예의 반도체 발광 다이오드에서 광 추출 표면에서(즉, 윗방향으로) 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 더욱이, 제3실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)이 반사막으로 기능할 수 있기 때문에, 전류 경로를 동시에 확실하게 유지하면서 방출된 빛을 광 추출 표면의 방향으로 효과적으로 반사함으로써 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 즉, 순방향의 전압을 낮은 수준으로 일정하게 유지하면서 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 또한, 본 발명의 제3실시예의 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)은 패드 전극(9) 바로 아래 방향의 영역에 위치하지 않을 수 있다. 즉, 도전층(11)의 배치는 패드전극(9)에서 비교적 거리가 먼 영역으로 제한될 수 있다. 도전층(11)의 이러한 위치로 인해, 도전층(11)을 통과하는 전기 저항값을 낮출 수 있고 이는 패드전극(9) 바로 아래 방향에 저항이 높은 층(즉, 전류 차단층)이 제공되는 구조와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 패드전극(9) 바로 아래의 전류 밀도를 감소시킬 수 있고, 밝기의 불균일성을 개선할 수 있고, 수명을 연장할 수 있다.

(제4실시예)

도 7은 본 발명의 제4실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이다. 도 7에서, 도1에서 도시한 제1실시예의 구성요소와 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 적용하였다. 제4실시예는 도전층(11)과 다른 굴절률을 가지는 물질로 형성되는 반사막(12)이 도전층(11)의 내부에 제공되는 점이 제1실시예와 다를 수 있다. 제4실시예는 제1실시예 내지 제3실시예에 적용될 수 있다. 반사막(12)을 구성하는 물질은 도전층(11)보다 굴절률이 더 높은 것이 바람직하고, 비전도성 물질일 수 있다.

도8은 도7에서 도시한 본 발명의 제4실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해한 단면도이다. 본 발명의 제4실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에서, 제1실시예의 반도체 발광 다이오드에서보다 광 추출 효율을 더 개선할 수 있다. 즉, 발광부(2)에서 방출된 빛은 윗방향(즉, 제1전극(3)의 방향)으로 방출되는 빛(L1)뿐만 아니라, 발광부(2)에서 보았을 때, 아래 방향(즉, 기판(1) 쪽으로의 방향)으로 방출되는 빛도 포함할 수 있다. 아래 방향으로 방출되는 빛의 일부는 도전층(11)에 의해 반사되어 위로 향하는 빛(L2a)이 될 수 있다. 아래 방향으로 방출되는 빛의 일부는 반사막(12)에 의해 반사되고 위로 향하는 빛(L2b)이 될 수 있다. 빛은 발광부(2)의 측면에서 방출될 수 있는데 이 빛의 일부는 도전층(11)에 의해 반사되고 윗방향으로 향하는 빛(L3a)이 될 수 있다. 또한 발광부(2)의 측면에서 방출되는 빛의 일부는 반사막(12)에 의해 반사되고 윗방향으로 향하는 빛(L3b)이 될 수 있다. 결국, 본 발명의 제4실시예의 반도체 발광 다이오드에서 광 추출 표면의 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 더욱이, 제4실시예에 따른 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)이 반사막으로 기능할 수 있기 때문에, 전류 경로를 동시에 확실하게 유지하면서 방출된 빛을 광 추출 표면의 방향으로 효과적으로 반사함으로써 광 추출 효율을 개선할 수 있다. 즉, 순방향의 전압을 낮은 수준으로 일정하게 유지하면서 광 추출 효율을 개선할 수 있다.

본 발명의 제4실시예의 반도체 발광 다이오드에 따르면, 도전층(11)은 제1 내지 제3실시예처럼 영역 A로 표시한 곳에 배치될 수 있다. 즉, 도전층(11)의 위치는 패드전극(9)에서 비교적 거리가 먼 영역으로 한정될 수 있다. 도전층(11)의 이러한 위치로 인해, 도전층(11)을 통과하는 전기 저항값을 낮출 수 있고 이는 패드전극(9) 바로 아래 방향에 저항이 높은 층(즉, 전류 차단층)이 제공되는 구조와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 패드전극(9) 바로 아래 방향의 전류 밀도를 감소시킬 수 있고, 밝기의 불균일성을 개선할 수 있고, 수명을 연장할 수 있다.

(제조 방법)

도 9a 내지 도9f는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 제조하는 방법을 도시한 단면도들이다. 도 9a 내지 도9f는, 도1에 도시한 제1실시예의 반도체 발광 다이오드를 예로써 이용한다. 도 9a 내지 도9f에서, 도1에서 도시한 제1 실시예의 구성요소와 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 적용하였다.

우선, 기판(1)을 준비한다. 제1클래딩층(5), 발광층(7), 및 제2클래딩층(6)을 기판(1)위에 MOVPE(metalorganic vapor phase epitaxy)법을 사용하여 차례로 형성할 수 있다. 결과적으로, 발광부(2)는 기판(1)위에 형성될 수 있다. 도9a를 참조하면, 빛을 투과할 수 있는 광 투과성인 전극은 제2클래딩층(6)의 전체 표면 상에 형성될 수 있고, 이런 광 투과성인 전극은 제1전극(3)을 형성할 수 있다. 다음, 포토마스크를 기판(1)의 표면(즉, 제1전극(3)쪽 상의 표면) 상에 선택적으로 형성하고 건식각(Dry etching)을 수행할 수 있다. 도9b를 참조하면, 이 건식각 공정에서 기판(1)과 발광부(2)의 식각물의 차이를 이용하여 제1전극(3)과 발광부(2)의 일부가 선택적으로 제거되어 홈(21)들을 형성할 수 있다. 기판(1)의 상부 표면의 일부는 이러한 홈(21)들에 의해 노출될 수 있다. 다음으로, 예를 들어, HF와 HNO₃의 액체 혼합 용액으로 식각하여, 기판(1)의 노출된 영역에서만 등방성 식각(isotropic etching)을 수행할 수 있다. 그 결과, 오목 부분(11a)은 기판(1)의 하나의 주 표면의 일부를 포함하는, 기판(1)의 일부분에 형성되고, 따라서, 기판(1)의 노출 영역에서부터 기판(1)과 발광부(2) 사이의 경계면 방향으로 확장될 수 있다. 즉, 홈(21)들을 시작점으로 해서 기판(1)이 식각되며, 오목 부분(11a)이 기판(1)의 하나의 주 표면의 일부를 포함하는, 기판(1)의 일부분에 형성될 수 있다. 도 9c에서 도시한 것처럼, 이러한 오목 부분(11a)은 발광부(2)가 돌출되는 모양으로 형성될 수 있다.

그리고, 적어도 하나 이상의 전도성 물질을 플레이팅 방법, 화학 기상 증착법, 또는 졸-겔 방법등을 사용하여 오목 부분(11a)에 채울 수 있다. 결국, 도 9d에서 도시한 것처럼 반사 기능을 가지는 도전층(11)이 오목 부분(11a)에 형성될 수 있다.

다음, 도 9e에서 도시한 것처럼, 제2전극(4)은 기판(1)의 바닥면 전체의 아래에 형성되고, 패드전극(9)은 제1전극(3) 상에 형성될 수 있다. 다음, 도9f에서 도시한 것처럼, 화살표 23의 방향으로 절단을 하면, 도1에서 도시한 여러 개의 반도체 발광 다이오드가 완성될 수 있다. 본 발명의 제2 내지 제4 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드도 상기 제조 방법을 사용하여 제조할 수 있다.

결국, 본 발명의 제조방법에 의하면, 도전층(11)을 구성하는 물질의 선택을 간단하게 할 수 있다. 즉, 기판(1)위에 발광부(2)를 형성한 후에 오목 부분(11a)을 등방성 식각 등을 사용하여 형성할 수 있고, 그 후에 도전층(11)이 오목 부분(11a)상에 형성될 수 있다. 따라서, 종래의 제조 방법인 결합방법과 비교하여, 본 발명의 실시예에 따른 제조 방법은 도전층(11)과 기판(1), 발광부(2) 사이의 결합에 관해서 아무런 문제가 발생하지 않을 수 있다. 또한, 도전층(11)상에 발광부(2)를 적층하는 단계가 없으므로, 발광부(2) 상에 결정 성장이 어렵고, 결정결함을 줄일 수 있게 된다. 또한, 본 발명의 실시예의 제조 방법에 의하면, 기판(1)과 발광부(2)를 결합하는 단계가 없으므로, 본 발명의 제1 내지 제4 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 쉽게 제조할 수 있다. 결과적으로, 이러한 제조 방법에 의해, 비교적 광 추출 효율이 높고, 순방향으로 낮은 전압을 가지는 반도체 발광 다이오드를 저비용으로 제조할 수 있다.

본 발명인 반도체 발광 다이오드와 그 제조 방법들은, 상기 기술한 실시예들에 한정하지는 않으며, 본 발명의 범위와 기술적 사상에서 벗어나지 않는 한 다양한 변형이 가능하다.

본 발명은 다양한 반도체 발광 다이오드에 효과적이다. 즉, 본 발명은 다양한 종류의 발광 다이오드에 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 청색 발광 질화 갈륨계 화합물 다이오드(gallium nitride based compound blue light emitting diode)에 적용될 수 있다.

지금까지 본 발명의 실시예들을 도시하고 설명하였지만, 이러한 실시예들은 본 발명의 대표적인 예들이지만 본 발명이 이러한 실시예들에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 범위와 기술적 사상에서 벗어나지 않으면서 본 발명에 첨가, 생략, 대체, 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명은 앞서 기술한 설명에 한정되지 않으며, 오직 첨부한 특허청구범위의 범위에 의해 정해질 뿐이다.

발명의 효과

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체 발광 다이오드에 의하면, 발광부에서 방출되는 빛이 발광부의 내측에서 발광부를 지나 신장되는 영역으로 형성되는 도전층에 의해 반사되므로, 발광부에서 방출되는 빛이 기판에 의해 흡수되는 비율을 감소시킬 수 있고, 순방향으로의 전압을 낮게 유지하면서 광 추출 효율을 개선할 수 있다.

또한 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체 발광 다이오드 제조방법에 의하면, 우수한 전도성과 반사율을 가지는 전도성 물질을 선택하는 것을 단순화할 수 있으며, 순방향으로의 전압을 낮게 유지하면서 광 추출 효율을 비교적 높게 할 수 있는 반도체 발광 다이오드를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이고;

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해하는 단면도이고;

도 3은 본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이고;

도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해하는 단면도이고;

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이고;

도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해하는 단면도이고;

도 7은 본 발명의 제4실시예에 따른 반도체 발광 다이오드를 도시한 단면도이고;

도 8은 본 발명의 제4실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 동작과 효과를 도해하는 단면도이고;

도 9A는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 제조하는 방법을 도시한 단면도이고;

도 9B는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 제조하는 방법을 도시한 단면도이고;

도 9C는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 제조하는 방법을 도시한 단면도이고;

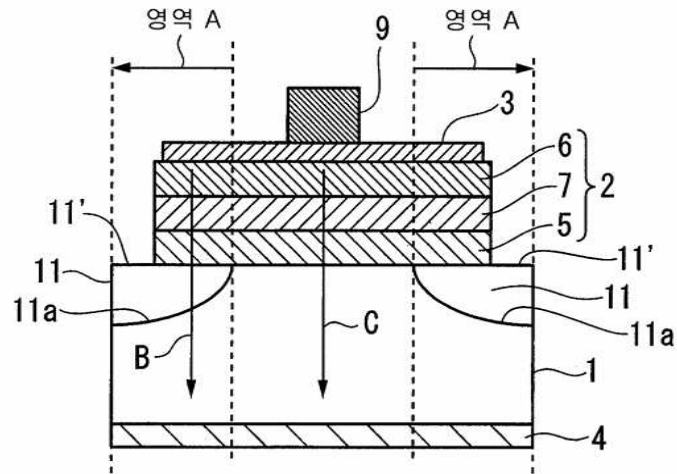
도 9D는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 제조하는 방법을 도시한 단면도이고;

도 9E는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 제조하는 방법을 도시한 단면도이고; 그리고

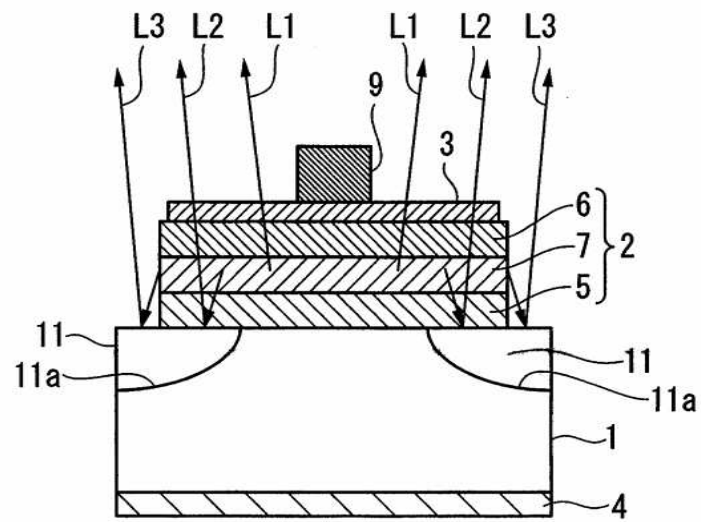
도 9F는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드의 제조하는 방법을 도시한 단면도이다.

도면

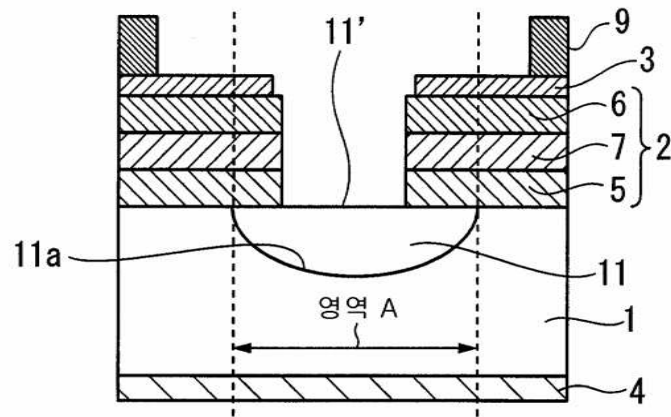
도면1



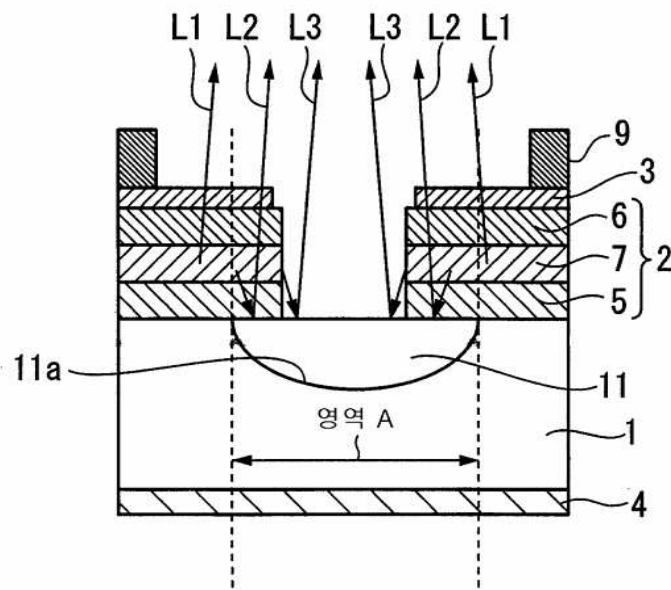
도면2



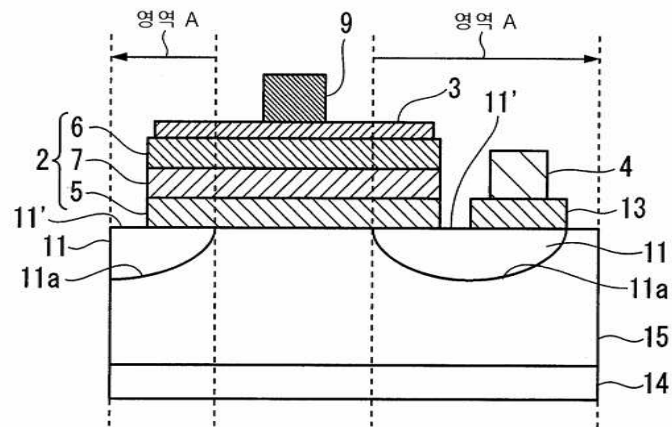
도면3



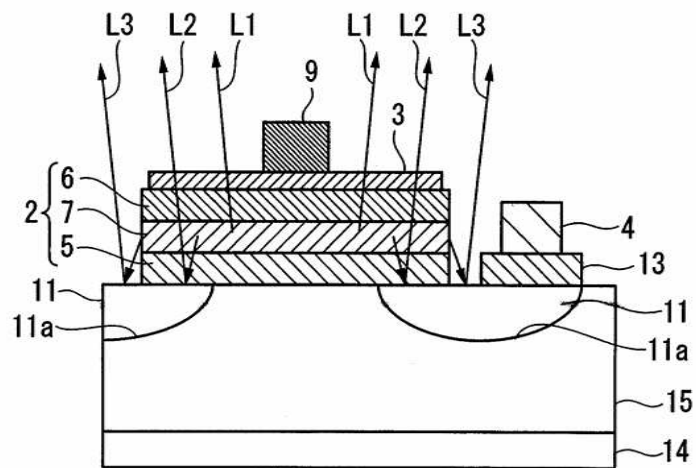
도면4



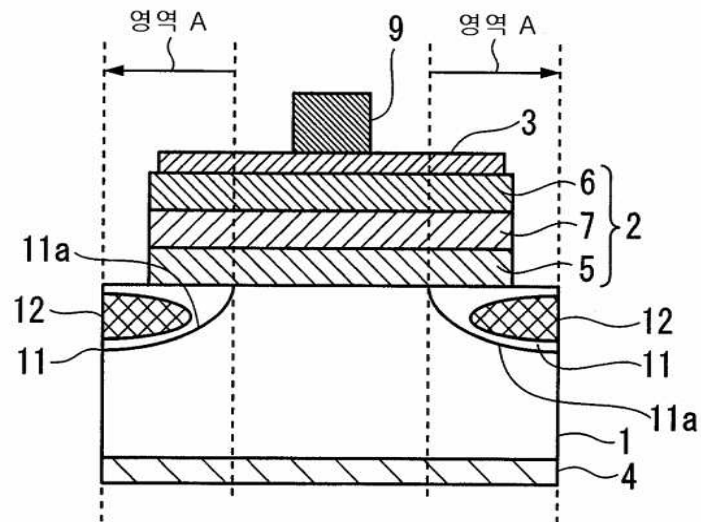
도면5



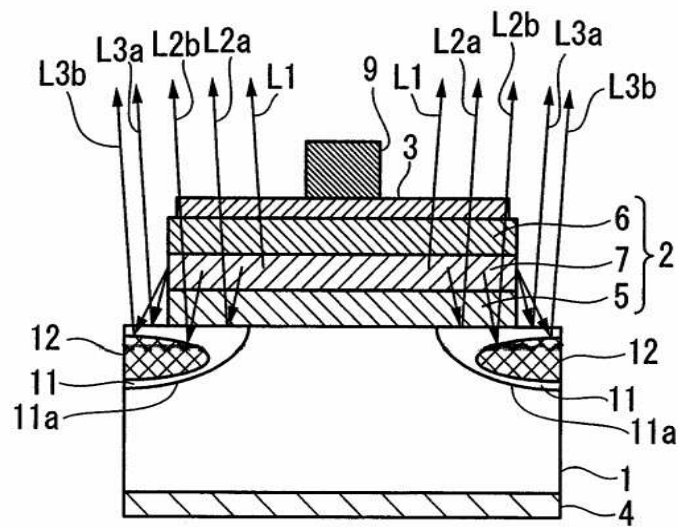
도면6



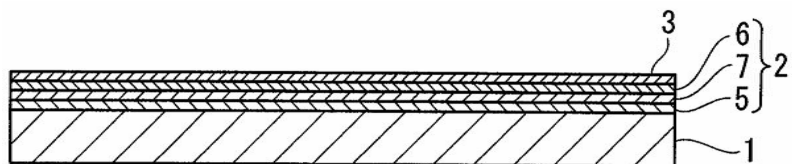
도면7



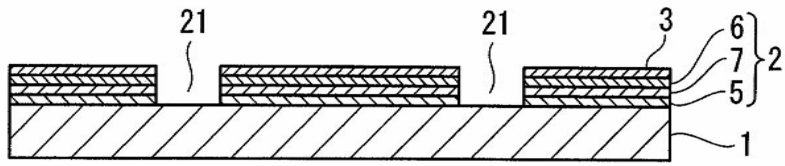
도면8



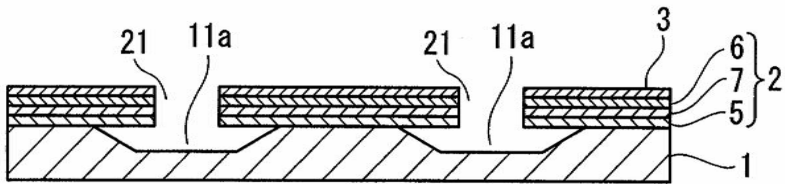
도면9a



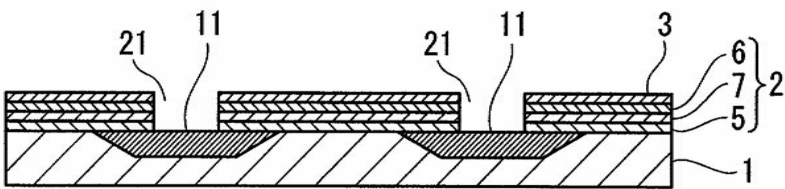
도면9b



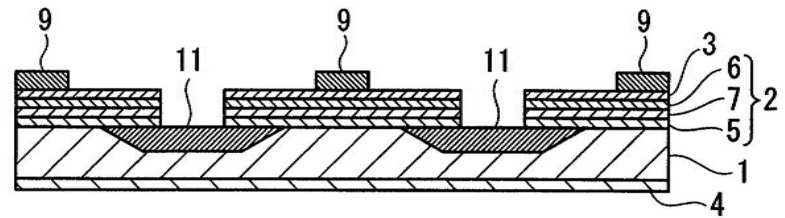
도면9c



도면9d



도면9e



도면9f

