

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁷ H01L 33/00	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년07월04일 10-0499129 2005년06월24일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2002-0052462 2002년09월02일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0021028 2004년03월10일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 삼성전기주식회사
 경기 수원시 영통구 매탄3동 314번지

(72) 발명자 곽준섭
 경기도화성군태안읍반월리신영통현대아파트311동704호

 조제희
 경기도수원시팔달구영통동1039-12번지105호

(74) 대리인 이영필
 이혜영

심사관 : 김동엽

(54) 발광 다이오드 및 그 제조방법

요약

발광 다이오드 및 그 제조방법이 개시된다. 개시된 발광 다이오드는, 투광성 기관과, 기관의 상면에 적층되고 광을 방출하는 활성층을 구비하는 반도체층 및, 기관의 배면에 형광물질이 상이한 두께 분포로 형성되어 이루어지며 활성층으로부터 입사하는 광의 일부를 흡수하여 상이한 파장 대역의 광으로 변화시키는 형광층을 구비한다. 개시된 발광 다이오드 제조 방법은, 기관의 상면에 활성층을 가지는 반도체층을 적층하여 복수개의 발광 다이오드 구조를 형성하는 제1단계와, 기관이 상이한 두께 분포를 가지도록 기관의 배면을 식각하는 제2단계와, 기관의 배면에 상이한 두께 분포로 형광물질을 형성하여 형광층을 형성하는 제3단계 및, 복수개의 발광 다이오드를 각각 분리하는 제4단계를 포함한다. 형광층의 두께를 조절하여 발광층에서 생성되는 광과 이 광이 변화되어 생성되는 상이한 파장 대역의 광의 출사비율을 조절하여 균일한 프로파일의 백색광을 발생시킬 수 있다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 종래의 백색광을 방출하는 발광 다이오드의 단면도,
- 도 2는 미국특허 제5813753호에 개시된 발광 다이오드의 단면도,
- 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 발광 다이오드를 보인 단면도,
- 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 발광 다이오드를 보인 단면도,
- 도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 발광 다이오드를 보인 단면도,
- 도 6은 본 발명의 제4실시예에 따른 발광 다이오드를 보인 단면도,

도 7a 내지 7d는 본 발명의 제1실시예에 따른 발광 다이오드 제조방법을 보인 공정도,
 도 8a 내지 8e는 본 발명의 제2실시예에 따른 발광 다이오드 제조방법을 보인 공정도,
 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 제1실시예에 따른 발광 다이오드의 식각된 기관을 보이는 사진,
 도 10a 및 도 10b는 도 9a 및 도 9b에 도시된 기관의 배면에 형광층을 형성한 사진.

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

51, 61, 71, 81 ; 기관 53, 73 ; 제1화합물 반도체층
 55, 75 ; 제2화합물 반도체층 57, 67, 77, 87 ; 활성층
 56a, 66a ; 비어홀 56b, 66b ; 주변부
 59, 69, 79a, 79b, 89a, 89b ; 형광층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 발광 다이오드 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 원하는 색을 균일하게 발광할 수 있는 발광 다이오드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

도 1은 종래의 백색광을 방출하는 발광 다이오드의 단면도이다.

도 1을 참조하면, 리드 프레임(1)의 내부에 블루 발광 다이오드(2)가 마련되어 있으며, 블루 발광 다이오드의 상면에는 와이어(3)가 오믹 접촉하여 리드 프레임(1)과 연결됨으로써 전기를 공급한다. 블루 발광 다이오드(2)가 마련된 리드 프레임(1)의 내부에 형광체(6)를 도포하여 블루 발광 다이오드(2)에서 방출된 블루광을 레드 또는 그린 광으로 변화시키고 형광체(6)를 그대로 통과한 블루광과 함께 백색광을 표현한다.

하지만, 종래의 블루 발광 다이오드는 균일한 프로파일로 백색광을 방출하지 못하고 백색광이 아닌 다른 파장 대역의 광을 생성하여 방출하거나 옐로우 또는 블루 광의 환형 링으로 둘러싸인 콘 형태의 광을 방출하는 경향이 있었다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 종래 여러 가지 해결방법이 제시되었다. 예를 들어 도 2에 도시된 미국특허 제5813753호의 발광 다이오드 소자에는 컵 형태의 헤더(12) 내부에 발광 다이오드(11)가 마련되어 있으며, 헤더(12)의 내벽에 미러(13)가 설치되어 발광 다이오드(11)에서 방출되는 광을 반사시킨다. 헤더(12)의 내부에는 발광 다이오드(11)를 둘러싸도록 형광물질(14)이 분산되어 있는 투명 물질(15)이 채워져 있으며, 헤더(12)의 상부에는 유리판(16)이 위치하여 형광물질(14)에 흡수되지 않은 광이 공기중으로 방출되는 것을 방지한다. 발광 다이오드(11)의 상방에는 LWP(Low Wave Pass) 필터(17)가 더 마련되어 단파장의 광을 장파장의 광에 비해 높은 효율로 통과시킨다.

하지만, 상기 종래의 발광 다이오드는 각 파장대역의 광을 생성하기 위해 형광물질의 양을 조절하기 어려우며 각각의 발광 다이오드마다 형광물질을 포함하는 투명물질을 도포하여야 하므로 발광 다이오드에서 방출되는 색차가 많고 공정시간이 길어지는 단점이 있다.

또한, 유럽특허 제0 855 751 A2호에서는 그린광을 발광하는 형광층을 적절히 도핑하여 레드광 및 블루광을 방출하는 유기/무기 반도체 발광 다이오드를 개시하고 있으나 형광층을 적절한 이온 농도로 도핑하는 것이 어려워 균일한 프로파일을 구현하는 것이 어렵다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상술한 종래 기술의 문제점을 개선하기 위한 것으로서, 형광층의 두께를 조절하여 파장대역이 다양한 광을 방출하는 발광 다이오드 및 이를 간단한 공정으로 제조할 수 있는 발광 다이오드 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은

투광성 기관;과 상기 기관의 상면에 적층되고, 광을 방출하는 활성층을 구비하는 반도체층; 및 상기 기관의 배면에 형광 물질이 상이한 두께 분포로 형성되어 이루어지며, 상기 활성층으로부터 입사하는 광의 일부를 흡수하여 상이한 파장 대역의 광으로 변화시키는 형광층;을 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드를 제공한다.

상기 기관은 상이한 두께 분포를 가지도록 배면영역의 일부가 식각되는 비어홀을 하나이상 가지는 것이 바람직하다.

또는 상기 기관은 동일한 두께 분포를 가지고 그 상부에 형광층이 상이한 두께로 형성될 수 있다.

상기 기관은 사파이어 기관인 것이 바람직하다.

상기 반도체층은, 상기 기관의 상면에 적층되는 제1화합물 반도체층;과 상기 제1화합물 반도체층의 상면에 적층되는 활성층; 및 상기 활성층의 상면에 적층되는 제2화합물 반도체층;으로 이루어진다.

여기서, 상기 제1화합물 반도체층은, GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층이고,

상기 제2화합물 반도체층은, GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 p형 물질층인 것이 바람직하며,

상기 활성층은,

$In_xAl_yGa_{1-x-y}N(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x + y \leq 1)$ 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층인 것이 바람직하다.

상기 활성층은 블루광을 방출하고, 상기 형광층은 상기 블루광의 일부를 옐로우 광으로 변화시켜 백색광을 형성할 수 있는데, 이 경우 상기 형광층은 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하는 Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체를 포함하는 형광물질로 이루어진다.

또는, 상기 활성층은 자외선을 방출하고, 상기 형광층은 상기 자외선을 흡수하여 레드, 그린 또는 블루광으로 변화시켜 백색광을 형성할 수 있는데, 이 경우 상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}$, Y_2O_2S 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSrYEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7$, ZnS:Cu를 포함하는 그린 형광체 및, $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$, $BaMg_2Al_{16}O_{27}:Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 를 포함하는 블루 형광체를 포함한다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은, 투광성 기관의 상면에 활성층을 가지는 반도체층을 적층하여 복수개의 발광 다이오드 구조를 형성하는 제1단계;와 상기 기관이 상이한 두께 분포를 가지도록 상기 기관의 배면을 식각하여 하나 이상의 비어홀을 형성하는 제2단계;와 상기 비어홀을 채우도록 기관의 배면에 형광물질을 도포하여 상이한 두께 분포를 가지는 형광층을 형성함으로써 복수개의 발광 다이오드 칩을 제조하는 제3단계; 및 상기 발광 다이오드 칩을 각각 분리하는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법을 제공한다.

상기 제1단계에서, 상기 반도체층은,

상기 기관의 상면에 제1화합물 반도체층, 활성층 및, 제2화합물 반도체층을 순차적으로 적층하여 형성한다.

여기서, 상기 제1화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성하고,

상기 제2화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 p형 물질층으로 형성하는 것이 바람직하다.

상기 활성층은,

$In_xAl_yGa_{1-x-y}N(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x + y \leq 1)$ 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성한다.

상기 제1단계에서, 상기 기관은 사파이어 기관으로 형성하는 것이 바람직하다.

상기 제2단계에서, 상기 기관의 배면을 연마한 다음, 상기 활성층에 대응하는 배면이 주변부에 비해 얇은 두께를 가지도록 건식식각하는데, 상기 기관의 배면을 그라인딩, 래핑 또는 폴리싱 방법을 이용하여 연마하고, Cl_2 , BCl_3 , Ar, O_2 및 HBr 중 적어도 하나의 가스를 포함하는 기체로 건식식각한다.

여기서, 상기 활성층을 블루광을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 블루광의 일부를 흡수하여 옐로우광으로 변화시키는 형광물질로 형성할 수 있는데, 상기 형광물질은 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하는 Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체로 형성하는 것이 바람직하다.

또는, 상기 활성층을 자외선을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 자외선의 일부를 흡수하여 레드, 그린 및, 블루광으로 변화시키는 형광물질로 형성할 수 있는데, 상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}$, Y_2O_2S 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSrYEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7$, ZnS:Cu를 포함하는 그린 형광체 및, (Sr, Ba, Ca)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺, BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu²⁺, BaMgAl₁₀O₁₇:Eu를 포함하는 블루 형광체를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 제3단계에서, 상기 형광물질은 상기 기관의 배면에 디스포징 또는 스핀코팅하여 형성하는 것이 바람직하다.

상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은 또한,

투광성 기관의 상면에 활성층을 가지는 반도체층을 적층하여 복수개의 발광 다이오드 구조를 형성하는 제1단계;와 상기 기관의 배면에 형광물질을 도포하여 상이한 두께 분포를 가지는 형광층을 형성함으로써 복수개의 발광 다이오드 칩을 제조하는 제2단계; 및 상기 발광 다이오드 칩을 각각 분리하는 제3단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조 방법을 제공한다.

상기 제1단계에서, 상기 반도체층은 상기 기관의 상면에 제1화합물 반도체층, 활성층 및, 제2화합물 반도체층을 순차적으로 적층하여 형성한다.

상기 제1화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성하고,

상기 제2화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 p형 물질층으로 형성한다.

상기 활성층은, In_xAl_yGa_{1-x-y}N(0≤x≤1, 0≤y≤1 그리고 x+y≤1) 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성한다.

상기 제1단계에서, 상기 기관은 사파이어 기관으로 형성하는 것이 바람직하다.

상기 제2단계에서, 상기 기관의 배면에 상기 형광물질을 디스포징 또는 스핀코팅하여 제1형광층을 형성한 다음, 상부에 소정 형태의 마스크를 위치시키고 형광물질을 도포하여 제2형광층을 형성함으로써 전체적으로 상이한 두께 분포를 가지는 형광층을 형성하는 것이 바람직하다.

여기서, 상기 활성층을 블루광을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 블루광의 일부를 흡수하여 옐로우광으로 변화시키는 형광물질로 형성할 수 있는데, 상기 형광물질은 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하는 Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체로 형성하는 것이 바람직하다.

또는, 상기 활성층을 자외선을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 자외선의 일부를 흡수하여 레드, 그린 및, 블루광으로 변화시키는 형광물질로 형성할 수 있는데, 이 경우 상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}$, Y_2O_2S 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSrYEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7$, ZnS:Cu를 포함하는 그린 형광체 및, (Sr, Ba, Ca)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺, BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu²⁺, BaMgAl₁₀O₁₇:Eu를 포함하는 블루 형광체를 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명은 기관의 배면을 식각하거나 또는 식각하지 않고 배면상에 형광층을 상이한 두께로 도포한 발광 다이오드를 제공하여 블루광이 발광되는 비율과 형광체가 블루광을 흡수하여 옐로우 광으로 발광되는 비율을 형광층의 상이한 두께 분포로 조절하여 균일한 프로파일의 백색광을 출사할 수 있다. 여기서, 활성층에서 블루광 대신 자외선을 발광하는 비율과 자외선을 흡수하여 레드, 그린 및, 블루광으로 변화시키는 형광물질을 포함하는 형광층에서 레드, 그린 및, 블루광이 발광되는 비율을 조절하여 균일한 프로파일의 백색광을 출사하도록 할 수 있다.

이하 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드 및 그 제조방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드의 구조를 나타낸 단면도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드(50)는, 기관(51)과, 기관(51)의 상면에 순서대로 적층된 제1화합물 반도체층(53), 활성층(57) 및, 제2화합물 반도체층(55)을 구비한다. 제1화합물 반도체층(53)의 단차가 형성된 부분에는 n형 전극(54)이 위치하고 제2화합물 반도체층(55)의 상면에는 p형 전극(52)이 위치하여 전자와 정공을 각각 활성층(57)으로 공급한다.

기관(51)은 고저항성 기관으로 사파이어 기관이 주로 이용된다. 기관(51)의 배면은 상이한 두께 분포를 가지도록 식각된다. 바람직하게는 기관(51)의 배면을 식각하여 비어홀(56a)을 형성하여 기관(51)의 두께가 상이한 분포를 가지도록 한다. 즉 비어홀(56a)의 주변부(56b)는 기관(51)의 두께가 상대적으로 두꺼운 분포를 가진다. 기관(51)의 두께분포를 상이하게 함으로써 기관(51)의 배면에 스핀코트되는 형광층(59)의 두께분포가 상이하게 된다.

제1화합물 반도체층(53)은 레이징이 가능한 GaN 계열의 III-V족의 질화물 반도체층이고 직접 천이형인 것이 바람직하지만 도전성의 불순물이 도핑되는 경우 GaN층을 사용하는 것이 바람직하고 도전성 불순물이 도핑되지 않는 경우 제2화합물 반도체층과 동일 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 제1화합물 반도체층(53)은 제1클래드층이 그 상면에 더 적층될 수 있으며, 제1클래드층으로는 소정의 굴절률을 가지는 n-AlGaIn/GaN층이 바람직하나 레이징을 위한 다른 화합물 반도체층일 수 있다.

제2화합물 반도체층(54)은 GaN 계열의 III-V족의 질화물 반도체층으로써 p형 도전성 불순물이 도핑된 직접천이형인 것이 바람직하고 그 중에서 특히 p-GaN 층이 바람직하다. 도전성 불순물이 도핑되지 않는 경우 GaN층, Al 또는 In을 소정 비율로 함유한 AlGaIn층이나 InGaIn층을 사용할 수 있다.

활성층(57)은 제1화합물 반도체층(53)의 상면에 적층된다. 활성층(57)은 전자-정공 등의 캐리어 재결합에 의해 레이징이 일어나는 물질층으로써 다중 양자 우물 구조를 가지는 GaN 계열의 III-V족의 질화물 반도체층인 것이 바람직하고 그 중에서 특히 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x+y \leq 1$)인 GaN 계열의 III-V족의 질화물 반도체층으로 다중양자 우물구조(MQW; Multi Quantum Well)구조인 것이 더욱 바람직하다.

활성층(57)의 상하에는 제1도파로층 및 제2도파로층이 더 적층되어 활성층(57)에서 방출되는 광을 증폭시킴으로써 증가된 광강도를 가지는 광으로 발전시킬 수 있다. 제1 및 제2도파로층은 활성층(57)보다 굴절률이 작은 물질로 형성하는데, 예를 들어 GaN 계열의 III-V족 화합물 반도체층으로 형성하는 것이 바람직하다. 제1도파로층은 n-GaN층으로, 제2도파로층은 p-GaN층으로 형성한다. 활성층(57)은 레이징이 일어날 수 있는 물질층이면 어떠한 물질층이라도 사용할 수 있으며 바람직하게는 임계 전류값이 작고 형모드 특성이 안정된 레이저광을 발전할 수 있는 물질층을 사용한다. 활성층(57)으로 Al이 소정 비율 함유된 AlGaIn층을 사용하는 것이 바람직하다.

제2화합물 반도체층(55)은 활성층(57)의 상면에 적층되며 제2도파로층보다 굴절률이 작은 제2클래드층이 제2화합물 반도체층(55)과 활성층(57) 사이에 더 형성될 수 있다. 제2클래드층은 제1클래드층이 n형 화합물 반도체층이면 p형 화합물 반도체층으로 형성하고, 제1클래드층이 p형 화합물 반도체층이면 n형 화합물 반도체층으로 형성한다. 즉, 제1클래드층이 n-AlGaIn/GaN층이면 제2클래드층은 p-AlGaIn/GaN층으로 형성한다.

제1화합물 반도체층(53)의 단차가 형성된 두 부분에 n형 전극(54)이 쌍으로 배선되고 제2화합물 반도체층(55)의 상면에는 p형 전극(52)이 배선되어 각각 제1화합물 반도체층(53)으로는 전자를 주입하고 제2화합물 반도체층(55)으로는 정공을 주입한다. 주입된 전자와 정공은 활성층(57)에서 만나 소멸하면서 단파장 대역의 광을 발전시킨다. 파장대역에 따라 발광되는 광의 색깔이 달라지는데, 파장대역은 발광 다이오드(50)를 형성하는 물질에 의한 전도대와 가전자대 사이의 에너지 폭에 의해 결정된다.

III-V 질화물은 청색과 녹색 및 자외선 영역의 광을 방출하는 반도체층으로 사용된다. 본 발명은 III-V 질화물 중 특히 GaN계 반도체를 사용하여 활성층(57)에서 블루 파장대역(420~470nm)의 광 또는 자외선을 생성하고 방출된 블루광이 기관(51)의 배면에 도포된 형광층(59)을 통과하도록 한다. 형광층(59)을 통과한 블루광의 일부는 형광층(59)에 흡수되어 흡수된 블루광의 파장과는 다른 파장대역, 예를 들어 옐로우광으로 방출되고 흡수되지 않은 광은 고유의 파장대로 방출된다.

형광물질은 원하고자 하는 광의 파장 대역에 따라 다양하게 사용될 수 있다. 발광 다이오드가 블루파장대역의 광을 생성하는 질화물 반도체로 형성되는 경우, 옐로우광으로 변화시키는 형광물질로는 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하고, Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체를 포함하는 물질을 사용한다. 발광 파장을 조절하기 위해 이트륨, 알루미늄, 가넷계 형광체에 있어서 이트륨의 일부가 가돌리늄으로 치환되고, 서로 치환량이 다른 제1형광체와 제2형광체를 포함할 수 있다.

파장이 420~470nm 정도의 블루광을 방출하는 활성층을 구비하는 발광 다이오드에서는, 레드광(610~625nm)으로 변화시키는 형광물질로 $Y_2O_2S:Eu, Bi; YVO_4:Eu, Bi; SrS:Eu, SrY_2S_4:Eu, CaLa_2S_4:Ce.(Ca, Sr)S:Eu$ 등을 사용할 수 있으며, 그린광(530~555nm)으로 변화시키는 형광물질로 $YBO_3:Ce, Tb; BaMgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn; (SrCaBa)(Al, Ga)_2S_4:Eu$ 등의 물질을 사용할 수 있는데, 이외에 레드광 또는 그린광을 방출하는 어떠한 형광물질도 모두 사용할 수 있다.

발광 다이오드가 자외선을 생성하는 질화물 반도체로 형성되는 경우, 상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}, Y_2O_2S$ 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSr_yEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7, ZnS:Cu$ 를 포함하는 그린 형광체 및, $SeCA((Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}), BAM(BaMg_2Al_{16}O_{27}:Eu^{2+}), BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 를 포함하는 블루 형광체를 포함하도록 하여 상이한 두께분포를 가지는 기관의 배면영역에 식각할 수 있다. 발광 다이오드에서 방출되는 자외선은 형광층을 지나며 레드, 그린 및, 블루광으로 변화되고 발광 다이오드를 출사하는 최종광은 백색광이 된다.

본 발명에서는 형광층(59)이 도포되는 기관(51)의 배면을 도시된 바와 같이 식각하여 비어홀(56a)을 형성하므로, 비어홀(56a)에 채워지는 형광층(59)은 두께가 주변부(56b)에 비해 더 두껍게 도포된다. 형광층(57)에서 방출된 광은 두꺼운 형광층(59)을 통과하면서 형광물질에 더 많이 흡수될 수 있으므로 주변부(56b)에 비해 파장대역이 변환된 광이 더 많이 방출된다.

중래의 발광 다이오드에서는 형광층(57)을 형성하는 물질을 변화시킴으로써 광의 파장대역을 조절하였으나, 본 발명에서는 형광층(57)의 두께를 적절히 변화시켜 다양한 파장대역의 광을 발생시킬 수 있다. 또한, 기관(51)의 비어홀(56a)의 형태를 변형시켜 광회도를 향상시킬 수 있다. 즉, 비어홀(56a)의 경사면의 각도와 면곡률을 조절하여 기관(51)을 통과하여 형광층(59)으로 입사하는 광의 입사량을 조절할 수 있다.

도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 발광 다이오드를 나타낸 단면도로서, 비어홀의 개수를 복수개로 증가시킨 경우를 보이고 있다.

도 4를 참조하면, 기관(61)의 배면은 식각되어 복수개의 비어홀(66a)이 형성되어 있으며, 기관(61)의 비어홀(66a)을 채울 수 있도록 형광층(69)을 도포하면 도시된 바와 같은 발광 다이오드의 구조가 형성된다.

반도체층(65)의 활성층에서 생성되는 블루광 또는 자외선은 기관(62)을 통과하여 형광층(69)으로 입사하는데, 비어홀(66a)쪽으로 입사한 광은 주변부(66b)에 입사한 광보다 더 두꺼운 형광층(69)을 통과하므로 형광층(69)에 포함된 형광물질을 여기시킬 확률이 높아진다. 즉 비어홀(66a)에 채워진 형광층(69)을 통과하여 출사하는 광은 원래의 광, 즉 블루광 또는 자외선이 다른 파장대역의 광, 즉 옐로우광 또는 레드, 그린, 블루광으로 변화되어 출사될 확률이 높다. 주변부(66b)의 상면에 도포된 형광층(69)을 통과하는 광은 원래의 광, 즉 블루광 또는 자외선으로 통과될 확률이 높다.

따라서, 비어홀(66a)의 개수와 깊이를 적절히 조절하여 형광층(69)의 두께분포를 조절하여 반도체층(65)의 활성층에서 생성되는 원래의 광을 다른 파장대역의 광으로 변화시켜 균질의 백색광을 생성할 수 있다.

도 4에서 참조부호 62는 p형 전극, 64는 n형 전극이며, 발광 다이오드를 구성하는 각 화합물 반도체층의 재료 및 성질과 기능은 본 발명의 제1실시예에 따른 발광 다이오드에 대한 설명에서 상술한 바와 같다.

도 5는 본 발명의 제3실시예에 따른 발광 다이오드의 구조를 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 기관(71)은 동일한 두께분포를 가지며, 기관(71)의 배면에 제1형광층(79a)이 도포되고, 제1형광층(79a)의 일부영역에 제2형광층(79b)이 형성되어 형광층은 전체적으로 상이한 두께분포를 가진다. 참조부호 72는 p형 전극, 74는 n형 전극, 75는 반도체층이다.

도 6은 본 발명의 제4실시예에 따른 발광 다이오드의 구조를 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 기관(81)은 동일한 두께분포를 가지며, 기관(81)의 배면에 제1형광층(89a)이 도포되고, 제1형광층(89a)의 일부영역에 제2형광층(89b)이 복수개 스트라이프형으로 형성되어 형광층은 전체적으로 상이한 두께분포를 가진다. 참조부호 72는 p형 전극, 74는 n형 전극, 75는 반도체층이다. 여기서, 제2형광층(89b)은 도트형태로 형성될 수도 있다.

발광 다이오드를 구성하는 각 반도체층의 재질과 성질, 기능에 대한 설명은 본 발명의 제1실시예에 따른 발광 다이오드에서 상술한 바와 동일하며, 형광층(79a, 79b)의 두께분포를 상이하게 함으로써 백색광을 형성시키는 원리도 유사하다. 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 발광 다이오드는 기관을 식각함으로써 형광층이 상이한 두께 분포를 가지도록 형성하였으나, 본 발명의 제3 및 제4실시예에 따른 발광 다이오드에서는 형광층을 제1형광층(79a)(89a)과 제2형광층(79b)(89b)으로 형성하여 상이한 두께분포를 가지도록 형성한다.

본 발명의 제3 및 제4실시예에 따른 발광 다이오드에서, 반도체층(75, 85)의 활성층에서 생성된 블루광 또는 자외선은 기관(71)의 배면에 형성된 제1 및 제2형광층(79a, 79b) 모두를 통과하는 경우에는 제1형광층(79a)만을 통과하는 경우보다 파장대역이 변화된 광이 생성되는 확률이 높아지므로 제2형광층(79b)을 통과하는 광은 옐로우광 또는 레드, 그린, 블루광으로 변화되어 출사될 확률이 높다. 제2형광층(79b)(89b)의 두께와 개수를 적절히 조절하여 균일한 프로파일을 가지는 백색광을 생성할 수 있다.

본 발명의 제1 내지 제4실시예에 따른 발광 다이오드에서 제시된 형태는 일 예시에 불과하며 비어홀의 형태나 개수, 형광층의 두께와 형태는 다양하게 형성될 수 있다.

도 7a 내지 도 7d는 본 발명의 실시예에 따른 발광 다이오드 제조방법을 나타낸 공정도이다.

먼저 도 7a에 도시된 바와 같이, 기관(51)의 상면에 순서대로 제1화합물 반도체층(53), 활성층(57) 및 제2화합물 반도체층(55)을 적층한 다음, 도시된 바와 같이 제1화합물 반도체층(53)에 단차가 형성되도록 포토공정을 실시하여 패터닝한다. 다음, 제1화합물 반도체층(53)의 상면에 n형 전극(54)을 스트라이프형으로 배선하고 제2화합물 반도체층(55)의 상면에 p형 전극(52)을 배선한다.

다음 도 7b에 도시된 바와 같이, 기관(51)의 배면에 건식 공정을 실시하여 형광층(57)에 대응하는 비어홀(56a)을 형성한다. 기관(51)을 식각하기 전에 먼저 기관(51)의 배면을 그라인딩(grinding), 래핑(lapping) 및 폴리싱(polishing)한다. 그런 다음 기관(51)상에 마스크층을 형성하고, 비어홀(56a)에 대응하는 마스크 패턴을 형성한다. 이 마스크 패턴을 식각 마스크로 하여 기관(51)을 Cl₂, BCl₃, Ar, O₂, HBr 중 적어도 하나의 가스를 포함하는 기체로 식각하면, 도시된 바와 같은 비어홀(56a)이 형성된다.

도 9a와 도 9b는 사파이어 기판을 식각하여 형성된 패턴을 도시하고 있다. 도 9a는 사파이어 기판을 넓게 식각하여 형성된 비어홀(56c)을 보이고 있으며, 도 9b는 사파이어 기판을 좁고 깊게 식각하여 형성된 비어홀(56d)을 보이고 있다. 비어홀(56d)은 도포될 형광층의 두께를 고려하여 깊이와 폭을 결정한다. 여기서, 기판의 비어홀(56c)의 후퇴된 깊이는 대략 50 μ m 정도, ??이는 대략 250~500 μ m 정도가 되게 식각한다.

다시 도 7c를 참조하면, 비어홀(56a)을 형성한 다음, 비어홀(56a)과 그 주변부(56b) 상에 형광물질을 전체적으로 디스포징(disposing)법 또는 스핀코팅(spin-coating)법을 이용하여 도시된 바와 같은 형광층(59)을 형성함으로써 발광 다이오드 구조체(58)를 제작한다. 본 발명은 발광 다이오드 기판(51) 전체에 한 번의 공정으로 형광층(59)을 고르게 도포할 수 있으므로 공정이 간단하다.

도 10a 및 10b는 YAG 형광층(59c, 59d)을 도 9a 및 9b에 각각 도시된 비어홀(56c, 56g)이 형성된 기판의 배면상에 형광물질을 도포한 발광 다이오드를 보이는 사진이다. 도면에서 비어홀 상부에 YAG 형광층(59c, 59d)에 희게 보인다.

마지막으로 도 7d에 도시된 바와 같이 발광 다이오드의 각 칩 간의 연결부분을 나누어 복수개의 발광 다이오드(50)를 제조한다.

도 8a 내지 8e는 본 발명의 제2실시예에 따른 발광 다이오드의 제조방법을 나타낸 공정도이다.

먼저 도 8a에 도시된 바와 같이, 기판(71)의 상면에 순서대로 제1화합물 반도체층(73), 활성층(77) 및 제2화합물 반도체층(75)을 적층한 다음, 도시된 바와 같이 제1화합물 반도체층(73)에 단차가 형성되도록 포토공정을 실시하여 패터닝한다. 다음, 제1화합물 반도체층(73)의 상면에 n형 전극(74)을 스트라이프형으로 배선하고 제2화합물 반도체층(75)의 상면에 p형 전극(72)을 배선한다.

다음 도 8b에 도시된 바와 같이, 기판(71)의 배면에 제1형광층(79a)을 디스포징 또는 스핀코팅을 이용하여 도포하고, 도 8c에 도시된 바와 같이 그 상부에 소정 형태의 마스크(76)를 위치시킨 후, 마스크(76)의 상부로 제2형광층(79b)을 도포하면 도 8d에 도시된 바와 같이 상이한 두께 분포를 가지는 형광층이 형성된다. 복수개의 연결된 칩을 도 8e에 도시된 바와 같이, 분리시키면 원하는 발광 다이오드를 제조할 수 있다.

본 발명의 발광 다이오드는 기판의 두께를 상이한 분포로 식각하여 기판상에 형광물질을 상이한 두께 분포가 되도록 도포하거나, 동일한 두께를 가지는 기판상에 형광물질을 상이한 두께 분포로 형성하여, 활성층에서 생성되는 광을 형광층의 두께에 따라 상이한 파장대역의 광이 출사되는 비율을 변화시켜 균일한 프로파일의 백색광을 생성할 수 있다. 또한, 본 발명의 발광 다이오드 제조방법은 기판의 배면을 식각하거나, 그 상부에 형광물질을 전체적으로 디스포징 또는 스핀코팅하는 간단한 공정을 통해 발광 다이오드를 대량 생산할 수 있는 잇점이 있다.

상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명의 발광 다이오드 및 그 제조방법의 장점은, 형광층의 두께를 조절하여 상이한 파장대역의 광으로 변화되는 비율을 조절하여 균일한 백색광을 생성할 수 있으며 간단한 공정으로 제조될 수 있다는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

투광성 기판;

상기 기판의 상면에 적층되고, 광을 방출하는 활성층을 구비하는 반도체층; 및

상기 기판의 배면에 형광 물질로 형성되며, 상기 활성층으로부터 입사하는 광의 일부를 흡수하여 상이한 파장 대역의 광으로 변화시키는 상이한 두께 분포를 지니는 형광층;을 구비하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 상이한 두께 분포를 가지도록 배면영역의 일부가 식각되는 비어홀을 하나이상 가지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,
상기 기판은 동일한 두께 분포를 가지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판은 사파이어 기판인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반도체층은,
상기 기판의 상면에 적층되는 제1화합물 반도체층;
상기 제1화합물 반도체층의 상면에 적층되는 활성층; 및
상기 활성층의 상면에 적층되는 제2화합물 반도체층;으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 제1화합물 반도체층은,
GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 7.

제 6 항에 있어서, 상기 제2화합물 반도체층은,
GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 p형 물질층인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 활성층은,
 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x + y \leq 1$) 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층인 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,
상기 활성층은 블루광을 방출하고, 상기 형광층은 상기 블루광의 일부를 옐로우 광으로 변화시켜 백색광을 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 형광층은 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하는 Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체를 포함하는 형광물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

상기 활성층은 자외선을 방출하고, 상기 형광층은 상기 자외선을 흡수하여 레드, 그린 또는 블루광으로 변화시켜 백색광을 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}$, Y_2O_2S 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSrYEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7$, $ZnS:Cu$ 를 포함하는 그린 형광체 및, $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$, $BaMg_2Al_{16}O_{27}:Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 를 포함하는 블루 형광체를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 13.

투광성 기판의 상면에 활성층을 가지는 반도체층을 적층하여 복수개의 발광 다이오드 구조를 형성하는 제1단계;

상기 기판이 상이한 두께 분포를 가지도록 상기 기판의 배면을 식각하여 하나 이상의 비어홀을 형성하는 제2단계;

상기 비어홀을 채우도록 기판의 배면에 형광물질을 도포하여 상이한 두께 분포를 가지는 형광층을 형성함으로써 복수개의 발광 다이오드 칩을 제조하는 제3단계; 및

상기 발광 다이오드 칩을 각각 분리하는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 14.

제 13 항에 있어서, 상기 제1단계에서,

상기 반도체층은 상기 기판의 상면에 제1화합물 반도체층, 활성층 및, 제2화합물 반도체층을 순차적으로 적층하여 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 15.

제 13 항에 있어서, 상기 제1화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 16.

제 15 항에 있어서, 상기 제2화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 p형 물질층으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 활성층은,

$\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x + y \leq 1$) 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 18.

제 13 항에 있어서, 상기 제1단계에서,

상기 기판은 사파이어 기판으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 19.

제 13 항에 있어서, 상기 제2단계에서,

상기 기판의 배면을 연마한 다음, 상기 활성층에 대응하는 배면이 주변부에 비해 얇은 두께를 가지도록 건식식각하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 기판의 배면을 그라인딩, 랩핑 또는 폴리싱 방법을 이용하여 연마하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

상기 기판의 배면을 Cl_2 , BCl_3 , Ar, O_2 및 HBr 중 적어도 하나의 가스를 포함하는 기체로 건식식각하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 22.

제 13 항에 있어서,

상기 활성층을 블루광을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 블루광의 일부를 흡수하여 옐로우광으로 변화시키는 형광물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,

상기 형광물질은 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하는 Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 24.

제 13 항에 있어서,

상기 활성층을 자외선을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 자외선의 일부를 흡수하여 레드, 그린 및, 블루광으로 변화시키는 형광물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 25.

제 24 항에 있어서,

상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}$, Y_2O_2S 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSrYEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7$, $ZnS:Cu$ 를 포함하는 그린 형광체 및, $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$, $BaMg_2Al_{16}O_{27}:Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 를 포함하는 블루 형광체를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 26.

제 13 항에 있어서, 상기 제3단계에서,

상기 형광물질은 상기 기관의 배면에 디스포징 또는 스펀코팅하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 27.

투광성 기관의 상면에 활성층을 가지는 반도체층을 적층하여 복수개의 발광 다이오드 구조를 형성하는 제1단계;

상기 기관의 배면에 형광물질을 도포하여 상이한 두께 분포를 가지는 형광층을 형성함으로써 복수개의 발광 다이오드 칩을 제조하는 제2단계; 및

상기 발광 다이오드 칩을 각각 분리하는 제3단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 28.

제 27 항에 있어서, 상기 제1단계에서,

상기 반도체층은 상기 기관의 상면에 제1화합물 반도체층, 활성층 및, 제2화합물 반도체층을 순차적으로 적층하여 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 29.

제 28 항에 있어서, 상기 제1화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 30.

제 29 항에 있어서, 상기 제2화합물 반도체층은,

GaN 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 p형 물질층으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 31.

제 30 항에 있어서, 상기 활성층은,

$In_xAl_yGa_{1-x-y}N(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x+y \leq 1)$ 계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층으로써 n형 물질층 또는 도핑되지 않은 물질층으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 32.

제 27 항에 있어서, 상기 제1단계에서,

상기 기판은 사파이어 기판으로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 33.

제 27 항에 있어서, 상기 제2단계에서,

상기 기판의 배면에 상기 형광물질을 디스포징 또는 스펀코팅하여 제1형광층을 형성한 다음, 상부에 소정 형태의 마스크를 위치시키고 형광물질을 도포하여 제2형광층을 형성함으로써 전체적으로 상이한 두께 분포를 가지는 형광층을 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 34.

제 27 항에 있어서,

상기 활성층을 블루광을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 블루광의 일부를 흡수하여 옐로우광으로 변화시키는 형광물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 35.

제 34 항에 있어서,

상기 형광물질은 Y, Lu, Sc, La, Gd, Sm 중 한 개 이상의 원소와 Al, Ga, In 중 한 개 이상의 원소를 포함하는 Ce으로 활성화된 가넷(garnet)계 형광체로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

청구항 36.

제 27 항에 있어서,

상기 활성층을 자외선을 방출하는 반도체 화합물층으로 형성하고, 상기 형광층을 상기 자외선의 일부를 흡수하여 레드, 그린 및, 블루광으로 변화시키는 형광물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

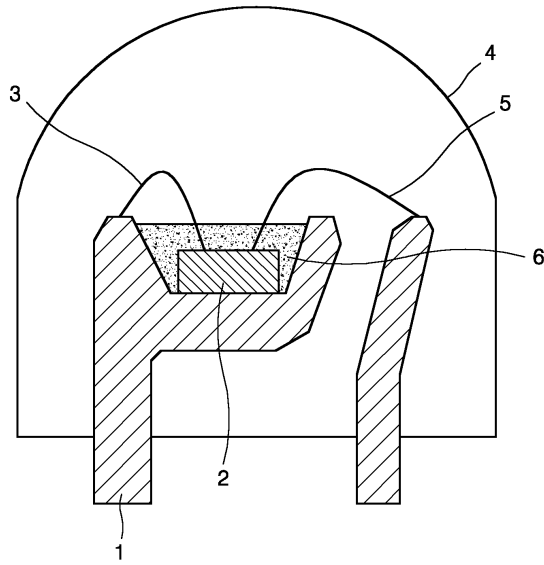
청구항 37.

제 36 항에 있어서,

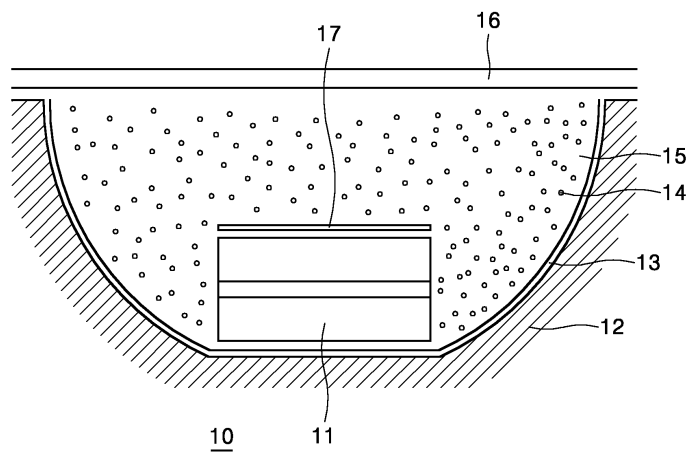
상기 형광물질은 $Y_2O_3Eu^{3+}Bi^{3+}$, Y_2O_2S 를 포함하는 레드 형광체, $(Ba_{1-x-y-z}Ca_xSrYEu_z)(Mg_{1-w}Zn_w)Si_2O_7$, $ZnS:Cu$ 를 포함하는 그린 형광체 및, $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl:Eu^{2+}$, $BaMg_2Al_{16}O_{27}:Eu^{2+}$, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu$ 를 포함하는 블루 형광체를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드 제조방법.

도면

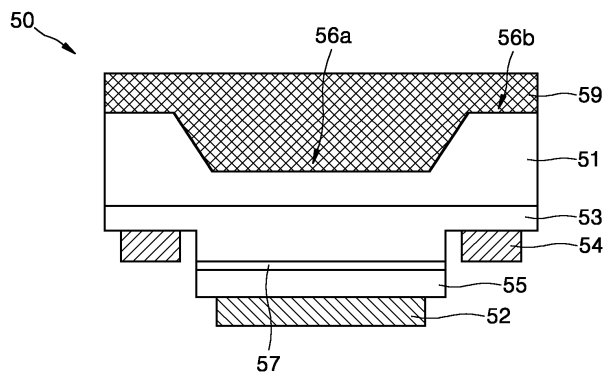
도면1



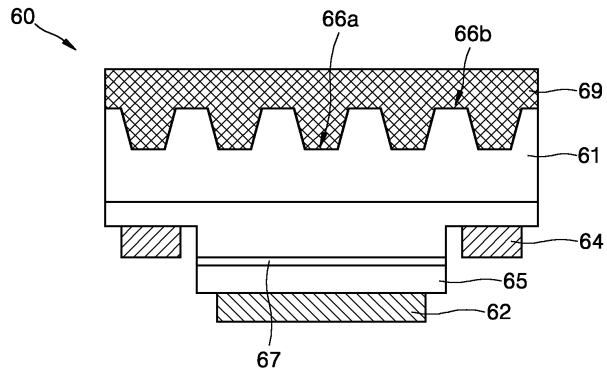
도면2



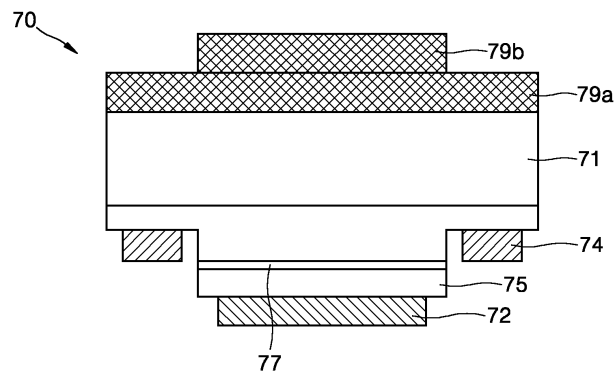
도면3



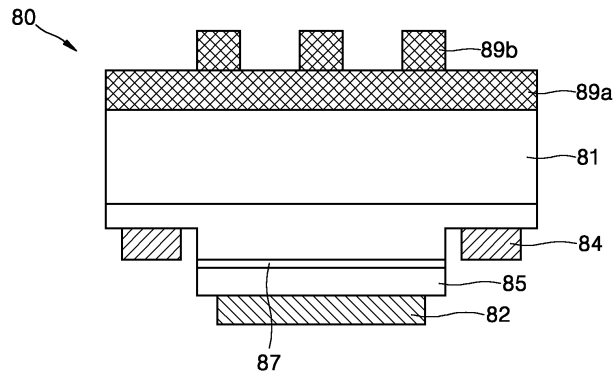
도면4



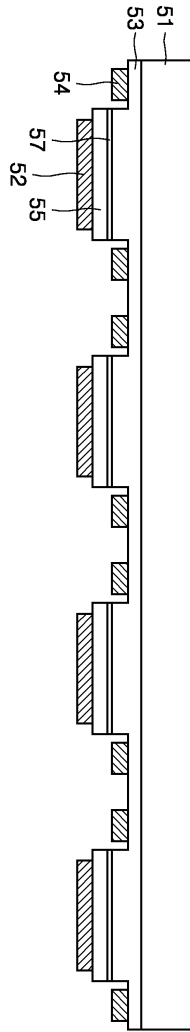
도면5



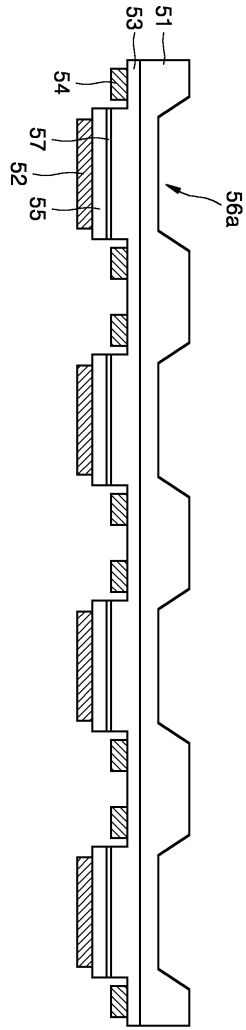
도면6



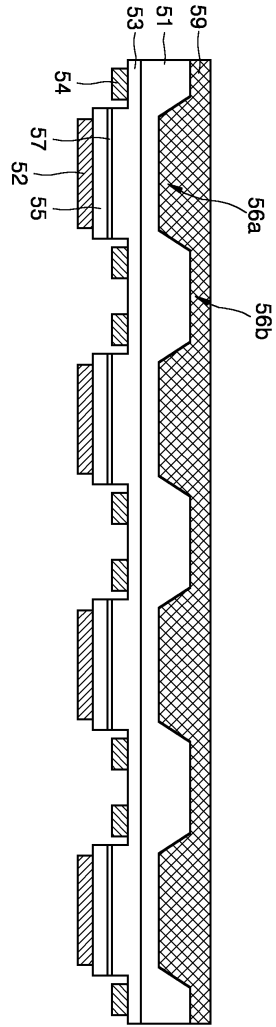
도면7a



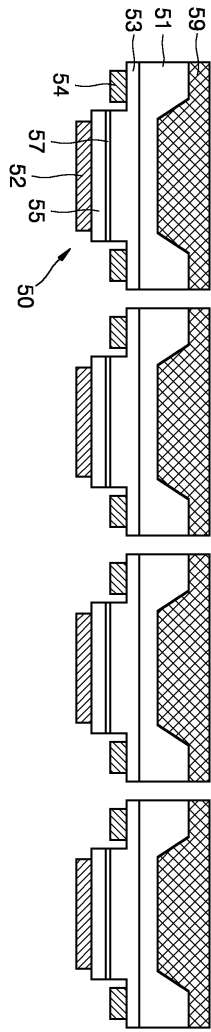
도면7b



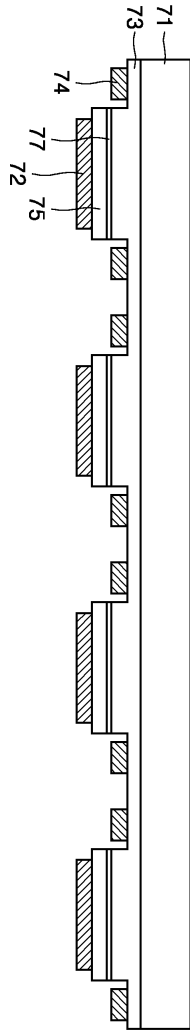
도면7c



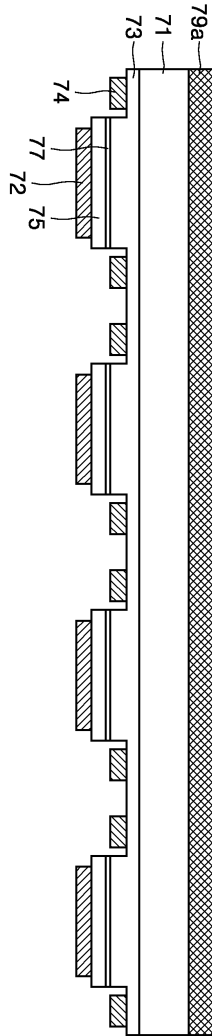
도면7d



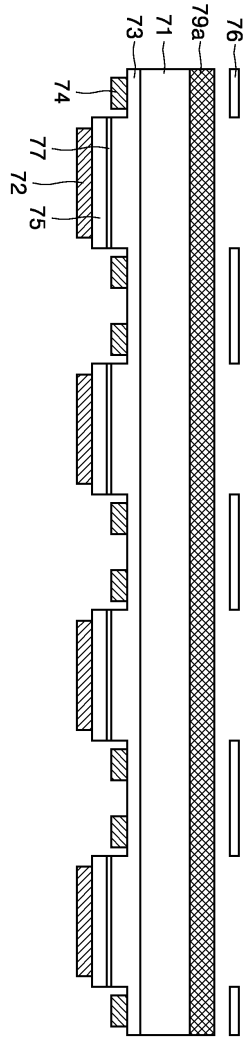
도면8a



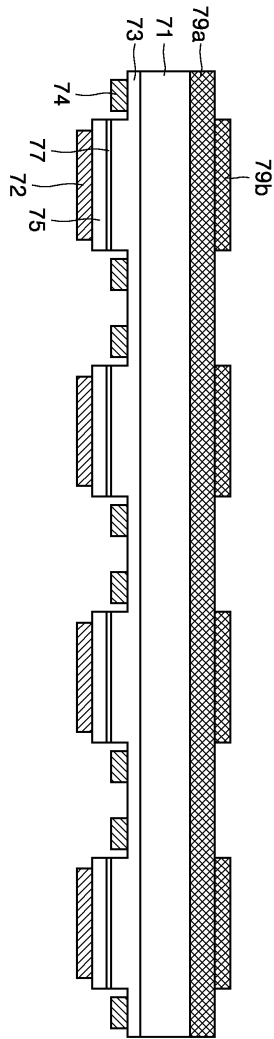
도면8b



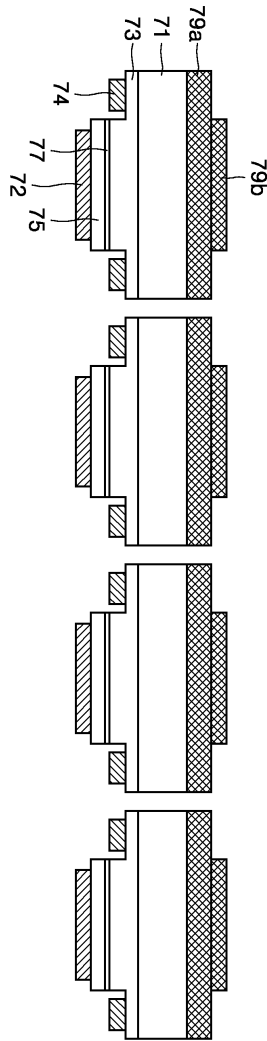
도면8c



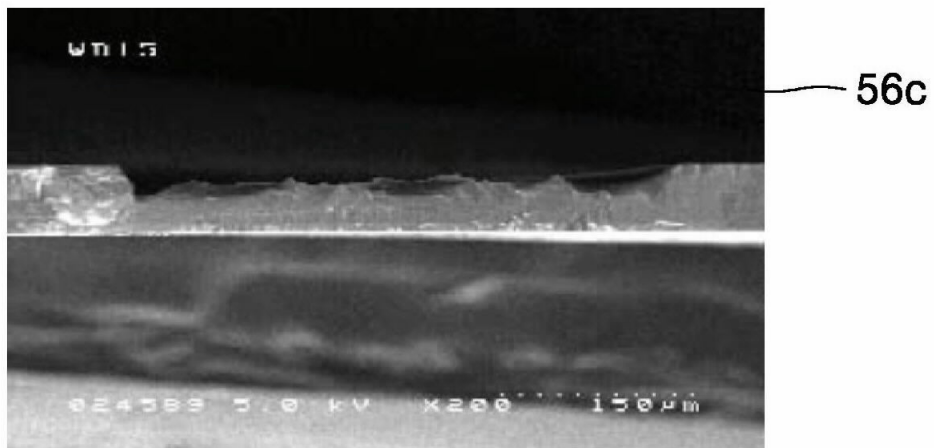
도면8d



도면8e

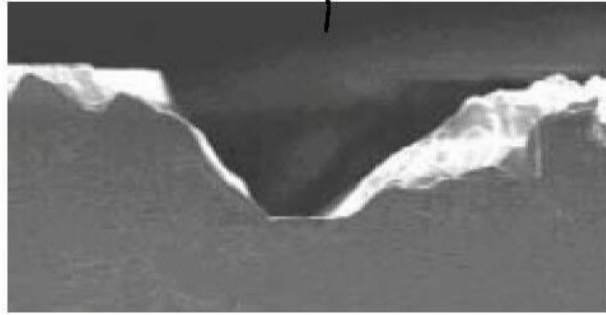


도면9a

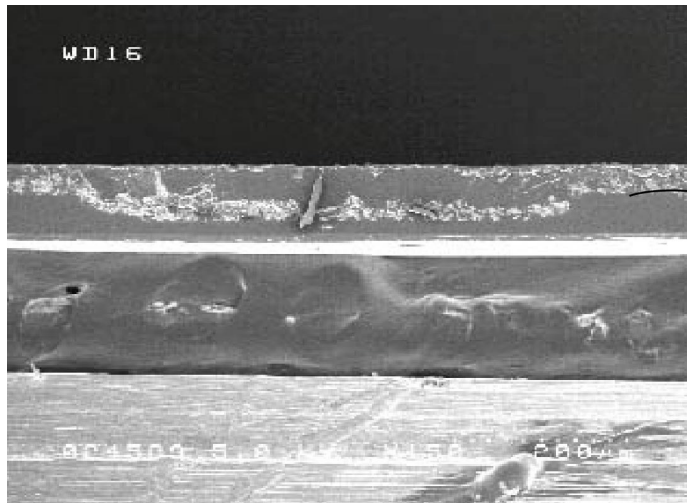


도면9b

56d



도면10a



도면10b

59d

