



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0092899

(43) 공개일자 2015년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/22 (2010.01) H01L 33/20 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2014-0013497

(22) 출원일자 2014년02월06일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지이노텍 주식회사

서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

홍이량

서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)

김선경

경기도 용인시 수지구 풍덕천로22번길 59, 101동 501호 (풍덕천동, 한일타운)

조현경

서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)

(74) 대리인

박영복

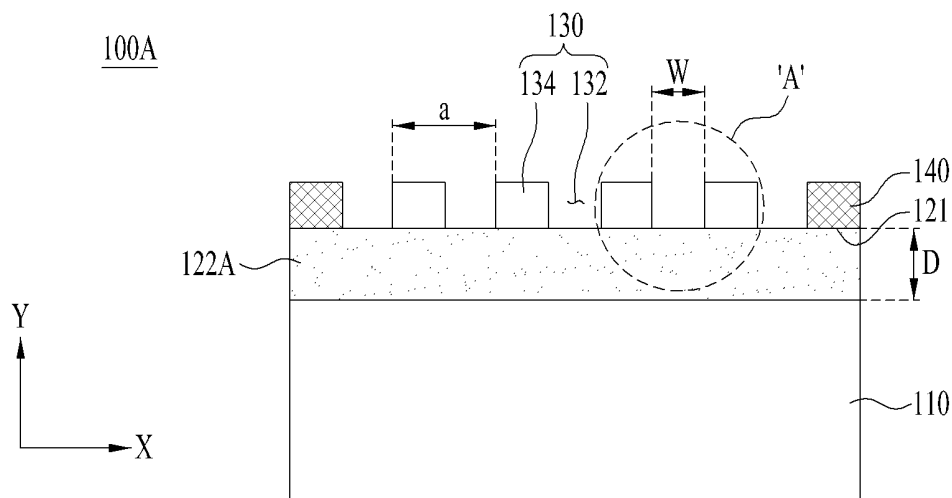
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 발광 소자

(57) 요약

실시 예의 발광 소자는 광을 방출하는 발광층 및 발광층 위에 소정 거리만큼 이격되어 배치되며, Γ 포인트를 여기시키는 주기적인 패턴을 갖는 광 추출층을 포함하고, 광 추출층은 주기적으로 배열된 복수의 홀 및 복수의 홀 사이에 배치된 기둥을 포함하고, 복수의 홀의 정규화된 주기(a/λ) (여기서, a 는 홀의 주기이고, λ 는 방출된 광의 파장)는 0.5 이하이다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

광을 방출하는 발광층; 및

상기 발광층 위에 소정 거리만큼 이격되어 배치되며, Γ 포인트를 여기시키는 주기적인 패턴을 갖는 광 추출층을 포함하고,

상기 광 추출층은

주기적으로 배열된 복수의 홀; 및

상기 복수의 홀 사이에 배치된 기둥을 포함하고,

상기 복수의 홀의 정규화된 주기(a/λ)(여기서, a 는 홀의 주기이고, λ 는 상기 방출된 광의 파장)는 0.5 이하인 발광 소자.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 소정 거리는 λ/n (여기서, n 은 상기 발광층과 상기 광 추출층 사이에 존재하는 물질의 굴절률이고, λ 는 상기 방출된 광의 파장) 이하인 발광 소자.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 홀의 폭은 상기 방출된 광의 파장보다 작은 발광 소자.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 패턴은 다각형이나 반구형 단면 형상을 갖는 발광 소자.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 발광층과 상기 광 추출층 사이에 배치된 삽입층을 더 포함하는 발광 소자.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 삽입층은 반도체층을 포함하는 발광 소자.

청구항 7

제6 항에 있어서, 상기 반도체층은 p형 반도체층을 포함하는 발광 소자.

청구항 8

제6 항에 있어서, 상기 삽입층은

상기 반도체층과 상기 광 추출층 사이에 배치된 투명 전극층을 더 포함하는 발광 소자.

청구항 9

제6 항에 있어서, 상기 반도체층은

상기 광 추출층을 대향하는 상부; 및

상기 발광층을 대향하는 하부를 포함하고,

상기 삽입층은

상기 반도체층의 상기 상부에 일정한 패턴으로 매립된 투명 전극층을 더 포함하는 발광 소자.

청구항 10

제1 항에 있어서, 상기 광 추출층은 상기 패턴이 형성된 반도체층을 포함하는 발광 소자.

청구항 11

제10 항에 있어서, 상기 반도체층 위에 투명 전극층을 더 포함하는 발광 소자.

청구항 12

제1 항에 있어서, 상기 광 추출층 위에 배치된 전극을 더 포함하는 발광 소자.

청구항 13

제1 항에 있어서, 상기 광 추출층과 동일한 수평면 상에 배치된 전극을 더 포함하는 발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 실시 예는 발광 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 다이오드(LED:Light Emitting Diode)는 화합물 반도체의 특성을 이용하여 전기를 적외선 또는 빛으로 변환시켜서 신호를 주고 받거나, 광원으로 사용되는 반도체 소자의 일종이다.

[0003] III-V족 질화물 반도체(group III-V nitride semiconductor)는 물리적 및 화학적 특성으로 인해 발광 다이오드(LED) 또는 레이저 다이오드(LD:Laser Diode) 등 발광소자의 핵심 소재로 각광을 받고 있다.

[0004] 이러한 발광 다이오드는 백열등과 형광등 등의 기존 조명기구에 사용되는 수은(Hg)과 같은 환경 유해물질이 포함되어 있지 않아 우수한 친환경성을 가지며, 긴 수명과 저전력 소비특성 등과 같은 장점이 있기 때문에 기존의 광원들을 대체하고 있다.

[0005] LED 구조는 외부의 공기 또는 LED를 에워싸는 에폭시에 비해 높은 굴절률을 가지고 있으므로, 양자 우물층에서 발생한 빛의 대부분은 전반사 과정에 의해 LED 내부에 갇히게 된다.

[0006] 전반사 과정에 의해 LED에 갇히는 빛을 외부로 추출하는 기술 중 하나로서, LED 구조의 표면에 주기적 또는 무작위적 패턴을 도입할 수 있다.

[0007] 도 1a 및 도 1b는 기존의 광 추출 효율을 증대시키는 LED의 단면도를 나타낸다.

[0008] 도 1a에 도시된 바와 같이 LED 구조의 표면에 패턴(12)이 도입될 경우, 발광층(10)에서 방출되어 전반사 과정을 겪어야 할 빛의 일부가 회절 과정(예를 들어 Bloch 운동량(momentum))에 의해 광원뿔(light cone)(16) 각도에서 외부로 추출될 수 있어 광 추출 효율이 향상된다. 그러나, 발광층(10)에서 방출된 빛이 초기부터 수직 방향으로 진행하지 않으므로 광 추출 효율에 한계를 갖는다.

[0009] 전반사 과정에 의해 LED에 갇히는 빛을 외부로 추출하는 기술 중 다른 하나로서, 도 1b에 도시된 바와 같이 거울(20)에 의한 간섭 효과를 이용하여 빛의 방사각을 조절할 수 있다. 즉, 거울(20)과 발광층(22)에 해당하는 양자우물층 사이의 거리를 적절히 조절하여 빛이 처음에 발생할 때부터 수직 방향 중심으로 방사가 집중되도록 한다. 거울(20)과 발광층(22) 사이의 거리가 보강 간섭 조건을 만족하도록 설정되었다면, 빛은 처음부터 수직 방향으로 우세한 방사 분포를 가지게 된다. 빛의 방사 분포가 임계각(24) 이내에 집중된다면 빛은 전반사 과정을 겪지 않으므로, 광 추출 효율이 향상된다. 그러나, 금속 거울(20)을 통한 방사각 조절에 의하면, 방사 세기가 최대가 되는 각도가 임계각 이내뿐만 아니라 임계각 외부에도 존재하며, 방사 분포가 수직 방향을 중심으로 일정 각도 범위를 가지고 있어 광 추출 효율 향상에 있어 명백한 한계를 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 실시 예는 광 추출 효율이 개선된 발광 소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 실시 예의 발광 소자는, 광을 방출하는 발광층; 및 상기 발광층 위에 소정 거리만큼 이격되어 배치되며, Γ 포인트를 여기시키는 주기적인 패턴을 갖는 광 추출층을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 광 추출층은 주기적으로 배열된 복수의 홀; 및 상기 복수의 홀 사이에 배치된 기둥을 포함하고, 상기 복수의 홀의 정규화된 주기(a/λ)(여기서, a 는 홀의 주기이고, λ 는 상기 방출된 광의 파장)는 0.5 이하일 수 있다.

[0013] 상기 소정 거리는 λ/n (여기서, n 은 상기 발광층과 상기 광 추출층 사이에 존재하는 물질의 굴절률이고, λ 는 상기 방출된 광의 파장) 이하일 수 있다.

[0014] 상기 홀의 폭은 상기 방출된 광의 파장보다 작을 수 있다. 상기 패턴은 다각형이나 반구형 단면 형상을 가질 수 있다.

[0015] 상기 발광 소자는, 상기 발광층과 상기 광 추출층 사이에 배치된 삽입층을 더 포함할 수 있다. 상기 삽입층은 반도체층을 포함하고, 상기 반도체층은 p형 반도체층을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 삽입층은 상기 반도체층과 상기 광 추출층 사이에 배치된 투명 전극층을 더 포함할 수 있다.

[0017] 또는, 상기 반도체층은 상기 광 추출층을 대향하는 상부; 및 상기 발광층을 대향하는 하부를 포함하고, 상기 삽입층은 상기 반도체층의 상기 상부에 일정한 패턴으로 매립된 투명 전극층을 더 포함할 수 있다.

[0018] 또는, 상기 광 추출층은 상기 패턴이 형성된 반도체층을 포함할 수 있다. 상기 발광 소자는 상기 반도체층 위에 투명 전극층을 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 발광 소자는, 상기 광 추출층 위에 배치되거나 상기 광 추출층과 동일한 수평면 상에 배치된 전극을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 실시 예에 따른 발광 소자는 발광층의 주위에 패턴을 갖는 2차원 광 추출층이 위치한 상태에서, 광 추출층의 패턴 고유의 수직 방향 직진성이 강한 Γ 포인트와 발광층의 결합을 통해, 발광층에서 생성된 빛을 초기부터 수직 방향으로 진행시킴으로써 광 추출 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1a 및 도 1b는 기존의 광 추출 효율을 증대시키는 LED의 단면도를 나타낸다.

도 2는 일 실시 예에 의한 발광 소자의 국부적인 단면도를 나타낸다.

도 3a는 근접장 빛이 방사되는 단면 모습을 나타내고, 도 3b는 원거리장 빛이 방사되는 평면 모습을 각각 나타낸다.

도 4는 도 3a 및 도 3b에 도시된 발광 소자의 분산 곡선을 나타내는 그래프이다.

도 5a 및 도 5b는 도 2에 예시된 발광 소자에서 'A' 부분의 실시 예를 확대 도시한 부분 단면도이다.

도 6은 다른 실시 예에 의한 발광 소자의 국부적인 단면도를 나타낸다.

도 7은 또 다른 실시 예에 의한 발광 소자의 국부적인 단면도를 나타낸다.

도 8은 또 다른 실시 예에 의한 발광 소자의 국부적인 단면도를 나타낸다.

도 9는 실시 예에 의한 발광 소자에서 광 추출층의 평면도를 나타낸다.

도 10은 실시 예에 의한 발광 소자의 단면도를 나타낸다.

도 11은 실시 예에 의한 발광 소자 패키지의 단면도를 나타낸다.

도 12는 실시 예들에 따른 발광소자를 포함하는 표시장치를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명하기 위해 실시 예를 들어 설명하고, 발명에 대한 이해를 돕기 위해 첨부도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명에 따른 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시 예들에 한정되는 것으로 해석되지 않아야 한다. 본 발명의 실시 예들은 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.
- [0023] 본 발명에 따른 실시 예의 설명에 있어서, 각 element의 "상(위)" 또는 "하(아래)(on or under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)(on or under)는 두개의 element가 서로 직접(directly)접촉되거나 하나 이상의 다른 element가 상기 두 element사이에 배치되어(indirectly) 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 "상(위)" 또는 "하(아래)(on or under)"로 표현되는 경우 하나의 element를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 이하에서 이용되는 "제1" 및 "제2", "상부" 및 "하부" 등과 같은 관계적 용어들은, 그런 실체 또는 요소들 간의 어떠한 물리적 또는 논리적 관계 또는 순서를 반드시 요구하거나 내포하지는 않으면서, 어느 한 실체 또는 요소를 다른 실체 또는 요소와 구별하기 위해서만 이용될 수도 있다.
- [0025] 도면에서 각층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었다. 또한 각 구성요소의 크기는 실제크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다.
- [0026] 도 2는 일 실시 예에 의한 발광 소자(100A)의 국부적인 단면도를 나타낸다.
- [0027] 도 2에 예시된 발광 소자(100A)는 발광층(110), 광 추출층(또는, 광 결정(photonic crystal) 층)(130) 및 전극(140)을 포함한다.
- [0028] 발광층(110)은 소정 파장(λ) 대역의 광을 방출한다.
- [0029] 광 추출층(130)은 발광층(110) 위에서 발광층(110)과 소정 거리(D)만큼 이격되어 배치되며 패턴을 갖는다.
- [0030] 여기서, 발광층(110)의 패턴이란, 발광층(110)의 두께 방향인 Y축 방향에 수직한 2차원 평면 즉, X-Z 평면 내에서 X축 방향이나 Z축 방향으로 유전율이 주기적으로 변하는 구조를 의미한다.
- [0031] 소정 거리(D)는 작을수록 즉, 발광층(110)과 광 추출층(130)이 서로 가깝게 배치될수록, 발광 소자(100)로부터 출사되는 광의 수직 방향 직진성이 개선된다. 만일, 소정 거리(D)가 λ/n 보다 크다면, 발광 소자(100A)의 광학적 특성이 저하될 수 있다. 따라서, 소정 거리(D)는 예를 들어 λ/n 이하일 수 있다. 여기서, n은 발광층(110)과 광 추출층(130) 사이에 존재하는 물질(예를 들어, 반도체층(122A))의 굴절률을 나타낸다.
- [0032] 실시 예에 의하면, 광 추출층(130)은 X-Z 수평면상에서 Γ 포인트(gamma-point)를 여기시키는(exciting) 주기적인 이차원적인 패턴을 갖는다. 예를 들어 ' Γ 포인트'의 일례가, 미국 공개 번호 US2004/0247009(2004년 12월 9일 공개) 문서의 문단 [0013]에 개시되어 있다.
- [0033] 광 추출층(130)은 복수의 홀(hole)(132) 및 복수의 기둥(rod)(134)을 포함할 수 있다. 복수의 홀(132)과 복수의 기둥(134) 각각은 주기적으로 배열된다.
- [0034] 도 3a는 근접장(near-field) 빛이 방사되는 단면 모습을 나타내고, 도 3b는 원거리장(far-field) 빛이 방사되는 평면 모습을 나타낸다.
- [0035] 근접장의 경우 발광층(110)의 발광 영역의 지름(L)이 10λ 보다 적고, 원거리장의 경우 발광 영역의 지름(L)이 10λ 이상이다.
- [0036] 발광층(110) 주위에 광 추출층(130)이 위치할 때, 광 추출층(130) 패턴의 특정한 주기에 대해 빛은 초기부터 수직 방향의 강한 직진성을 갖는다. 예를 들어, 발광층(110) 주위에 도입된 광 추출층(130)이 3.4의 굴절률과 200 nm의 두께를 가지며 홀이 삼각 격자 형태의 평면 형상을 가질 때, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이 수직 방향으로 직진하는 빛의 방출 각도(θ)의 범위는 25° 로서 매우 작을 수 있다.
- [0037] 도 4는 도 3a 및 도 3b에 도시된 발광 소자의 분산 곡선을 나타내는 그래프로서, 횡축은 파동 번호 벡터(wave number vector)를 나타내고 종축은 정규화된 주기(Normalized frequency)를 나타낸다.
- [0038] 광 추출층(130)에서 패턴의 주기는 도 4에 도시된 분산 곡선 내에서 Γ 포인트가 여기될 수 있는 값으로 정해진다. 발광층(110)에서 발생하는 빛의 방사 분포는 램버시안(Lambertian) 분포보다 좁은 각도 범위를 갖는다. Γ 포인트를 여기시키기 위한 복수의 홀(132)의 정규화된(normalized) 주기(T)는 0.5 이하일 수 있다. 여기서, 주

기(T)는 다음 수식식 1과 같다.

수식식 1

$$T = \frac{a}{\lambda}$$

[0039]

[0040]

여기서, a는 홀(132)의 정규화되지 않은 주기를 나타낸다.

[0041]

도 4를 참조하면, 정규화된 주기(T)가 0.5 이하의 값을 가질 때, 높은 상태 밀도(density of states)의 Γ 포인트가 여기됨을 알 수 있다. Γ 포인트 모드(mode)에서, 광 추출층(130) 내에서 수직 방향인 +Y축 방향으로 빛이 진행한다. 따라서, 실시 예에 의한 발광 소자(100A)의 경우, Γ 포인트 모드가 발광층(110)과 결합되어, 수직 방향인 +Y축 방향으로 강하게 집중된 빛이 출사될 수 있다.

[0042]

도 3a 및 도 3b에 도시된 광 추출층(130)의 패턴의 주기는 250 nm이며, 이는 도 4에 도시된 분산 곡선에서 0.5 근처의 y축 값에 해당하므로, Γ 포인트 모드가 강한 방향성의 원인임을 알 수 있다.

[0043]

도 5a 및 도 5b는 도 2에 예시된 발광 소자(100A)에서 'A' 부분의 실시 예(A1, A2)를 확대 도시한 부분 단면도이다.

[0044]

도 2에 예시된 광 추출층(130)의 패턴은 직사각형(rectangular) 단면 형상을 갖는다. 즉, 광 추출층(130)의 홀(132)과 기둥(134) 각각은 직사각형 단면 형상을 갖지만, 실시 예는 이에 국한되지 않는다. 즉, 다른 실시 예에 의하면, 광 추출층(130)의 패턴은 다각형이나 반구형 단면 형상을 가질 수도 있다.

[0045]

도 5a를 참조하면, 광 추출층(130)의 패턴은 삼각형 단면 형상을 가질 수도 있다. 이 경우, 광 추출층(130)의 기둥(134)은 삼각형 단면 형상을 가질 수 있다.

[0046]

또는, 도 5b를 참조하면, 광 추출층(130)의 패턴은 반구형 단면 형상을 가질 수도 있다. 이 경우, 즉, 광 추출층(130)의 기둥(134)은 반구형 단면 형상을 갖는다.

[0047]

한편, 삽입층은 발광층(110)과 광 추출층(130) 사이에 배치될 수 있다.

[0048]

도 2를 참조하면, 삽입층은 반도체층(122A)을 포함한다. 여기서, 반도체층(122A)은 n형 또는 p형으로 도핑된 반도체층을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 반도체층(122A)은 p형으로 도핑된 반도체층을 포함할 수 있다.

[0049]

만일, 반도체층(122A)이 p형 반도체층인 경우, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등과 같은 p형 도펀트에 의해 반도체층(122A)이 도핑될 수 있다. 반도체층(122A)은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0050]

반도체층(122A)은 발광층(110)의 상부에 배치되며, 반도체 화합물을 포함할 수 있다. 반도체층(122A)은 III-V족, II-VI족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 예를 들어 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질 또는 AlInN, AlGaAs, GaP, GaAs, GaAsP, AlGaInP 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0051]

도 6은 다른 실시 예에 의한 발광 소자(100B)의 국부적인 단면도를 나타낸다.

[0052]

도 2에 예시된 발광 소자(100A)는 삽입층으로서 반도체층(122A)만을 포함한다. 그러나, 도 6에 예시된 발광 소자(100B)는 삽입층(120)으로서 반도체층(122A) 뿐만 아니라 투명 전극층(124A)을 더 포함한다.

[0053]

도 2 및 도 6에 도시된 반도체층(122A)은 동일하므로 중복되는 설명을 생략한다.

[0054]

투명 전극층(124A)은 반도체층(122A)과 광 추출층(130) 사이에 배치되며, 예를 들어, 20 nm 내지 60 nm의 두께를 가질 수 있다. 이와 같이, 투명 전극층(124A)이 더 배치된 것을 제외하면, 도 6에 예시된 발광 소자(100B)는 도 2에 예시된 발광 소자(100A)와 동일하므로, 중복되는 설명을 생략한다.

[0055]

도 7은 또 다른 실시 예에 의한 발광 소자(100C)의 국부적인 단면도를 나타낸다.

[0056]

도 6에 예시된 발광 소자(100B)와 마찬가지로, 도 7에 예시된 발광 소자(100C)는 반도체층(122B) 뿐만 아니라

투명 전극층(124B)을 더 포함한다. 여기서, 반도체층(122B)은 도 2 또는 도 6에 도시된 반도체층(122B)과 동일하다. 그러나, 도 6에 예시된 발광 소자(100B)에서 투명 전극층(124A)이 반도체층(122A) 위에 배치되는 반면, 도 7에 예시된 발광 소자(100C)에서 투명 전극층(124B)은 반도체층(122B)에 매립된 형태를 갖는다.

[0057] 도 7을 참조하면, 반도체층(122B)은 상부(122B-1) 및 하부(122B-2)를 포함한다. 여기서, 반도체층(122B)의 상부(122B-1)는 광 추출층(130)에 대향하는 부분으로서 정의되고, 하부(122B-2)는 발광층(110)에 대향하는 부분으로서 정의된다. 이 경우, 투명 전극층(124B)은 반도체층(122B)의 상부(122B-1)에 일정한 패턴으로 매립된 형태로 배치될 수 있다. 이와 같이, 투명 전극층(122B)의 배치 형태를 제외하면, 도 7에 예시된 발광 소자(100C)는 도 6에 예시된 발광 소자(100B)와 동일하므로 중복되는 설명을 생략한다.

[0058] 도 8은 또 다른 실시 예에 의한 발광 소자(100D)의 국부적인 단면도를 나타낸다.

[0059] 도 6에 예시된 발광 소자(100B)에서 광 추출층(130)은 투명 전극층(124A) 위에 배치된다. 반면에, 도 8에 예시된 발광 소자(100D)에서 광 추출층(130)은 패턴(132, 134)이 형성된 반도체층(122C)을 포함한다. 즉, 광 추출층(130)은 발광층(110)과 투명 전극층(124A) 사이에 배치된 반도체층(122C) 내부에 형성된다. 이때, 도 6에 예시된 바와 같이, 도 8에 예시된 투명 전극층(124A)은 반도체층(122C) 위에 배치된다.

[0060] 광 추출층(130)이 반도체층(122C)의 내부에 배치되므로, 광 추출층(130)의 기둥(134)은 반도체층(122C) 자체일 수 있으며, 홀(132)은 기둥(134) 사이에 위치한 반도체층(122C) 자체일 수 있다.

[0061] 도 6, 도 7 및 도 8 각각에 도시된 투명 전극층(124A, 124B)은 전극(140)을 통해 공급된 캐리어를 스프레딩하는 역할을 하며, 발광 과정에 대해 투과율이 높은 투명한 산화물계 물질, 예컨대, ITO(Indium Tin Oxide), TO(Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), IZTO(Indium Zinc Tin Oxide), IAZO(Indium Aluminium Zinc Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), IGTO(Indium Gallium Tin Oxide), AZO(Aluminium Zinc Oxide), ATO(Aluminium Tin Oxide), GZO(Gallium Zinc Oxide), IrOx, RuOx, RuOx/ITO, Ni, Ag, Ni/IrOx/Au 또는 Ni/IrOx/Au/ITO 중 하나 이상 또는 그래핀(graphene)을 이용하여 단층 또는 다층으로 구현할 수 있다.

[0062] 도 6, 도 7 및 도 8 각각에 도시된 광 추출층(130)은 유전물질이나 금속으로 구현될 수 있으며, 실시 예는 광 추출층(130)의 물질에 국한되지 않는다.

[0063] 한편, 실시 예에 의한 발광 소자(100A ~ 100D)는 전극(140)을 더 포함할 수 있다.

[0064] 도 7 및 도 8에 예시된 발광 소자(100C, 100D) 각각에서, 전극(140)은 광 추출층(130) 위에 배치된다. 반면에, 도 2 및 도 6에 예시된 발광 소자(100A, 100B) 각각에서, 전극(140)은 광 추출층(130)과 동일한 수평면(121) 상에 배치된다.

[0065] 도 9는 실시 예에 의한 발광 소자(100A ~ 100D)에서 광 추출층(130)의 평면도를 나타낸다.

[0066] 도 9를 참조하면, 광 추출층(130)은 원형 평면 형상을 갖는 다수의 홀(132)과 그 홀(132) 사이에 배치된 기둥(134)을 포함할 수 있지만, 실시 예는 이에 국한되지 않는다. 즉, 다른 실시 예에 의하면, 광 추출층(130)의 홀(132)은 원형 이외에 다각형 평면 형상을 가질 수도 있다.

[0067] 또한, 도 9에 도시된 기둥(134)은 서로 연결되어 있으며, 복수의 홀(132) 각각의 폭(W)은 발광층(110)에서 방출된 광의 파장(λ)보다 작다.

[0068] 실시 예에 의한 발광 소자(100A ~ 100D)는 Γ 포인트를 여기서킬 수 있도록 결정된 광 추출층(130)의 패턴의 주기 및 소정 이격 거리(D)를 가지므로, 발광층(110)에서 생성된 빛이 초기부터 수직 방향인 +Y축 방향으로 진행하여 광 추출 효율이 향상될 수 있다.

[0069] 도 10은 실시 예에 의한 발광 소자(200)의 단면도를 나타낸다.

[0070] 도 10에 예시된 발광 소자(200)는 기관(210), 버퍼층(212), 발광 구조물(220), 투명 전극층(230), 광 추출층(240), 제1 전극(252) 및 제2 전극(254)을 포함한다.

[0071] 도 10에 도시된 발광 소자(200)는 도 6에 도시된 발광 소자(100B)를 포함한다. 즉, 발광 소자(200)의 활성층(224), 제2 도전형 반도체층(226), 투명 전극층(230), 광 추출층(240) 및 제2 전극(254)은 도 6에 도시된 발광층(110), 반도체층(122A), 투명 전극층(124A), 광 추출층(130) 및 전극(140)에 각각 해당하며 동일한 역할을 수행한다.

[0072] 기관(210)은 반도체 물질 성장에 적합한 물질, 캐리어 웨이퍼로 형성될 수 있다. 또한 기관(210)은 열 전도성이

뛰어난 물질로 형성될 수 있으며, 전도성 기관 또는 절연성 기관일 수 있다. 또한, 기관(210)은 투광성을 갖는 물질로 이루어질 수도 있으며, 전체 질화물 발광 구조물(20)의 휨을 가져오지 않으면서, 스크라이빙(scribing) 공정 및 브레이킹(breeding) 공정을 통해 별개의 칩으로 잘 분리시키기 위한 정도의 기계적 강도를 가질 수 있다. 예를 들어 기관(210)은 사파이어(Al_2O_3), GaN, SiC, ZnO, Si, GaP, InP, Ga_2O_3 , GaAs, Ge 중 적어도 하나를 포함하는 물질일 수 있다. 이러한 기관(210)의 상면에는 요철 패턴이 형성될 수 있다.

[0073] 버퍼층(212)은 기관(210)과 발광 구조물(220) 사이에 배치되며, III-V족 원소의 화합물 반도체를 이용하여 형성될 수 있다. 버퍼층(212)은 기관(210)과 발광 구조물(220) 사이의 격자 상수의 차이를 줄여주는 역할을 한다. 예를 들어, 버퍼층(212)은 AlN을 포함하거나 언 도프드(undoped) 질화물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 버퍼층(212)은 기관(210)의 종류와 발광 구조물(220)의 종류에 따라 생략될 수도 있다.

[0074] 발광 구조물(220)은 버퍼층(212)의 상부에 순차적으로 배치된 제1 도전형 반도체층(222), 활성층(224) 및 제2 도전형 반도체층(226)을 포함한다. 제1 도전형 반도체층(222)과 제2 도전형 반도체층(226)은 서로 다른 도전형을 가질 수 있다.

[0075] 제1 도전형 반도체층(222)은 버퍼층(212)과 활성층(224) 사이에 배치되며, III-V족, II-VI족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 제1 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전형 반도체층(222)은 $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질, InAlGaIn, AlGaAs, GaP, GaAs, GaAsP, AlGaInP 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 제1 도전형 반도체층(222)이 n형 반도체층인 경우, 제1 도전형 도펀트는 Si, Ge, Sn, Se, Te 등과 같은 n형 도펀트를 포함할 수 있다. 제1 도전형 반도체층(222)은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0076] 활성층(224)은 제1 도전형 반도체층(222)과 제2 도전형 반도체층(226) 사이에 배치되며, 단일 우물 구조, 다중 우물 구조, 단일 양자 우물 구조, 다중 양자 우물(MQW: Multi Quantum Well) 구조, 양자점 구조 또는 양자선 구조 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 활성층(224)은 III-V족 원소의 화합물 반도체 재료를 이용하여 우물층과 장벽층, 예를 들면 InGaIn/GaN, InGaIn/InGaIn, GaN/AlGaIn, InAlGaIn/GaN, GaAs(InGaAs), /AlGaAs, GaP(InGaP)/AlGaP 중 어느 하나 이상의 페어 구조를 가질 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 우물층은 장벽층의 에너지 밴드 갭보다 작은 에너지 밴드 갭을 갖는 물질로 이루어질 수 있다.

[0077] 제2 도전형 반도체층(226)은 활성층(224)의 상부에 배치되며, III-V족, II-VI족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 예를 들어 $In_xAl_yGa_{(1-x-y)}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질 또는 AlInN, AlGaAs, GaP, GaAs, GaAsP, AlGaInP 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0078] 제2 도전형 반도체층(226)은 제2 도전형 반도체층일 수 있으며, 제2 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 제2 도전형 반도체층(226)이 p형 반도체층인 경우, 제2 도전형 도펀트는 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등과 같은 p형 도펀트일 수 있다. 제2 도전형 반도체층(226)은 단층 또는 다층 구조를 가질 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0079] 제1 도전형 반도체층(222)은 n형 반도체층이고, 제2 도전형 반도체층(226)은 p형 반도체층으로 구현될 수 있으며, 이에 따라 발광 구조물(220)은 N-P 접합, P-N 접합, N-P-N 접합, 및 P-N-P 접합 구조 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0080] 한편, 제1 전극(252)은 제1 도전형 반도체층(222) 위에 배치되고, 제2 전극(254)은 제2 도전형 반도체층(226) 위에 배치된다. 제1 전극(252)을 제1 도전형 반도체층(222) 위에 배치하기 위해, 발광 구조물(220)의 제1 도전형 반도체층(222) 일부는 노출될 수 있다. 즉, 제2 도전형 반도체층(226), 활성층(224) 및 제1 도전형 반도체층(222)의 일부가 메사 식각(mesa etching)에 의하여 식각되어 제1 도전형 반도체층(222)의 일부를 노출할 수 있다. 이때, 제1 도전형 반도체층(222)의 노출면은 활성층(224)의 하면보다 낮게 위치할 수 있다.

[0081] 투명 전극층(230)은 제2 도전형 반도체층(226)과 광 추출층(240) 사이에 배치되며, 예를 들어, 20 nm 내지 60 nm의 두께를 가질 수 있다. 광 추출층(240)은 투명 전극층(230) 위에 배치된다. 투명 전극층(230) 및 광 추출층(240)은 도 6에 예시된 투명 전극층(124A) 및 광 추출층(130)에 각각 해당하므로, 이에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0082] 또한, 도 6에 도시된 발광 소자(100B)가 제1 도전형 반도체층(222)의 상부에 도 10에 예시된 것처럼 배치된 바와 같이, 도 2, 도 7 및 도 8에 각각 도시된 발광 소자(100A, 100C, 100D)도 제1 도전형 반도체층(222)의 상부에 배치될 수 있다.

- [0083] 또한, 도 2, 도 6 내지 도 8에 도시된 발광 소자(100A ~ 100D)는 도 10에 도시된 바와 같이 수평형 발광 소자(200)에 적용될 수 있지만, 실시 예는 이에 국한되지 않는다. 즉, 다른 실시 예에 의하면, 도 2, 도 6 내지 도 8에 도시된 발광 소자(100A ~ 100D)는 수직형이나 플립 칩 본딩형 발광 소자에도 적용될 수 있음은 물론이다. 도 2, 도 6 내지 도 8에 도시된 발광 소자(100A ~ 100D)가 수직형이나 플립 칩 본딩형 발광 소자에 적용됨은 당업자의 수준에서 구현될 수 있으므로, 여기서는 상세한 설명을 생략한다.
- [0084] 도 11은 실시 예에 의한 발광 소자 패키지(300)의 단면도를 나타낸다.
- [0085] 도 11에 도시된 발광 소자 패키지(300)는 발광 소자(200), 몸체(310), 제1 및 제2 리드 프레임(322, 324), 제1 및 제2 와이어(332, 334) 및 몰딩 부재(340)를 포함한다.
- [0086] 패키지 몸체(310)는 실리콘 재질, 합성수지 재질, 또는 금속 재질을 포함하여 형성될 수 있으며, 발광 소자(200)의 주위에 경사면이 형성되어 광추출 효율을 높일 수 있다.
- [0087] 패키지 몸체(310)에 설치된 제1 리드 프레임(322) 및 제2 리드 프레임(324)은 서로 전기적으로 분리되며, 발광 소자(200)에 전원을 제공한다. 또한, 제1 및 제2 리드 프레임(322, 324)은 발광 소자(200)에서 발생된 광을 반사시켜 광 효율을 증가시킬 수 있으며, 발광 소자(200)에서 발생된 열을 외부로 배출시키는 역할을 할 수도 있다.
- [0088] 발광 소자(200)는 도 10에 도시된 바와 같이 구현될 수 있으며, 도 11에 예시된 바와 같이 제2 리드 프레임(324) 상에 설치되지만, 실시 예는 이에 국한되지 않는다. 즉, 다른 실시 예에 의하면, 발광 소자(200)는 패키지 몸체(310) 상에 설치되거나 제1 리드 프레임(322) 상에 설치될 수도 있다.
- [0089] 발광 소자(200)는 제1 및 제2 리드 프레임(322, 324)과 제1 및 제2 와이어(332, 334)에 의해 각각 전기적으로 연결되지만, 실시 예는 이에 국한되지 않는다. 즉, 와이어 방식 이외에, 발광 소자(200)는 제1 및 제2 리드 프레임(322, 324)과 플립칩 방식 또는 다이 본딩 방식 중 어느 하나에 의해 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0090] 몰딩 부재(340)는 패키지 몸체(310)에 의해 형성된 캐비티에 채워져 발광 소자(200)를 포위하여 배치될 수 있다. 이때, 몰딩 부재(340)는 형광체를 포함하여, 발광 소자(200)에서 방출된 광의 파장을 변화시킬 수 있다.
- [0091] 발광 소자 패키지는 전술한 실시 예들의 발광 소자 중 적어도 하나를 하나 또는 복수개로 탑재할 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0092] 실시 예에 따른 발광 소자 패키지는 복수 개가 기판 상에 어레이되며, 발광 소자 패키지의 광 경로 상에 광학 부재인 도광판, 프리즘 시트, 확산 시트 등이 배치될 수 있다. 이러한 발광 소자 패키지, 기판, 광학 부재는 라이트 유닛으로 기능할 수 있다. 또 다른 실시 예는 상술한 실시 예들에 기재된 반도체 발광소자 또는 발광 소자 패키지를 포함하는 표시 장치, 지시 장치, 조명 시스템으로 구현될 수 있으며, 예를 들어, 조명 시스템은 램프, 가로등을 포함할 수 있다.
- [0093] 도 12는 실시예들에 따른 발광소자를 포함하는 표시장치를 나타낸 도면이다.
- [0094] 도 12에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 표시장치(800)는 광원 모듈(830, 835)과, 바텀 커버(810) 상의 반사판(820)과, 반사판(820)의 전방에 배치되며 광원모듈에서 방출되는 빛을 표시장치 전방으로 가이드하는 도광판(840)과, 도광판(840)의 전방에 배치되는 제1 프리즘시트(850)와 제2 프리즘시트(860)와, 제2 프리즘시트(860)의 전방에 배치되는 패널(870)과 패널(870)의 전반에 배치되는 컬러필터(880)를 포함하여 이루어진다.
- [0095] 광원 모듈은 기판(830) 상의 발광소자 패키지(835)를 포함하여 이루어진다. 여기서, 발광 소자 패키지(835)는 도 11에 도시된 발광 소자 패키지(300)에 해당할 수 있다. 바텀 커버(810)는 표시 장치(800) 내의 구성 요소들을 수납할 수 있다. 반사판(820)은 본 도면처럼 별도의 구성요소로 마련될 수도 있고, 상기 도광판(840)의 후면이나, 바텀 커버(810)의 전면에 반사도가 높은 물질로 코팅되는 형태로 마련되는 것도 가능하다.
- [0096] 여기서, 반사판(820)은 반사율이 높고 초박형으로 사용 가능한 소재를 사용할 수 있고, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PolyEthylene Terephthalate; PET)를 사용할 수 있다.
- [0097] 도광판(840)은 발광소자 패키지 모듈에서 방출되는 빛을 산란시켜 그 빛이 액정 표시 장치의 화면 전영역에 걸쳐 균일하게 분포되도록 한다. 따라서, 도광판(840)은 굴절률과 투과율이 좋은 재료로 이루어지는데, 폴리메틸 메타크릴레이트(PolyMethylMethAcrylate; PMMA), 폴리카보네이트(PolyCarbonate; PC), 또는 폴리에틸렌(PolyEthylene; PE) 등으로 형성될 수 있다.

- [0098] 그리고, 도광판이 생략되어 반사판(820)과 제1 프리즘 시트(850) 사이의 공간에서 빛이 전달되는 에어 가이드(Air Guide) 방식으로 구성될 수도 있다.
- [0099] 제1 프리즘 시트(850)는 지지필름의 일면에, 투광성이면서 탄성을 갖는 중합체 재료로 형성되는데, 중합체는 복수 개의 입체구조가 반복적으로 형성된 프리즘층을 가질 수 있다. 여기서, 복수 개의 패턴은 도시된 바와 같이 마루와 골이 반복적으로 스트라이프 타입으로 구비될 수 있다.
- [0100] 제2 프리즘 시트(860)에서 지지필름 일면의 마루와 골의 방향은, 제1 프리즘 시트(850) 내의 지지필름 일면의 마루와 골의 방향과 수직할 수 있다. 이는 광원 모듈과 반사시트로부터 전달된 빛을 상기 패턴(870)의 전방향으로 고르게 분산하기 위함이다.
- [0101] 도시되지는 않았으나 상기 각각의 프리즘 시트 상에는 보호 시트가 구비될 수 있는데, 지지필름의 양면에 광확산성 입자와 바인더를 포함하는 보호층이 구비될 수 있다.
- [0102] 또한, 프리즘층은 폴리우레탄, 스티렌부타디엔 공중합체, 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트 엘라스토머, 폴리이소프렌, 폴리실리콘으로 구성되는 군으로부터 선택되는 중합체 재료로 이루어질 수 있다.
- [0103] 도시되지는 않았으나, 도광판(840)과 제1 프리즘 시트(850) 사이에 확산시트가 배치될 수 있다. 확산시트는 폴리에스터와 폴리카보네이트 계열의 재료로 이루어질 수 있으며, 백라이트 유닛으로부터 입사된 빛을 굴절과 산란을 통하여 광 투사각을 최대로 넓힐 수 있다.
- [0104] 확산시트는 광확산제를 포함하는 지지층과, 광출사면(제1 프리즘 시트 방향)과 광입사면(반사시트 방향)에 형성되며 광확산제를 포함하지 않는 제1 레이어와 제2 레이어를 포함할 수 있다.
- [0105] 지지층은 메타크릴산-스티렌 공중합체와 메타크릴산 메틸-스티렌 공중합체가 혼합된 수지 100 중량부에 대하여, 1~10 마이크로 미터의 평균입경을 가진 실록산계 광확산제 0.1~10중량부, 1~10 마이크로 미터의 평균입경을 가진 아크릴계 광확산제 0.1~10중량부가 포함될 수 있다.
- [0106] 제1 레이어와 제2 레이어는 메타크릴산 메틸-스티렌 공중합체 수지 100 중량부에 대하여, 자외선 흡수제 0.01 ~ 1 중량부, 대전 방지제 0.001 ~ 10중량부로 포함될 수 있다.
- [0107] 확산시트에서 지지층의 두께는 100~10000 마이크로 미터이고, 각각의 레이어의 두께는 10~1000 마이크로 미터일 수 있다.
- [0108] 본 실시 예에서 확산시트와 제1 프리즘시트(850)과 제2 프리즘시트(860)가 광학시트를 이루는데, 광학시트는 다른 조합 예를 들어, 마이크로 렌즈 어레이로 이루어지거나 확산시트와 마이크로 렌즈 어레이의 조합 또는 하나의 프리즘 시트와 마이크로 렌즈 어레이의 조합 등으로 이루어질 수 있다.
- [0109] 패턴(870)은 액정 표시 패널(Liquid crystal display)가 배치될 수 있는데, 액정 표시 패널(860) 외에 광원을 필요로 하는 다른 종류의 디스플레이 장치가 구비될 수 있다.
- [0110] 패턴(870)은, 유리 바다 사이에 액정이 위치하고 빛의 편광성을 이용하기 위해 편광판을 양 유리바다에 올린 상태로 되어있다. 여기서, 액정은 액체와 고체의 중간적인 특성을 가지는데, 액체처럼 유동성을 갖는 유기분자인 액정이 결정처럼 규칙적으로 배열된 상태를 갖는 것으로, 분자 배열이 외부 전계에 의해 변화되는 성질을 이용하여 화상을 표시한다.
- [0111] 표시장치에 사용되는 액정 표시 패널은, 액티브 매트릭스(Active Matrix) 방식으로서, 각 화소에 공급되는 전압을 조절하는 스위치로서 트랜지스터를 사용한다.
- [0112] 패턴(870)의 전면에는 컬러 필터(880)가 구비되어 패턴(870)에서 투사된 빛을, 각각의 화소마다 적색과 녹색 및 청색의 빛만을 투과하므로 화상을 표현할 수 있다.
- [0113] 이상에서 실시 예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시 예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시 예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

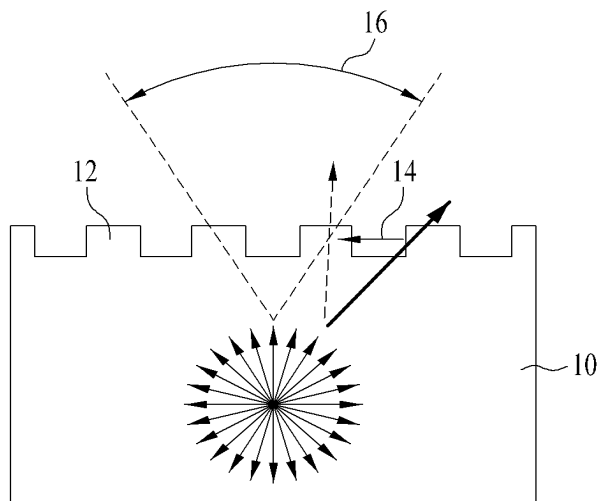
부호의 설명

[0114]

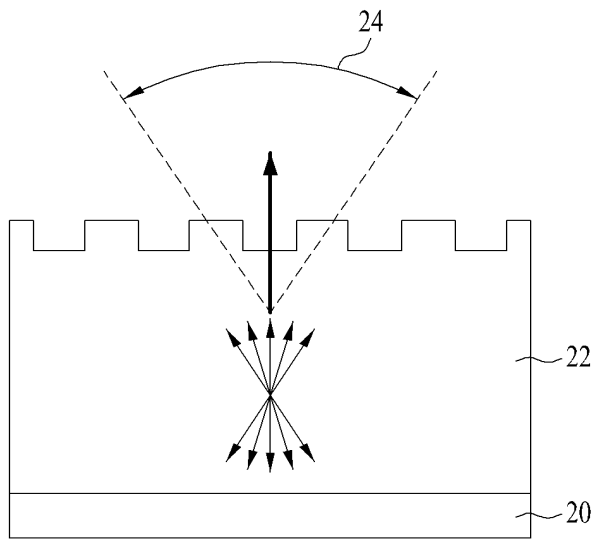
100A, 100B, 100C, 100D, 200: 발광 소자
 110: 발광층 120: 삽입층
 122A, 122B, 122C: 반도체층 124A, 124B, 230: 투명 전극층
 130, 240: 광 추출층 132: 홀
 134: 기둥 140, 252, 254: 전극
 210: 기관 212: 버퍼층
 220: 발광 구조물 222: 제1 도전형 반도체층
 224: 활성층 226: 제2 도전형 반도체층
 300: 발광 소자 패키지 310: 몸체
 322, 324: 리드 프레임 332, 334: 와이어
 340: 몰딩 부재 800: 표시장치
 810: 바텀 커버 820: 반사판
 830, 835: 광원 모듈 840: 도광판
 850, 860: 프리즘시트 870: 패널
 880: 컬러필터

도면

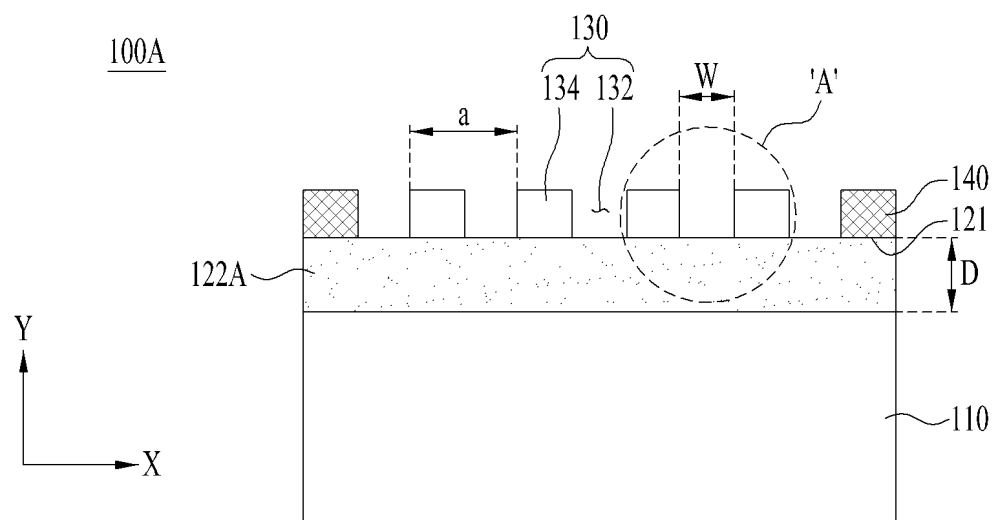
도면1a



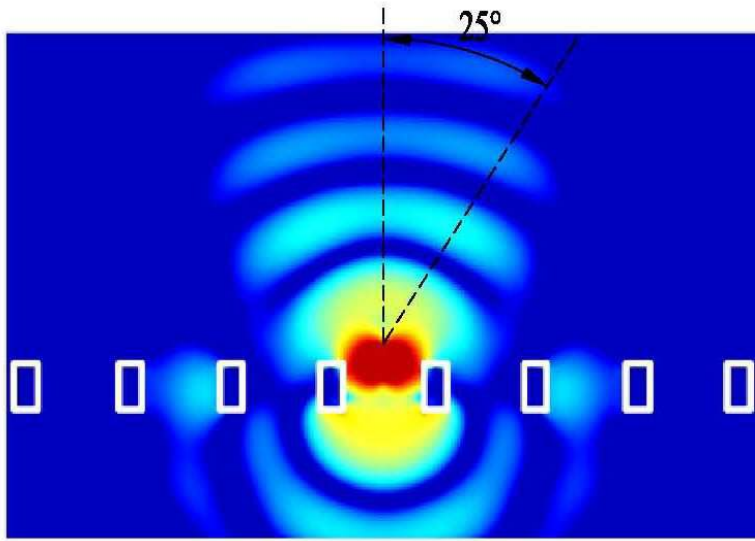
도면1b



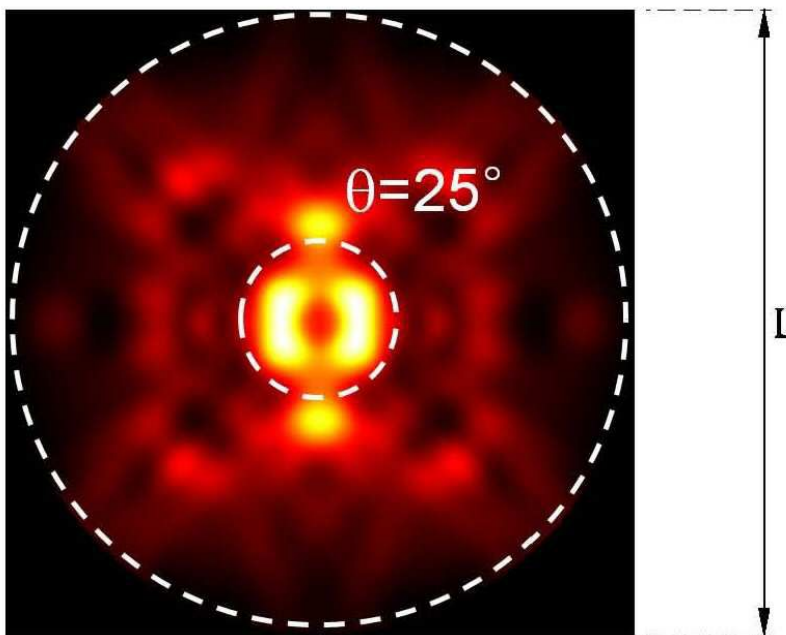
도면2



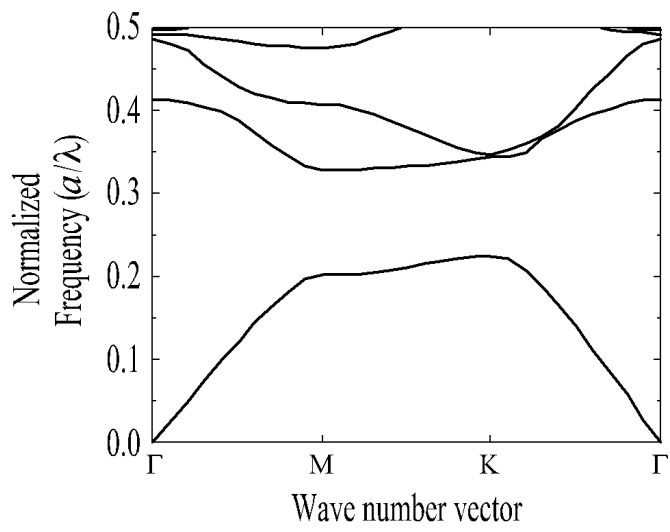
도면3a



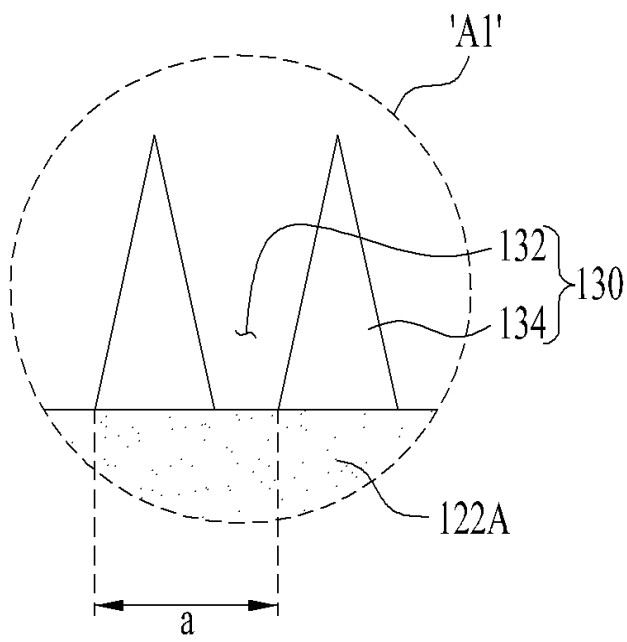
도면3b



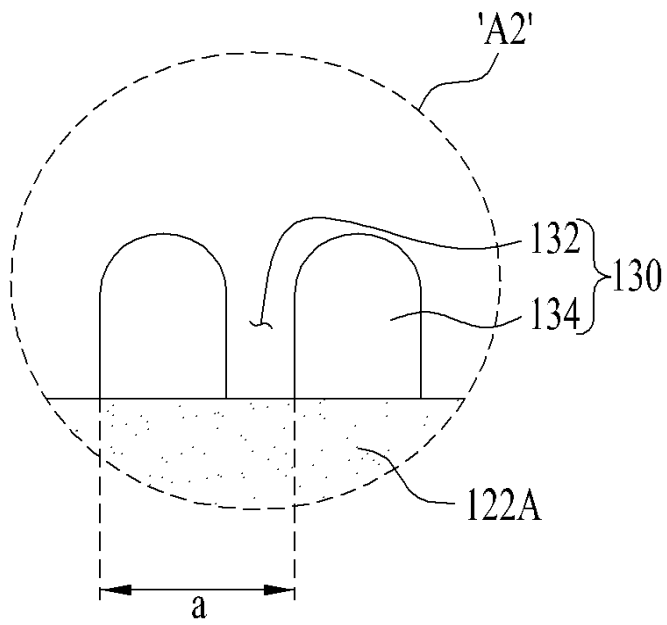
도면4



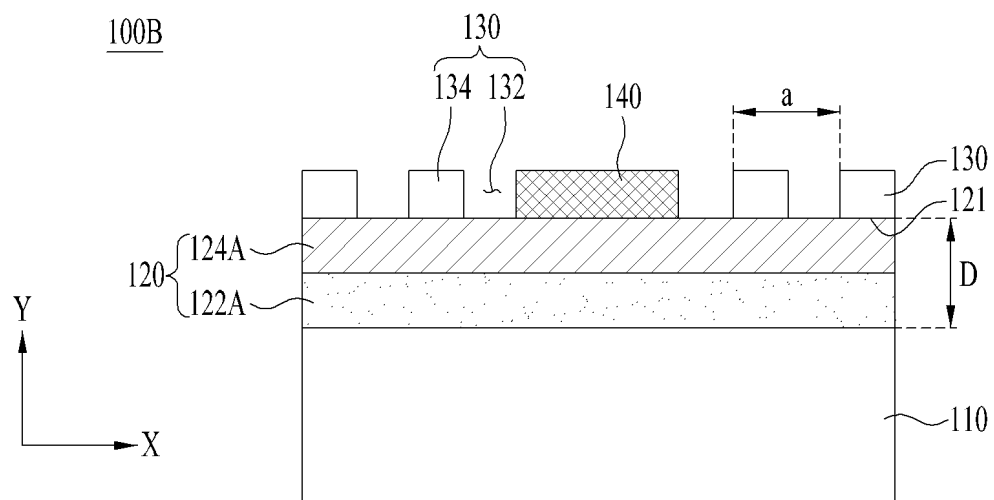
도면5a



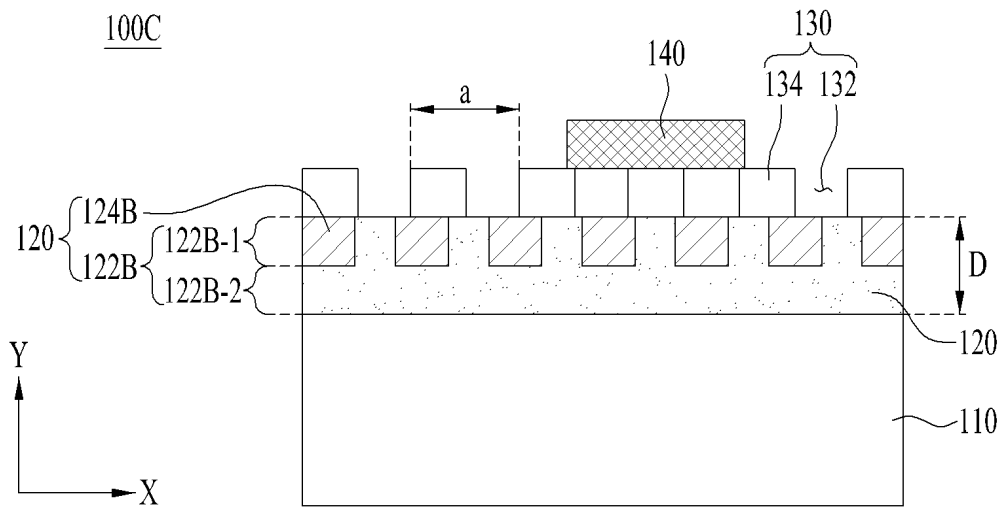
도면5b



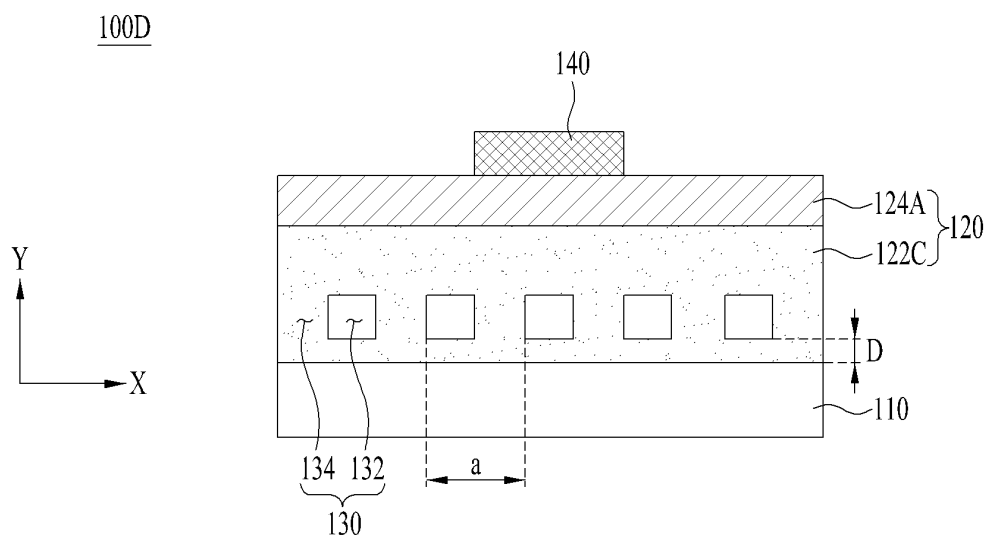
도면6



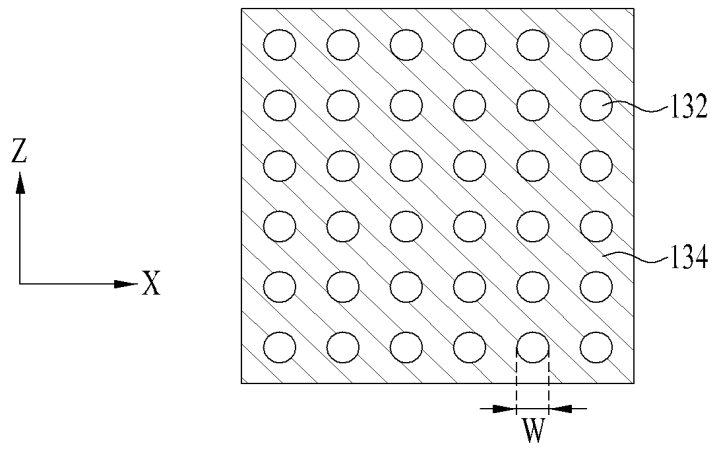
도면7



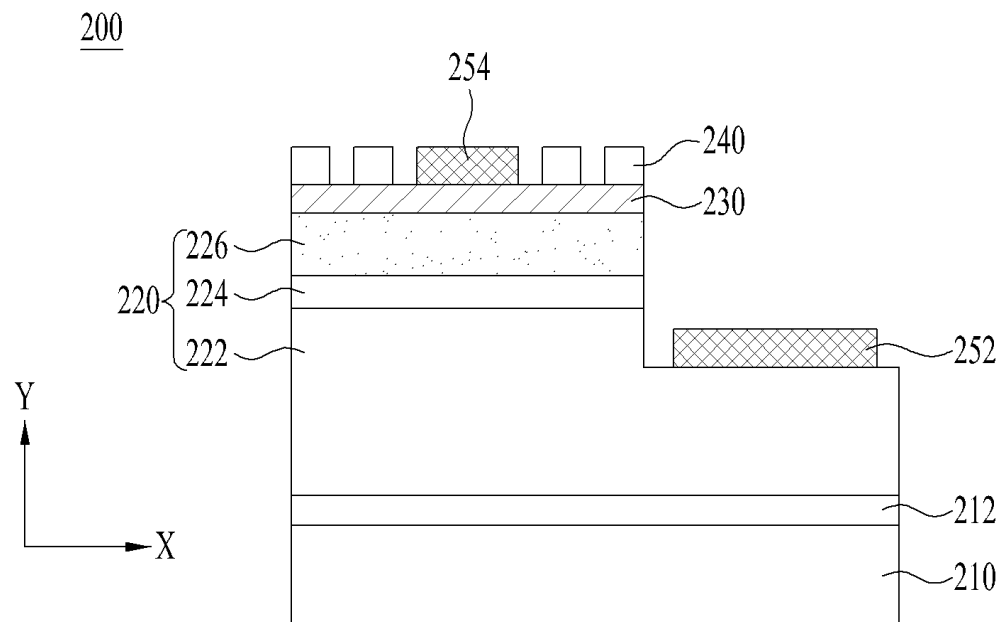
도면8



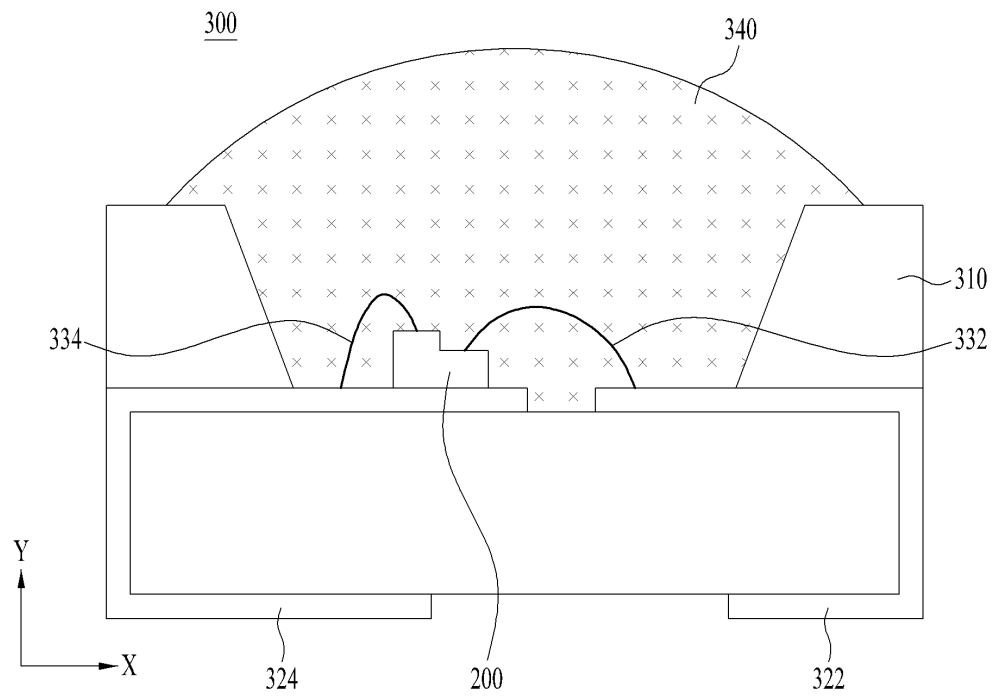
도면9



도면10



도면11



도면12

