(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월24일
(11) 등록번호 10-2059030
(24) 등록일자 2019년12월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/20 (2010.01) *H01L 33/22* (2010.01)
(21) 출원번호 10-2012-0105933
(22) 출원일자 2012년09월24일
심사청구일자 2017년09월22일
(65) 공개번호 10-2014-0039594
(43) 공개일자 2014년04월02일
(56) 선행기술조사문헌
US20040012958 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 중구 후암로 98 (남대문로5가)
(72) 발명자
이광칠
서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)
박중서
서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박영복

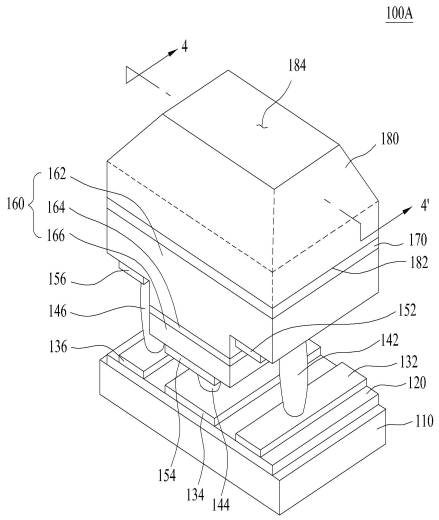
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 김동우

(54) 발명의 명칭 **자외선 발광 소자**

(57) 요 약

자외선 발광 소자는, 200 ㎚ 내지 405 ㎚ 파장 대역의 광을 방출하는 활성층 및 활성층 위에 배치되며, 활성층과 마주하는 하부를 갖는 투광층을 포함하고, 투광층의 측부 및 상부 중 적어도 하나는 표면 가공된 패턴부를 가질 수 있다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

이태림

서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)

최운경

서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)

김경훈

서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)

박해진

서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)

윤환희

서울 중구 한강대로 416, 20층 엘지이노텍(주) (남대문로5가, 서울스퀘어)

명 세 서

청구범위

청구항 1

서브 마운트;

상기 서브 마운트 위에 서로 이격되어 배치되는 제1 및 제2 전극 패드;

200 ㎚ 내지 405 ㎚ 파장 대역의 광을 방출하는 활성층; 상기 활성층 위에 배치된 제1 도전형 반도체층; 및 상기 활성층 아래에 배치된 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조물;

상기 활성층 위에 배치되며, 상기 활성층과 마주하는 하부를 갖는 투광층;

상기 제1 도전형 반도체층 아래에 배치되는 제1 전극층;

상기 제2 도전형 반도체층 아래에 배치되는 제2 전극층; 및

상기 제1 및 제2 전극층을 상기 제1 및 제2 전극 패드에 각각 연결하는 제1 및 제2 범프를 포함하고,

상기 투광층의 측부 및 상부 중 적어도 하나는 표면 가공된 패턴부를 갖고,

상기 패턴부는 상기 투광층의 측부 방향으로 입사된 광을 상부 방향으로 출사되도록 상기 투광층의 상부 면적이 상기 투광층의 하부 면적보다 넓게 표면 가공되고,

상기 투광층은

동일한 형상의 동일한 평면적을 갖는 복수의 수평 단면을 포함하는 하단부; 및

상기 하단부 위에 배치되고, 서로 다른 평면적을 갖는 복수의 수평 단면을 포함하는 상단부를 포함하되, 상기 상단부의 측부는 적어도 하나의 경사면을 갖는 자외선 발광 소자.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 경사면의 경사각은 30° 내지 40° 인 자외선 발광 소자.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 패턴부는 랜덤한 러프니스를 갖도록 표면 가공된 자외선 발광 소자.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제1 항 또는 제2 항에 있어서, 상기 경사면의 표면은 러프니스를 갖는 자외선 발광 소자.

청구항 18

제1 항에 있어서, 상기 투광층의 상부면의 폭과 하부면의 폭은 아래와 같은 관계를 갖는 자외선 발광 소자.

$$b_2 - b_1 = 2d\tan\theta_1$$

(여기서, b_1은 상기 하부면의 폭을 나타내고, b_2는 상기 상부면의 폭을 나타내고, d는 상기 상단부의 두께를 나타내고, θ_1은 상기 경사면의 경사각을 각각 나타낸다.)

청구항 19

제1 항에 있어서, 상기 투광층의 폭은 50 ㎛ 내지 250 ㎛이고, 상기 하단부의 두께는 25 ㎛ 내지 100 ㎛인 자외선 발광 소자.

청구항 20

제19 항에 있어서, 상기 투광층의 폭은 100 ㎛이고, 상기 하단부의 두께는 50 ㎛인 자외선 발광 소자.

청구항 21

삭제

청구항 22

제1 항에 있어서, 상기 경사면은 외측에서 오목 또는 볼록한 곡률을 갖는 자외선 발광 소자.

청구항 23

삭제

청구항 24

제1 항에 있어서, 상기 상단부는 가장 자리에 적어도 하나의 돌출부를 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 25

제1 항에 있어서, 상기 상단부는 역 절두형 피라미드 형상을 갖는 자외선 발광 소자.

청구항 26

제1 항에 있어서, 상기 투광층의 상부는 주기적인 요철 모양을 갖고, 상기 요철의 주기는 λ/4(여기서, λ는 상기 광의 파장)인 자외선 발광 소자.

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 실시예는 자외선 발광 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[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) 등의 발광소자의 핵심 소재로 각광을 받고 있다.

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

들을 대체하고 있다.

[0005] 도 1은 일반적인 플립 본딩 구조를 갖는 LED의 단면도를 나타낸다.

[0006] 도 1에 도시된 LED는 서브 마운트(submount)(10), 페이베이션(passivation)층(12), 제1 및 제2 전극 패드(14, 16), 범프(18, 20, 22), 제1 및 제2 전극층(24, 26), 반도체층(30), AlN층(40) 및 사파이어 기판(42)으로 구성된다. 반도체층(30)은 p형 반도체층(32), 활성층(34) 및 n형 반도체층(36)으로 구성된다.

[0007] 도 1에 도시된 LED에서 활성층(34)으로부터 방출된 광은 n형 반도체층(36)과 AlN층(40)을 거쳐 사파이어 기판(42)을 통해 상부 방향으로 출사된다. 이때, 스넬의 법칙에 의하면, n형 반도체층(36), AlN층(40) 및 사파이어 기판(42)의 굴절율 차로 인해, 활성층(34)으로부터 방출된 광의 일부(2)는 사파이어 기판(42)을 빠져 나가지 못하고, 내부 전 반사(TIR:Total Internal Reflection)되어 반도체층(30)에서 흡수되어, 발광 효율이 저하되는 문제점이 있다.

[0008] 만일, 도 1에 도시된 LED가 블루(Blue) 파장 대역의 광을 방출하는 블루 LED일 경우, AlN층(40)은 생략될 수 있으며, n형 반도체층(36)은 GaN으로 이루어질 수 있다. 그러나, 도 1에 도시된 LED가 심자외선(DUV:Deep Ultraviolet) 파장 대역의 광을 방출하는 DUV LED일 경우, AlN층(40)이 존재하며, n형 반도체층(36)은 AlGaN으로 이루어질 수 있다. AlN의 굴절율은 2.3이고, 사파이어 기판(42)의 굴절율은 1.82이고 사파이어 기판(42)과 접하는 공기의 굴절율은 1이므로, 광 경로 상에 놓인 매질의 굴절율 차가 매우 커져 내부 전 반사 손실이 극대화되어 광 추출 효율이 저하되는 문제점이 있다.

[0009] 도 2는 블루 LED와 DUV LED에서 사파이어 기판(50)의 측면으로 출사되는 광의 개수를 비교 설명하기 위한 도면으로서, Θ_A는 입사각을 나타내고 Θ_B는 출사각을 나타낸다.

[0010] 도 2에서 참조부호 '52'는, 블루 LED의 경우 GaN 버퍼층(40)이나 GaN 발광 구조물(36)에 해당하고, DUV LED의 경우 AlN층(40)에 해당한다. 이때, 블루 LED에서 방출되는 광의 파장(λ)을 450 nm라 하고, DUV LED에서 방출되는 광의 파장(λ)을 280 nm라 가정할 때, 각 층(50, 52)의 굴절율은 다음 표 1과 같다.

표 1

[0011]

구 분	굴절율(λ= 280 nm)	굴절율 (λ= 450 nm)
AlN	2.31	2.18
GaN	2.71	2.48
사파이어	1.82	1.78

[0012] 또한, 광의 파장(λ)이 450 nm인 블루 LED와 광의 파장(λ)이 280 nm인 DUV LED에서, 내부 전반사 각도(Θ_{TIR}), 입사각(Θ_A) 및 출사각(Θ_B)은 다음 표 4와 같다.

표 2

[0013]

구 분	λ (nm)	Θ_{TIR} (°)	Θ_B(°)		
			Θ_A = 15°	Θ_A = 30°	Θ_A = 40°
AlN/사파이어의 경계	280	52.47	19	39	54
사파이어/공기의 경계		33.24			
GaN/사파이어의 경계	450	45.86	21	44	64
사파이어/공기의 경계		34.18			

[0014] 표 1 및 표 2를 참조하면, 동일 입사각(Θ_A)에 대해 450 nm의 GaN/사파이어 경계에서 출사각(Θ_B)이 더 크므로, 450 nm의 GaN/사파이어 경계를 빠져 나간 광선이 수평면에 가깝게 진행함을 알 수 있다. 그러나, 전 반사 임계각(Θ_{TIR})은 280 nm AlN/사파이어 경계에서 더 크므로, LED의 활성층(MQW)(34)에서 모든 각도로 균일하게 구형으로 광이 방사될 경우, 임계각 차이만큼에 해당하는 6.61° (=52.47-45.86)의 광선이 450 nm의 GaN/사파이어 경계에 비해 더 많이 사파이어 기판(50)을 통해 출사된다. 따라서, 사파이어 기판(50)의 측벽(sidewall)의 하부를 통해 출사되는 광선의 개수는 블루 LED 보다 DUV LED에서 더 많다.

[0015] 이와 같이, 블루 LED와 비교할 때, DUV LED에서는 활성층(34)에서 방출된 광이, 사파이어 기판(42)의 측벽의 아

래 부분으로 많이 출사(4)되어 광 추출 효율이 더욱 저하될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 실시예는 광 추출 효율이 향상된 자외선 발광 소자를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 실시예의 자외선 발광 소자는 200 ㎚ 내지 405 ㎚ 파장 대역의 광을 방출하는 활성층; 및 상기 활성층 위에 배치되며, 상기 활성층과 마주하는 하부를 갖는 투광층을 포함하고, 상기 투광층의 측부 및 상부 중 적어도 하나는 표면 가공된 패턴부를 갖는다.

[0018] 상기 패턴부는 내부 전 반사 영역 및 비최대 발광 영역중 적어도 한 영역에 위치할 수 있다.

[0019] 상기 내부 전 반사 영역은 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0020] $$\left(\frac{a+b_1}{2}\right)\tan\theta_{TIR} < y < h$$

[0021] $$0 < x < \frac{b_1-a}{2} - h\tan\theta_{TIR},\ \frac{a+b_1}{2} + h\tan\theta_{TIR} < x < b_1$$

[0022] 여기서, y는 상기 투광층의 두께 방향의 위치를 나타내고, x는 상기 투광층의 폭 방향의 위치를 나타내고, a는 상기 활성층의 폭을 나타내고, b_1는 상기 투광층의 하부 폭을 나타내고, Θ_{TIR}은 상기 투광층의 내부 전 반사 각도를 나타내고, h는 상기 투광층의 두께를 각각 나타낸다.

[0023] 상기 패턴부는 상기 투광층의 상부, 상기 투광층의 측부의 아래 부분, 중간 부분 및 윗 부분 중 적어도 한 곳에 위치할 수 있다.

[0024] 상기 패턴부가 위치하는 상기 투광층의 측부의 아래 부분은 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0025] $$0 < y < \frac{b_1}{2}$$

[0026] 여기서, y는 상기 투광층의 두께 방향의 위치를 나타내고, b_1은 상기 투광층의 하부 폭을 나타낸다.

[0027] 상기 패턴부는 랜덤한 러프니스를 갖도록 표면 가공될 수도 있다.

[0028] 상기 표면 가공은 래핑 및 폴리싱 가공 중 적어도 하나의 가공을 포함하며, 상기 랜덤한 러프니스의 거친 정도는 연마 입자의 크기에 비례할 수 있다. 상기 연마 입자의 크기는 0.5 ㎛ 내지 6 ㎛일 수 있다.

[0029] 상기 표면 가공은 레이저 스크라이빙 가공을 포함하고, 건식 식각 가공을 포함할 수 있다.

[0030] 상기 패턴부는 반구 형상으로 표면 가공될 수도 있다. 상기 반구의 반지름은 상기 투광층의 하부 폭의 적어도 절반일 수 있다.

[0031] 상기 투광층의 상부면과 하부면이 서로 다른 면적을 갖도록, 상기 패턴부는 표면 가공될 수도 있다. 상기 투광층은 상기 하부면과 동일한 형상의 동일한 수평 단면을 갖는 하단부; 및 상기 하단부 위에 배치되고, 상기 하단부의 상면과 상기 상부면 사이에서 서로 다른 복수의 수평 단면을 갖는 상단부를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 투광층의 상기 하부면의 면적은 상기 상부면의 면적보다 넓을 수 있다. 상기 상단부의 측부는 적어도 하나의 경사면을 갖고, 상기 경사면의 표면은 러프니스를 가질 수 있다.

[0033] 상기 투광층의 상기 상부면의 폭과 상기 하부면의 폭은 아래와 같은 관계를 가질 수 있다.

[0034] $$b_2-b_1=2d\tan\theta_1$$

[0035] 여기서, b_1은 상기 하부면의 폭을 나타내고, b_2는 상기 상부면의 폭을 나타내고, d는 상기 상단부의 두께를 나타내고, Θ_1은 상기 경사면의 경사각을 각각 나타낸다.

[0036] 상기 투광층의 폭은 50 ㎛ 내지 250 ㎛이고, 상기 하단부의 두께는 25 ㎛ 내지 100 ㎛이고, 상기 경사면의 경사각은 30° 내지 40° 일 수 있다. 예를 들어, 상기 투광층의 폭은 100 ㎛이고, 상기 하단부의 두께는 50 ㎛일 수 있다.

[0037] 상기 상단부는 절두형 피라미드 형상을 가질 수 있다.,

[0038] 상기 경사면은 외측에서 오목 또는 볼록한 곡률을 가질 수 있다.

[0039] 상기 투광층의 상기 상부면의 면적은 상기 하부면의 면적보다 넓을 수 있다. 상기 상단부는 가장 자리에 적어도 하나의 돌출부를 포함할 수 있다. 상기 상단부는 역 절두형 피라미드 형상을 가질 수 있다.

[0040] 상기 투광층의 상부는 주기적인 요철 모양을 가질 수 있다.

[0041] 상기 요철의 주기는 λ/4일 수 있다. 여기서, λ는 상기 광의 파장이다.

[0042] 전술한 상기 자외선 발광 소자는 기판; 상기 기판과 상기 활성층 사이에 배치된 제1 도전형 반도체층; 및 상기 활성층 위에 배치된 제2 도전형 반도체층을 더 포함하고, 상기 투광층은 상기 제2 도전형 반도체층을 포함할 수 있다. 또한, 상기 자외선 발광 소자는 상기 제2 도전형 반도체층 위에 배치된 제2 도전형 전극층을 더 포함하고, 상기 투광층은 상기 제2 도전형 전극층을 더 포함할 수 있다.

[0043] 또는, 전술한 상기 자외선 발광 소자는 상기 활성층 위에 배치된 제1 도전형 반도체층; 상기 활성층 아래에 배치된 제2 도전형 반도체층; 및 상기 제1 도전형 반도체층 위에 배치된 기판을 더 포함하고, 상기 투광층은 상기 기판을 포함한다.

[0044] 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자는, p형 반도체층, 200 ㎚ 내지 405 ㎚ 파장 대역의 광을 방출하는 활성층 및 n형 AlGaN층을 갖는 발광 구조물; 및 상기 n형 AlGaN층의 위에 배치되며, 상기 활성층과 마주하는 하부를 갖는 사파이어 기판을 포함하고, 상기 사파이어 기판의 측부의 아래 부분 및 상부의 가장 자리 중 적어도 하나에 러프니스를 갖는 패턴부가 형성될 수 있다. 상기 사파이어 기판의 측부에 아래 부분은 아래와 같이 정의되고,

[0045] $$0<y<\frac{b_1}{2}$$

[0046] 상기 상부의 가장 자리는 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0047] $$0<x<\frac{b_1-a}{2}-h\tan\theta_{TIR}\ ,\ \frac{a+b_1}{2}+h\tan\theta_{TIR}<x<b_1$$

[0048] 여기서, y는 상기 사파이어 기판의 두께 방향의 위치를 나타내고, b_1은 상기 사파이어 기판의 하부 폭을 나타낸다. x는 상기 사파이어 기판의 폭 방향의 위치를 나타내고, a는 상기 발광 구조물의 폭을 나타내고, b_1은 상기 사파이어 기판의 하부 폭을 나타내고, Θ_{TIR}은 상기 사파이어 기판의 내부 전 반사 각도를 나타내고, h는 상기 사파이어 기판의 두께를 각각 나타낸다. 또한, 자외선 발광 소자는, 상기 n형 AlGaN층과 상기 사파이어 기판 사이에 배치되는 AlN층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0049] 실시예의 자외선 발광 소자는 플립형에서 투광층인 기판이나 수직형에서 투광층인 제2 도전형 반도체층 및 제2 도전형 전극층의 측부 및 상부 중 적어도 하나를 절단하거나, 랜덤한 러프니스(roughness)를 부여하거나 및/또

는 광 결정 구조를 부여하여, 투광층의 측부로 출사되는 광, 투광층을 탈출하지 못하고 내부에서 흡수되는 광, 또는 투광층을 탈출하기 어려운 광이 투광층의 외부 특히 투광층의 상부로 탈출하도록 도울 수 있으므로 광 추출 효율(또는, 추출 양자 효율)이 개선된다. 게다가, 발광 구조물 내부나 칩의 구조를 크게 바꾸지 않고 투광층에 간단히 패턴부를 부여함으로써 광 추출 효율이 쉽게 개선될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 일반적인 플립 본딩 구조를 갖는 LED의 단면도를 나타낸다.

도 2는 블루 LED와 DUV LED에서 사파이어 기판의 측면으로 출사되는 광의 개수를 비교 설명하기 위한 도면이다.

도 3는 일 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 4는 도 3의 4-4'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

도 5는 도 3에 도시된 자외선 발광 소자의 평면도를 나타낸다.

도 6은 내부 전 반사 영역 및 비최대 발광 영역을 설명하기 위한 도 1에 도시된 일반적인 LED의 반도체층 및 기판의 단면도를 나타낸다.

도 7은 도 3 내지 도 5에 예시된 자외선 발광 소자에서 표면 가공된 기판의 패턴부를 확대 도시한 단면도이다.

도 8은 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 9는 도 8에 도시된 9-9'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

도 10은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 11은 도 10에 도시된 11-11'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

도 12는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 13은 도 12에 도시된 13-13'선을 따라 절개한 부분 단면도를 나타낸다.

도 14a 및 도 14b는 기판의 하단부의 두께와 경사각에 따라 다른 모습을 갖는 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 15는 기판의 하단부의 두께와 경사각에 따른 광 추출 효율을 나타내는 그래프이다.

도 16은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 17은 도 16에 예시된 17-17'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

도 18은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 19는 도 18에 도시된 19-19'선을 따라 절취한 부분 단면도를 나타낸다.

도 20은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 단면도를 나타낸다.,

도 21은 도 20에 도시된 21-21'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

도 22는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.,

도 23은 도 22에 도시된 23-23'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

도 24a 및 도 24b는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 단면도를 나타낸다.

도 25a 내지 도 28b는 연마 입자의 크기별 랜덤한 러프니스의 거친 정도를 보이는 도면이다.

도 29a 내지 도 29g는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 단면도를 나타낸다.

도 30은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

도 31은 도 30에 도시된 31-31'선을 따라 절취한 단면도를 나타낸다.

도 32는 또 다른 실시예에 의한 수직형 자외선 발광 소자의 단면도를 나타낸다.

도 33은 실시예에 따른 발광 소자 패키지의 단면도이다.

도 34는 다른 실시예에 따른 발광소자 패키지의 단면도이다.

도 35는 실시예에 따른 조명 유닛의 사시도이다.

도 36은 실시예에 따른 백라이트 유닛의 분해 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 이하 실시예들을 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.

[0052] 본 실시예의 설명에 있어서, 각 구성요소(element)의 "상(위)" 또는 "하(아래)(on or under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)(on or under)는 두 개의 구성요소(element)가 서로 직접(directly)접촉되거나 하나 이상의 다른 구성요소(element)가 상기 두 구성요소(element) 사이에 배치되어(indirectly) 형성되는 것을 모두 포함한다.

[0053] 또한 "상(위)"(on) 또는 "하(아래)"(under)로 표현되는 경우 하나의 구성요소(element)를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.

[0054] 실시예에 의하면, 자외선 발광 소자는 복수의 화합물 반도체층, 예컨대, Ⅲ-Ⅴ족 또는 Ⅱ-Ⅵ족 원소의 화합물 반도체층을 이용한 LED를 포함하며, LED는 자외선(UV:UltraViolet) 또는 심자외선(DUV:Deep UV) LED일 수 있다.

[0055] 자외선 발광 소자는 활성층과 투광층을 포함한다. 활성층은 200 ㎚ 내지 405 ㎚ 파장 대역의 자외선 광을 방출할 수 있으며, 특히, 200 ㎚ 내지 350 ㎚ 파장 대역의 심자외선 광을 방출할 수 있다. 투광층은 활성층 위에 배치되며, 활성층과 마주하는 하부를 갖는다. 실시예에 의하면, 투광층의 측부 및 상부 중 적어도 하나는 표면 가공된 패턴부를 갖는다. 이와 같이, 투광층이 패턴부를 가짐으로써, 자외선 발광 소자의 광 추출 효율이 개선될 수 있다.

[0056] **<플립(flip) 칩 본딩 구조의 자외선 발광 소자>**

[0057] 이하, 실시예에 따른 자외선 발광 소자가 플립 칩 본딩 구조를 가질 때, 활성층과 투광층에 대해 첨부된 도면을 참조하여 다음과 같이 살펴본다.

[0058] 도 3는 일 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100A)의 사시도를 나타내고, 도 4는 도 3의 4-4'선을 따라 절개한 단면도를 나타내고, 도 5는 도 3에 도시된 자외선 발광 소자(100A)의 평면도를 나타낸다.

[0059] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 자외선 발광 소자(100A)는 서브 마운트(submount)(110), 보호층(passivation layer)(120), 제1 전극 패드(132, 136), 제2 전극 패드(134), 제1 범프(bump)(142, 146), 제2 범프(144), 제1 전극층(152, 156), 제2 전극층(154), 발광 구조물(160), 버퍼층(170) 및 기판(180)을 포함한다.

[0060] 도 3에 예시된 자외선 발광 소자(100A)의 제1 전극층(152, 156)과 제2 전극층(154)은 플립 방식으로 서브 마운트(110) 상에 위치한다.

[0061] 즉, 자외선 발광 소자(100A)의 제1 전극층(152, 156)은 제1 범프(142, 146)에 의해 서브 마운트(110)의 제1 전극 패드(132, 36)와 연결되며, 제2 전극층(154)은 제2 범프(144)에 의해 서브 마운트(110)의 제2 전극 패드(134)와 연결된다. 예를 들어, 서브 마운트(110)는 탄화규소(SiC), GaN, GaAs, Si 등의 반도체 기판으로 이루어질 수 있다. 만일, 서브 마운트(110)가 Si으로 이루어지는 경우, 도 3에 도시된 바와 같이 하며, 보호층(120)이 더 마련될 수 있다.

[0062] 제1 범프(142, 146)가 위치할 자리를 표시하는 역할을 수행하기 위해, 제1 상부 범프 금속층(미도시)이 제1 범프(142, 146)와 제1 전극층(152, 156) 사이에 배치되고, 제1 하부 범프 금속층(미도시)이 제1 범프(142, 146)와 제1 전극 패드(132, 136) 사이에 더 배치될 수도 있다. 또한, 제2 범프(144)가 위치할 자리를 표시하기 위해, 제2 상부 범프 금속층(미도시)이 제2 범프(144)와 제2 전극층(154) 사이에 배치되고, 제2 하부 범프 금속층(미도시)이 제2 범프(144)와 제2 전극 패드(134) 사이에 배치될 수도 있다.

[0063] 제1 전극층(152, 156)은 제1 도전형 반도체층(162)의 아래에 배치되고, 제2 전극층(154)은 제2 도전형 반도체층(166)의 아래에 배치될 수 있다. 제1 및 제2 전극층(152 ~ 156)은 금속으로 형성될 수 있으며, 예를 들어, Ag, Ni, Al, Rh, Pd, Ir, Ru, Mg, Zn, Pt, Au, Hf 및 이들의 선택적인 조합으로 이루어질 수 있다. 또한, 제1 및 제2 전극층(152 ~ 156)은 오믹 특성을 갖는 반사 전극 재료로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.

[0064] 예컨대, 제1 및 제2 전극층(152 ~ 156)은 전술한 금속 물질과 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), IZTO(indium zinc tin oxide), IAZO(indium aluminum zinc oxide), IGZO(indium gallium zinc oxide), IGTO(indium gallium tin oxide), AZO(aluminum zinc oxide), ATO(antimony tin oxide), GZO(gallium zinc oxide), IrOx, RuOx, RuOx/ITO, Ni/IrOx/Au, 및 Ni/IrOx/Au/ITO 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 이러한 재료로 한정하지는 않는다. 제1 및 제2 전극층(152 ~ 156)은 제1 및 제2 도전형 반도체층(162, 166)과 각각 오믹 접촉하는 물질을 포함할 수 있다. 만일, 제1 및 제2 전극층(152 ~ 156)이 오믹 역할을 수행할 경우, 별도의 오믹층(미도시)은 형성되지 않을 수 있다.

[0065] 전술한 제1 전극 패드(132, 136), 제2 전극 패드(134), 보호층(120), 서브 마운트(110), 제1 및 제2 전극층(152 ~ 156)은 실시예의 이해를 돕기 위한 례에 불과하며, 본 실시예는 이에 국한되지 않는다.

[0066] 다음으로, 발광 구조물(160)은 기판(180)의 아래에 배치된다. 발광 구조물(160)은 제1 도전형 반도체층(162), 활성층(164) 및 제2 도전형 반도체층(1666)을 포함한다.

[0067] 제1 도전형 반도체층(162)은 기판(180)의 아래에 배치되며, 반도체 화합물로 형성될 수 있다. Ⅲ-Ⅴ족, Ⅱ-Ⅵ족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 제1 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전형 반도체층(162)은 $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$ ($0 \le x \le 1$, $0 \le y \le 1$, $0 \le x+y \le 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질 또는 InAlGaN으로 형성될 수 있다. 제1 도전형 반도체층(162)이 n형 반도체층인 경우, 제1 도전형 도펀트는 Si, Ge, Sn, Se, Te 등과 같은 n형 도펀트를 포함할 수 있다. 제1 도전형 반도체층(162)은 단층 또는 다층으로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0068] 활성층(164)은 제1 도전형 반도체층(162)과 제2 도전형 반도체층(164) 사이에 배치되며, 단일 우물 구조(Double Hetero Structure), 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(164)은 Ⅲ-Ⅴ족 원소의 화합물 반도체 재료를 이용하여 우물층과 장벽층, 예를 들면 InGaN/GaN, InGaN/InGaN, GaN/AlGaN, InAlGaN/GaN, GaAs(InGaAs),/AlGaAs, GaP(InGaP)/AlGaP 중 어느 하나 이상의 페어 구조로 형성될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 우물층은 장벽층의 밴드 갭보다 작은 밴드 갭을 갖는 물질로 형성될 수 있다. 특히, 실시예에 의한 활성층(164)은 200 nm 내지 405 nm 파장 대역의 자외선 광 특히, 200 nm 내지 350 nm 파장 대역의 심 자외선 광을 생성할 수 있다.

[0069] 활성층(164)과 제1 도전형 반도체층(162) 사이 또는 활성층(164)과 제2 도전형 반도체층(166) 사이에는 도전형 클래드층(미도시)이 형성될 수도 있다.

[0070] 도전형 클래드층은 활성층(164)의 장벽층의 밴드 갭보다 더 넓은 밴드 갭을 가지는 반도체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 도전형 클래드층은 GaN, AlGaN, InAlGaN 또는 초격자 구조 등을 포함할 수 있다. 또한, 도전형 클래드층은 n형 또는 p형으로 도핑될 수 있다.

[0071] 제2 도전형 반도체층(166)은 활성층(164)의 아래에 배치되며, 반도체 화합물로 형성될 수 있다. 제2 도전형 반도체층(166)는 Ⅲ-Ⅴ족, Ⅱ-Ⅵ족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 제2 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 예컨대, $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \le x \le 1$, $0 \le y \le 1$, $0 \le x+y \le 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질 또는 InAlGaN으로 형성될 수 있다. 제2 도전형 반도체층(166)이 p형 반도체층인 경우, 제2 도전형 도펀트는 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등과 같은 p형 도펀트일 수 있다. 제2 도전형 반도체층(166)은 단층 또는 다층으로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0072] 기판(180)과 발광 구조물(160) 사이에 버퍼층(170)이 더 배치될 수도 있다. 버퍼층(170)은 기판(180)과 발광 구조물(160) 사이의 격자 부정합 등을 완화시키는 역할을 하며, AlN으로 이루어질 수 있다.

[0073] 한편, 기판(180)은 투광성을 가지며, 사파이어(Al_2O_3), SiC, GaAs, GaN, ZnO, Si, GaP, InP, Ge 중 적어도 하나로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0074] 또한, 기판(180)은 전체 질화물 반도체에 휨을 가져오지 않으면서, 스크라이빙(scribing) 공정 및 브레이킹(breaking) 공정을 통하여 별개의 칩으로 잘 분리시키기 위한 정도의 기계적 강도를 가질 수 있다.

[0075] 도 3 내지 도 5에 예시된 기판(180)은 전술한 투광층에 해당한다. 투광층인 기판(180)의 하부는 발광 구조물(160) 즉, 활성층(164)과 마주하고, 기판(180)의 측부 및 상부 중 적어도 하나는 표면 가공된 패턴부를 갖는다.

[0076] 이하, 기판(180)의 측부 및 상부 중 적어도 하나의 표면이 절단에 의해 표면 가공된 곳이나 랜덤한 러프니스

(roughness)를 갖도록 표면 가공된 곳은 모두 패턴부에 해당한다.

[0077] 먼저, 기판(180)의 측부 및 상부 중 적어도 하나의 표면이 절단에 의해 표면 가공된 패턴부의 제1 실시예에 대해 다음과 같이 살펴본다.

[0078] 도 3 내지 도 5에 예시된 기판(180)의 패턴부의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 다음과 같이 살펴본다.

[0079] 실시예에 의하면, 기판(180)의 패턴부는 내부 전 반사 영역(TIR:Total Internal Reflection) 및 비최대 발광 영역 중 적어도 한 영역에 위치할 수 있다.

[0080] 도 6은 내부 전 반사 영역 및 비최대 발광 영역을 설명하기 위한 도 1에 도시된 일반적인 LED의 반도체층(30) 및 기판(42)의 단면도를 나타내며, 데카르트 좌표계를 이용하여 내부 전 반사 영역 및 비최대 발광 영역을 설명하기로 한다. 여기서, 종축(y)은 기판(42)의 두께(또는, 높이) 방향의 위치를 나타내고, 횡축(x)은 기판(42)의 폭 방향의 위치를 나타낸다.

[0081] 먼저, 기판(42) 내에서 2회 이상 반사된 빛은 기판(42)의 하부에 배치된 p형 반도체층(32)에서 흡수되고, 빛은 전 방향으로 산란되며, 반도체층(30)은 기판(42)의 정 중앙의 아래에 배치된다고 가정한다.

[0082] 도 6에 도시된 내부 전 반사 영역(52, 54, 56)은 다음 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

[0083] $$A < y < D, \quad 즉, \quad \left(\frac{a+b_1}{2}\right)\tan\theta_{TIR} < y < h$$

[0084] $$D < x < B, \quad 즉 \quad 0 < x < \frac{b_1-a}{2} - h\tan\theta_{TIR}$$

[0085] $$C < x < E \ , 즉 \quad \frac{a+b_1}{2} + h\tan\theta_{TIR} < x < b_1$$

[0086] 여기서, a는 발광 구조물(30)(또는, 활성층(32))의 폭을 나타내고, b_1는 기판(42)의 하부 폭을 나타내고, Θ_{TIR}은 기판(42)의 내부 전 반사 각도를 나타내고, h는 기판(42)의 두께(또는, 높이)를 각각 나타낸다.

[0087] 내부 전 반사 영역(52, 54, 56)에서는 빛이 기판(42)을 탈출하지 못하며, 방출 가능 영역(62, 64)에서만 빛이 기판(42)을 탈출할 수 있다. 방출 가능 영역(62, 64)이란, 종축(y)에서 0과 A점 사이 및 횡축(x)에서 기판(42) 상부면(42A)의 B점과 C점 사이에 해당한다.

[0088] 또한, 비최대 발광 영역이란, 빛이 최대한으로 출사될 수 없는 영역으로서, 도 6을 참조하면, 점 F와 점 G를 잇는 부분 또는 그 사이의 영역 (0, F < y < h)과 (0 < x < $(b_1-a)/2$)에 해당하는 영역이다.

[0089] 실시예에 의하면, 기판(42)의 상부(42A)와 측부(42B)의 내부 전 반사 영역(52, 54, 56)을 표면 가공하여, 탈출하지 못한 광이 기판(42)을 탈출하도록 하여 광 추출 효율을 향상시킨다. 또한, 기판(42)의 상부(42A)와 측부(42B)의 비최대 발광 영역을 표면 가공하여, 최대로 광이 방출하지 못한 영역을 통해 보다 많은 광이 탈출하도록 하여 광 추출 효율을 향상시킨다.

[0090] 제1 실시예에 의하면, 표면 가공의 일 례로 기판(42)의 상부(42A)와 측부(42B)의 내부 전 반사 영역(52, 54, 56) 및 비최대 발광 영역 중 적어도 한 영역을 절단할 수 있다. 예를 들어, 레이저를 사용하여 해당하는 영역을 절단할 수 있다.

[0091] 기판(42)의 내부 전 반사 영역 및 비최대 발광 영역 중 적어도 한 영역이 다양한 형상으로 절단될 경우, 기판(180)의 하부면(182)과 상부면(184)의 면적은 서로 달라질 수 있다. 이하, 설명의 편의상 내부 전 반사 영역에

패턴부가 형성될 때를 기준으로 설명하지만, 비최대 발광 영역에 패턴부가 형성될 경우에도 아래의 설명은 동일하게 적용될 수 있다.

[0092] 먼저, 표면 가공에 의해 기판(180)의 하부면(182)의 면적은 상부면(184)의 면적보다 넓어질 수 있다.

[0093] 도 7은 도 3 내지 도 5에 예시된 자외선 발광 소자(100A)에서 표면 가공된 기판(180)의 패턴부를 확대 도시한 단면도이다.

[0094] 도 7을 참조하면, 기판(180)은 하단부(180A) 및 상단부(180B)를 포함한다. 하단부(180A)는 기판(180)의 하부면(182)의 형상과 동일한 수평 단면을 갖는다. 기판(180)의 상단부(180B)는 하단부(180A) 위에 배치되며, 하단부(180A)의 상면(186)과 기판(180)의 상부면(184) 사이에 서로 다른 복수의 수평 단면을 갖는다.

[0095] 예를 들어, 도 5 내지 도 7에 예시된 바와 같이, 기판(180)에서 도 6에 도시된 내부 전 반사 영역(52, 54, 56)이 절단됨으로 인해, 기판(180)의 하부면(182)의 수평 단면적이 상부면(184)의 수평 단면적보다 커지게 된다.

[0096] 상단부(180B)의 측부는 적어도 하나의 경사면을 가질 수 있다. 도 3 내지 도 7에 예시된 기판(180)의 경우 상단부(180B)의 모든 측부가 경사면을 갖는 것으로 도시되어 있지만, 이에 국한되지 않고 상단부(180B)의 4 측부 중 일부 만이 경사면을 가질 수도 있다.

[0097] 도 7을 참조하면, 기판(180)의 상부면(184)의 폭(b_2)과 하부면(182)의 폭(b_1)은 다음 수학식 2와 같은 관계를 가질 수 있다.

수학식 2

[0098] $$b_2 - b_1 = 2d\tan\theta_1$$

[0099] 여기서, d는 상단부(180B)의 두께를 나타내고, Θ_1은 경사면의 경사각을 나타낸다. 공정상, 상부면(184)은 면적을 가질 수 있으나, 실시예는 이에 국한되지 않는다. 예를 들어, 상부면(184)의 면적은 100 ㎛ x 100 ㎛일 수 있다.

[0100] 이와 같이 기판(180)이 절단될 경우, 도 3에 예시된 바와 같이, 기판(180)의 상단부(180B)는 피라미드 형상에서 상부 꼭지점 머리 부분이 절단된 절두형 피라미드 형상을 취할 수 있다.

[0101] 도 8은 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100B)의 사시도를 나타내고, 도 9는 도 8에 도시된 9-9'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

[0102] 도 7에 예시된 기판(180)에서 상단부(180B)의 측부의 경사면(183)은 평평하지만, 실시예는 이에 국한되지 않는다. 예를 들어, 기판(180)의 상단부(180B)의 측부에 경사면(185)은 외측에서 볼 때, 도 8 및 도 9에 예시된 바와 같이 볼록한 곡률($\phi1$, $\phi2$)을 가질 수도 있다. 여기서, 곡률($\phi1$, $\phi2$)은 서로 동일하거나 다를 수 있다. 이를 제외하면, 도 8 및 도 9에 예시된 자외선 발광 소자(100B)는 도 3 내지 도 7에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 이에 대한 설명을 생략한다.

[0103] 도 10은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100C)의 사시도를 나타내고, 도 11은 도 10에 도시된 11-11'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

[0104] 또한, 기판(180)의 상단부(180B)의 측부에 경사면(187)은 외측에서 볼 때, 도 10 및 도 11에 예시된 바와 같이 오목한 곡률($\phi3$, $\phi4$)을 가질 수도 있다. 여기서, 곡률($\phi3$, $\phi4$)은 서로 동일하거나 다를 수 있다. 이를 제외하면, 도 10 및 도 11에 예시된 자외선 발광 소자(100C)는 도 3 내지 도 7에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 이에 대한 설명을 생략한다.

[0105] 도 12는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100D)의 사시도를 나타내고, 도 13은 도 12에 도시된 13-13'선을 따라 절개한 부분 단면도를 나타낸다.

[0106] 또한, 도 3 내지 도 7에 예시된 기판(180)의 상단부(180B)의 경사면(183)은 하나의 경사각(Θ_1)으로 경사져 있지만, 실시예는 이에 국한되지 않고 경사면은 복수 개의 경사각으로 경사질 수도 있다. 예를 들어, 도 12 및 도

13에 예시된 바와 같이, 상단부(180B)의 경사면은 두 개의 경사각(Θ_2, Θ_3)으로 각각 경사진 경사면(183A, 183B)을 가질 수도 있다. 이를 제외하면, 도 12 및 도 13에 예시된 자외선 발광 소자(100D)는 도 3 내지 도 7에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 이에 대한 설명을 생략한다.

[0107] 도 14a 및 도 14b는 기판(180)의 하단부(180A)의 두께(h-d)와 경사각(Θ_1)에 따라 다른 모습을 갖는 자외선 발광 소자의 사시도를 나타낸다.

[0108] 도 3은 기판(180)은 하단부(180A)의 두께(h-d)가 100 ㎛이고, 경사각(Θ_1)이 40° 일 때의 모습을 나타내며, 도 14a에 예시된 기판(180)은 하단부(180A)의 두께(h-d)가 50 ㎛이고, 경사각(Θ_1)이 40° 일 때의 모습을 나타내며, 도 14b는 하단부(180A)의 두께(h-d)가 50 ㎛이고, 경사각(Θ_1)이 20° 일 때의 모습을 나타낸다.

[0109] 실시예에 의하면, 기판(180)의 두께(d)는 100 ㎛ 내지 130 ㎛이고, 기판(180)의 하부 폭(b_1)은 50 ㎛ 내지 250 ㎛이고, 하단부(180A)의 두께(h-d)는 25 ㎛ 내지 100 ㎛이고, 경사면의 경사각(Θ_1)은 30° 내지 40° 일 수 있다.

[0110] 이하, 자외선 발광 소자가 도 3 및 도 7에 예시된 바와 같이 구현될 때, 최적의 광 추출 효율을 제공할 수 있는 기판(180)의 두께(d), 하단부(180A)의 두께(h-d) 및 경사면(183)의 경사각(Θ_1)에 대해 다음과 같이 살펴본다. 이 경우, 기판(180)은 사파이어로 이루어지고, 버퍼층(170)은 AlN으로 이루어지고, 제1 도전형 반도체층(162)은 n형 AlGaN으로 이루어진다.

[0111] 먼저, 활성층(MQW)(164), n형 AlGaN층(162), AlN층(170) 및 사파이어 기판(180)의 각 조건은 다음 표 3과 같다.

표 3

[0112]

구 분	두께	굴절율(n)	T/(1 ㎜)	비 고
MQW	0.5 ㎛	2.56	10 %	λ= 280 ㎚
n형 AlGaN	1.5 ㎛	2.5	79 %	
AlN	3 ㎛	2.3	79 %	
사파이어 기판	변수	1.824	92 %	

[0113] 표 3에서, 'T'란 경계면에서의 빛이 투과하는 정도를 의미한다. 즉, MQW의 T가 10%이라는 것은, MQW(164)와 n형 AlGaN층(162)간의 경계면에서 빛이 투과하여 n형 AlGaN층(162)으로 진입하는 투과 비율이 10%라는 것을 의미한다. 또한, n형 AlGaN층(162)의 T가 79%라는 것은, n형 AlGaN층(162)과 AlN층(170)의 경계면에서 빛이 투과하여 AlN층(170)으로 진입하는 투과 비율이 79%라는 것을 의미한다. 또한, AlN층(170)의 T가 79%라는 것은, AlN층(170)과 사파이어 기판(180)의 경계면에서 빛이 투과하여 사파이어 기판(180)으로 진입하는 투과 비율이 79%라는 것을 의미한다. 또한, 사파이어 기판(180)의 T가 92%라는 것은, 사파이어 기판(180)과 공기(air)간의 경계면에서 빛이 투과하여 공기로 출사되는 투과 비율이 92%라는 것을 의미한다. 이때, 활성층(164)에서 방출되는 광의 파장(λ)은 280 ㎚의 심자외선 광인 것으로 하였다.

[0114] 이때 편광 조건인 Johns Vectors는 다음 수학식 3과 같다.

수학식 3

[0115]
$$\begin{pmatrix} 0.621 & 0.485 \\ 0.485 & 0.379 \end{pmatrix}$$

[0116] 또한, 각 변수의 값은 다음 표 4와 같다.

표 4

[0117]

변 수						결 론
칩크기=b_1(μm^2)	Θ_1(°)	h(μm)	d(μm)	하부경계	파장 및 편광	
350 x 350	0	100, 200	-	PML	λ= 280 nm	결론 1
350 x 350	20, 30, 40	200	100, 150	PML	FWHM = 10 nm	결론 2

[0118] 여기서, 하부 경계인 PML은 완전 흡수 경계(Perfect Absorption Boundary)를 의미하며, 활성층(164)의 하부에 해당한다. FWHM이란 반치폭(Full Width at Half Maximum)을 의미한다. 또한, 표 4에서, '결론 1' 및 '결론 2'는 전술한 조건들에 의해 테스트할 경우 도출할 수 있는 결론이다. '결론 1'은 사파이어 기판(180)의 두께(h)에 따른 광량의 영향이고, '결론 2'는 경사각(Θ_1)에 따른 광량의 영향이다.

[0119] 도 15는 기판(180)의 하단부(180A)의 두께(h-d)와 경사각(Θ_1)에 따른 광 추출 효율을 나타내는 그래프이다.

[0120] 전술한 조건으로 테스트한 결과는 도 15와 같다. 도 15를 참조하면, 기판(180)의 두께(h)가 100 μm이고 하단부(180A)의 두께(h-d)가 '0'인 경우(202)보다 기판(180)의 두께(h)가 200 μm이고 하단부(180A)의 두께(h-d)가 100 μm인 경우(204)의 광 추출 효율이 더 우수함을 알 수 있다. 또한, 기판(180)의 두께(h)가 200 μm이고 하단부(180A)의 두께(h-d)가 100 μm인 경우(204)보다 기판(180)의 두께(h)가 200 μm이고 하단부(180A)의 두께(h-d)가 50 μm인 경우(206)의 광 추출 효율이 보다 더 우수함을 알 수 있다.

[0121] 또한, 도 15를 참조하면, 기판(180)의 하단부(180A)의 두께(h-d)가 100 μm 또는 50 μm일 때, 경사각(Θ_1)이 증가할 수록 광 추출 효율은 개선됨을 알 수 있다. 이 경우(204, 206), 경사각(Θ_1)이 30° 내지 40° 사이에 있을 때, 광 추출 효율은 둔화되므로, 경사각(Θ_1)은 30° 내지 40° 의 범위에서 결정될 수 있다.

[0122] 예를 들어, 기판(180)의 하부 폭(b_1)은 100 μm이고, 하단부(180A)의 두께(h-d)는 50 μm이고, 기판(180)의 총 두께(h)는 200 μm일 수 있다.

[0123] 도 16은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100E)의 사시도를 나타내고, 도 17은 도 16에 예시된 17-17'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

[0124] 또 다른 실시예에 의하면, 도 16 및 도 17에 예시된 바와 같이 기판(180)의 상부면(184)의 면적은 하부면(182)의 면적보다 넓을 수 있다. 도 17을 참조하면, 기판(180)의 상단부(180B)는 가장 자리에 적어도 하나의 돌출부(188)를 포함한다. 여기서, 돌출부(188)는 도 6에 예시된 내부 전 반사 영역(52, 54, 56)에서 돌출될 수 있다. 도 16의 경우 총 4개의 모서리 각각에 돌출부(188)가 마련되어 있지만, 실시예는 이에 국한되지 않고 총 4개의 모서리 중 1개 내지 3개의 모서리에만 돌출부(188)가 마련될 수 있다. 도 17에 예시된 바와 같이 기판(180)의 상단부(180B)는 역 피라미드 형상에서 꼭지점 부분인 머리 부분이 절단된 역 절두형 피라미드 형상을 취할 수 있다. 이를 제외하면, 도 16 및 도 17에 예시된 자외선 발광 소자(100E)는 도 3 내지 도 7에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 이에 대한 설명을 생략한다.

[0125] 도 18은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100F)의 사시도를 나타내고, 도 19는 도 18에 도시된 19-19'선을 따라 절취한 부분 단면도를 나타낸다.

[0126] 도 16 및 도 17에 예시된 돌출부(188)의 하부면(188A)은 평평하다. 그러나, 이와 달리 도 18 및 도 19에 예시된 바와 같이 돌출부(188)의 하부면(188B)은 외부에서 볼 때 볼록한 곡률을 가질 수 있다. 이를 제외하면, 도 18 및 도 19에 도시된 자외선 발광 소자(100F)는 도 16 및 도 17에 도시된 자외선 발광 소자(100E)와 각각 동일하므로 이에 대한 설명을 생략한다.

[0127] 도 16 내지 도 19에 예시된 바와 같이 상단부(180B)의 상면(184)이 저면(182)보다 더 넓은 경우, 발광 구조물(160)에서 방출된 광(190)이 상부 방향으로 출사될 수 있다. DUV 발광 소자의 특성상, C축에 평행하게 나오는 빛보다 수직한 방향으로 나오는 빛이 많다. 이를 보완하기 위해, 도 16 내지 도 19에 예시된 바와 같이 자외선 발광 소자(100E, 100F)를 구현하여, 플랫(flat)하게 나오는 빛들이 전반사되어 C축 방향으로 출사될 수 있도록 함으로써, 광 추출 효율이 향상된다.

[0128] 도 20은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100G)의 단면도를 나타내고, 도 21은 도 20에 도시된 21-

21'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

[0129] 또 다른 실시예에 의하면, 도 20 및 도 21에 예시된 바와 같이 자외선 발광 소자(100G)의 기판(180)은 반구 형상(또는, 돔 형상)으로 표면 가공된 패턴부를 가질 수도 있다. 이때, 기판(180)과 함께 버퍼층(170) 및/또는 발광 구조물(160)이 일체로 반구 형상일 수 있다. 이를 제외하면, 도 20 및 도 21에 예시된 자외선 발광 소자(100G)는 도 3 내지 도 7에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 동일한 부분에 대해서는 설명을 생략한다.

[0130] 반구의 반지름(R)은 기판(180)의 하부 폭(b_1)의 적어도 절반일 수 있다. 반지름(R)은 200 ㎛ 내지 500 ㎛ 예를 들어, 350 ㎛일 수 있다.

[0131] 도 20 및 도 21에 예시된 바와 같이, 자외선 발광 소자(100G)의 기판(180)이 반구 형상의 패턴부를 가질 경우, 광의 전반사 및 난반사가 감소하여 광 추출 효율이 증가될 수 있다.

[0132] 또한, 후술되는 발광 소자 패키지에서 광 추출 효율을 증가시키기 위해 통상 돔 형상의 몰딩 부재로 발광 소자를 씌운다. 그러나, 도 20 및 도 21에 예시된 바와 같이 자외선 발광 소자(100G)에서 기판(180)이 반구 형상으로 구현될 경우, 이러한 역할을 수행하는 몰딩 부재의 필요성이 제거된다. 그러나, 자외선 발광 소자를 보호하는 기능만을 수행위해, 도 20 및 도 21에 예시된 자외선 발광 소자(100G)의 상부에 추가적으로 몰딩 부재가 더 배치될 수도 있다.

[0133] 다음으로, 기판(180)의 측부 및 상부 중 적어도 하나의 표면이 랜덤한 러프니스를 갖도록 표면 가공된 패턴부의 제2 실시예에 대해 다음과 같이 살펴본다.

[0134] 즉, 전술한 제1 실시예의 패턴부는 절단에 의해 표면 가공된 형상을 갖는다. 그러나, 제2 실시예에 의하면, 패턴부는 랜덤(random)한 러프니스를 갖도록 표면 가공된 형상을 가질 수도 있다.

[0135] 랜덤한 러프니스를 갖는 패턴부는 기판(180)의 상부(184), 측부의 아래 부분, 중간 부분 및 윗 부분 중 적어도 한 곳에 위치할 수 있다. 이하, 기판(180)에서 랜덤한 러프니스가 존재하는 부분이 패턴부에 해당한다.

[0136] 도 22는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100H)의 사시도를 나타내고, 도 23은 도 22에 도시된 23-23'선을 따라 절개한 단면도를 나타낸다.

[0137] 도 22 및 도 23에 예시된 자외선 발광 소자(100H)의 경우 랜덤한 러프니스(220, 222, 224)에 의해 표면 가공된 패턴부가 기판(180)의 상부(184)의 가장 자리, 기판(18)의 측부의 아래 부분(180C)과 윗 부분(180E)에 각각 위치한다. 여기서, 상부(184)의 가장 자리 및 측부의 윗 부분(180E)은 도 6에 도시된 내부 전 반사 영역에 해당할 수 있다. 이를 제외하면, 도 22 및 도 23에 예시된 자외선 발광 소자(100H)에서 기판(180)의 하부는 도 3에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 이에 대한 설명을 생략한다.

[0138] 도 22 및 도 23에 예시된 자외선 발광 소자(100H)에서 랜덤한 러프니스(220)는 기판(180) 측부의 윗 부분(180E)에 위치하고, 랜덤한 러프니스(222)는 기판(180)의 상부의 가장 자리(184A, 184B)에 위치하고, 랜덤한 러프니스(224)는 기판(180) 측부의 아래 부분(180C)에 위치한다. 그러나, 실시예는 이에 국한되지 않으며, 랜덤한 러프니스는 기판(180)에 다양하게 위치할 수 있다.

[0139] 도 24a 및 도 24b는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100I, 100J)의 단면도를 나타낸다.

[0140] 도 22 및 도 23에 도시된 바와 달리, 자외선 발광 소자(100I)에서 러프니스(220, 222)는 도 24a에 예시된 바와 같이 기판(180) 측부의 윗 부분(180E)과 기판(180) 상부의 가장 자리(184A, 184B)에만 위치할 수도 있다. 또는, 자외선 발광 소자(100J)에서 러프니스(222, 224)는 도 24b에 예시된 바와 같이 기판(180) 상부의 전체(184)와 기판(180)의 측부의 아래 부분(180C)에만 위치할 수도 있다. 또는 도시되지는 않았지만, 랜덤한 러프니스가 기판(180)의 측부 전체(180C, 180D, 180E)에 걸쳐서 존재하도록 기판(180)은 표면 가공될 수 있고, 랜덤한 러프니스가 기판(180)의 상부의 가장 자리(184A, 184B) 및 측부의 아래 부분(180C)에만 존재하도록 기판(180)은 표면 가공될 수도 있다.

[0141] 도 1에서 전술한 바와 같이, 자외선 발광 소자 특히, 심 자외선 발광 소자의 경우 블루 발광 소자와 달리 기판(180)의 측부로 탈출하는 광이 더 많다. 따라서, 도 22, 도 23, 또는 도 24b에 예시된 바와 같이, 기판(180)의 측부의 아래 부분(180C)에 랜덤한 러프니스가 있을 경우, 광의 산란이 활발하여 광 추출 효율이 더욱 향상될 수 있다.

[0142] 실시예에 의하면, 랜덤한 러프니스가 위치한 기판(180)의 측부의 아래 부분(180C)의 범위는 다음 수학식 4와 같

을 수 있다.

수학식 4

[0143]
$$0 < y < \frac{b_1}{2}$$

[0144] 여기서, y는 도 6과 같은 데카르트 좌표계를 참조하면 기판(180)의 두께 방방향의 위치를 의미하고, b_1는 기판(180)의 하부 폭을 나타낸다.

[0145] 기판(180)이 랜덤한 러프니스를 패턴부로서 갖도록 기판(180)을 표면 가공하는 방법은 다양하다. 그 중 하나로서, 기판(180)의 상면(184)에 랜덤한 러프니스를 형성하기 위해, 래핑(lapping) 및 폴리싱(polishing) 가공 중 적어도 하나의 가공을 이용할 수 있다. 이 때, 러프니스의 거친 정도는 래핑이나 폴리싱에 사용되는 다이아몬드 슬러리(slurry) 연마 입자의 크기를 이용하여 조정할 수 있다. 러프니스의 거친 정도는 연마 입자의 크기에 비례할 수 있다. 예를 들어, 연마 입자의 크기는 0.5 ㎛ 내지 6 ㎛일 수 있다.

[0146] 도 25a 내지 도 28b는 연마 입자의 크기별 랜덤한 러프니스의 거친 정도를 보이는 도면이다. 도 25a, 도 26a, 도 27a 및 도 28a는 AFM(Atomic Force Microscopy)에 의해 획득한 사진을 나타내고, 도 25b, 도 26b, 도 27b 및 도 28b는 광학 현미경으로 획득한 사진을 나타낸다.

[0147] 도 25a 내지 도 28b를 참조하면, 기판(180)의 표면에 마치 톱니바퀴가 지나간 듯한 긴 긁힌 자국들이 랜덤한 러프니스에 해당한다.

[0148] 기판(180)의 상면(184)을 서로 다른 연마 입자를 이용하여 여러 번 연마할 때 도 25a 및 도 25b와 같이 상면(184)의 랜덤한 러프니스의 거친 정도는 낮다.

[0149] 또한, 0.5 ㎛ 크기의 연마 입자를 이용하여 기판(180)의 상면을 연마했을 때, 도 26a 및 도 26b와 같이 랜덤한 러프니스의 거친 정도는 도 25a 및 도 25b보다 더 높다.

[0150] 또한, 3 ㎛ 크기의 연마 입자를 이용하여 기판(180)의 상면을 연마했을 때, 도 27a 및 도 27b와 같이 랜덤한 러프니스의 거친 정도는 도 26a 및 도 26b보다 더 높다.

[0151] 또한, 6 ㎛ 크기의 연마 입자를 이용하여 기판(180)의 상면을 연마했을 때, 도 28a 및 도 28b와 같이 랜덤한 러프니스의 거친 정도는 도 27a 및 도 27b보다 더 높다.

[0152] 이와 같이 연마 입자가 커질수록 러프니스의 거친 정도는 증가함을 알 수 있다. 연마 입자의 크기별로 기판(180)의 상면에 형성된 랜덤한 러프니스의 특성은 다음 표 5와 같다.

표 5

[0153]

구 분	도 25a와 도 25b	도 26a와 도 26b	도 27a와 도 27b	도 28a와 도 28b
ave	0.0986 nm	0.914 nm	5.71 nm	10.5 nm
rms	0.125 nm	1.10 nm	7.36 nm	13.6 nm
pv	1.48 nm	7.12 nm	45.1 nm	94.1 nm

[0154] 표 5에서, ave는 랜덤한 러프니스 형상의 평균 너비를 나타내고, pv(peak to valley)는 광학면의 국지적이고 특정한 미세한 굴곡 가운데 가장 높은 곳과 가장 낮은 계곡 사이의 차를 나타내는 지수를 나타내고, rms(root mean square)는 측정 영역 전체에서 고저점의 차이를 측정한 값을 표준 편차로 나타낸다.

[0155] 또는, 랜덤한 러프니스를 형성하기 위한 다른 표면 가공의 방법으로서, 레이저 스크라이빙(laser scribing) 가공을 이용할 수 있다. 특히, 레이저 스크라이빙 가공은 기판(180)의 측부의 아래 부분(180C), 중간 부분(180D) 및 윗 부분(180E) 중 어느 한 부분에 랜덤한 러프니스를 형성하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 러프니스를 형성하기 위해, 스텔스 레이저(stealth laser)가 사용될 수 있는데, 초점 깊이에 따른 다중(multiple) 가공시에 광 추출 효율이 향상될 수 있다. 아울러, 나노 세컨드 펄스 레이저(nano-second pulse laser) 또는 피코 세컨드 펄스 레이저(pico-second pulse laser) 등을 사용하여 러프니스를 형성할 수 있는 데, 나노 세컨드 펄스 레이저

보다 열 손상(thermal damage)이 적은 피코 세컨드 펄스 레이져가 우수한 광 추출 효율을 나타낼 수 있다.

[0156] 랜덤한 러프니스를 형성하는 다른 방법으로서, 인산(H_2PO_3)과 황산(H_2SO_4)의 혼합액에 의한 습식 식각 방법이 이용될 수 있다.

[0157] 또는, 랜덤한 러프니스를 형성하기 위한 또 다른 표면 가공 방법으로서, ICP-RIE(Inductively Coupled Plasma-Reactive Ion Etching) 같은 건식 식각 가공을 이용할 수도 있다.

[0158] 전술한 표면 가공 방법 중에서, 어느 방법을 이용하는가에 따라 러프니스의 거친 정도 및 랜덤한 정도가 결정될 수 있다.

[0159] 나노 입자에서 공명의 빛의 산란은 다른 고도의 짙고 활기찬 색을 생산할 수 있다. 특히, 표면 플라즈마(plasma) 공명을 포함할 때 그렇다. Rayleigh 산란은 빛을 포함한 전자기 방사선에서 입자 거품, 작은 물방울, 또는 균일한 밀도 등과 같이 서로 다른 굴절의 지표에 관계되는 작은 구의 부피에 의해 산란되는 과정을 말한다. Rayleigh의 모델에 적용하면 구는 산란된 광의 파장보다는 직경에서 매우 더 작아야 한다. 전형적으로 파장의 1/10 보다 작은 조건에서 이는 성립한다. 일정한 크기에서는 산란 중심의 모양은 무시할 수 있고 같은 질량의 구로 간주한다. 본래의 산란 방사선은 Rayleigh 모델에 적용될 수 있을 정도로 충분히 작은 가스 분자가 이러 저리 이동하는 것과 같은 미시적인 밀도 변화 때문에 순수한 기체를 통해 지나가는 것을 겪게 된다. Rayleigh의 공식으로 알 수 있는 산란도와 파장의 네 제곱 관계에 따라 단파장의 푸른색 빛은 장파장의 적색 빛보다 더 강하게 산란된다. 따라서, 기판(180)의 러프니스의 랜덤한 정도 및 거친 정도는 광의 산란에 영향을 끼침을 알 수 있다. 자외선 발광 소자에서, Rayleigh 산란은 $1/\lambda^4$에서 훨씬 큰 발광 효율을 보이며 증가된다.

[0160] 또 다른 실시예에 의하면, 도 3 내지 도 21에 예시된 기판(180)의 패턴부인 경사면은 그 표면에 랜덤한 러프니스를 가질 수도 있다.

[0161] 도 29a 내지 도 29g는 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100K 내지 100Q)의 단면도를 나타낸다.

[0162] 도 29a 내지 도 29g를 참조하면, 경사면에 랜덤한 러프니스(230 ~ 242)가 형성되어 있음을 알 수 있다. 따라서, 각 랜덤한 러프니스(230 ~ 242)로 인해 경사면에서 더욱 활발한 산란이 가능하여 더욱 많은 광이 기판(180)을 탈출하여 광 추출 효율이 향상될 수 있다.

[0163] 도 29a, 도 29b, 도 29c, 도 29d, 도 29e, 도 29f 및 도 29g는 랜덤한 러프니스(230 내지 242)가 형성된 것을 제외하면, 도 7, 도 9, 도 11, 도 13, 도 17, 도 19 및 도 21에 각각 해당하므로, 이들에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0164] 도 30은 또 다른 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100R)의 사시도를 나타내고, 도 31은 도 30에 도시된 31-31'선을 따라 절취한 단면도를 나타낸다.

[0165] 도 30 및 도 31을 참조하면, 실시예에 의한 자외선 발광 소자(100R)에서 기판(180)의 상부(184)는 요철 모양(260)을 가질 수 있다. 요철 모양은 통상의 광 결정 구조(photonic crystal structure)와 유사하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다. 도 3 내지 도 21에 예시된 자외선 발광 소자(100A ~ 100G)가 경사면을 갖고, 도 22 내지 도 23b에 예시된 자외선 발광 소자(100H ~ 100J)가 랜덤한 러프니스를 갖고, 도 29a 내지 도 29g에 예시된 자외선 발광 소자(100K ~ 100Q)가 경사면과 랜덤한 러프니스를 함께 갖는 대신에 도 30 및 도 31에 예시된 자외선 발광 소자(100R)는 요철 모양을 갖는다. 이를 제외하면 도 30 및 도 31에 예시된 자외선 발광 소자(100R)는 도 3 내지 도 7에 예시된 자외선 발광 소자(100A)와 동일하므로 이들에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0166] 이때, 도 30 및 도 31에 예시된 요철(260)은 주기적으로 배열될 수도 있고, 비주기적으로 랜덤하게 배열될 수도 있고, 복수의 서로 다른 주기를 갖고 배열될 수도 있다. 만일, 요철(260)이 주기적으로 배열될 경우, 주기(T)는 $\lambda/4$일 수 있다. 여기서, λ는 활성층(164)에서 방출되는 광의 파장일 수 있다. 주기(T)는 20 ㎚ 내지 120 ㎚ 예를 들어, 70 ㎚일 수 있다.

[0167] 일반적인 광 결정 구조의 역할과 유사하게, 기판(180)의 상부에 요철 모양(260)의 패턴부가 배치됨으로 인해, 보다 더 많은 광이 기판(180)의 상부를 통과하여 탈출하여, 광 추출 효율이 더욱 개선될 수 있다.

[0168] **<수직형 자외선 발광 소자>**

[0169] 이상에서, 본 실시예에 의한 투광층과 활성층을 플립 방식으로 본딩된 자외선 발광 소자를 예로 하여 살펴보았다. 그러나, 본 실시예에 의한 투광층과 활성층은 수직형 자외선 발광 소자에도 적용될 수 있다.

[0170] 이하, 실시예에 의한 수직형 자외선 발광 소자에 대해 첨부된 도면을 참조하여 다음과 같이 살펴본다.

[0171] 도 32는 또 다른 실시예에 의한 수직형 자외선 발광 소자(300)의 단면도를 나타낸다.

[0172] 도 32에 예시된 수직형 자외선 발광 소자(300)는 지지 기판(310), 제1 도전형 전극층(320), 발광 구조물(330), 제2 도전형 전극층(340) 및 제2 전극 패드(350)를 포함한다.

[0173] 도 32에 예시된 지지 기판(310)은 도전형으로서, 몰리브덴(Mo), 실리콘(Si), 텅스텐(W), 구리(Cu) 및 알루미늄(Al)로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다. 또한, 지지기판(310)은 예를 들어, 금(Au), 구리합금(Cu Alloy), 니켈(Ni-nickel), 구리-텅스텐(Cu-W), 캐리어 웨이퍼(예: GaN, Si, Ge, GaAs, ZnO, SiGe, SiC, SiGe, Ga_2O_3 등) 등을 선택적으로 포함할 수 있다. 지지 기판(310)을 도전형으로 형성하는 방법은 전기화학적인 금속증착방법이나 유테틱 메탈을 이용한 본딩 방법 등을 사용할 수 있다.

[0174] 그리고, 지지 기판(310) 상으로 제1 도전형 전극층(320)이 배치된다. 제1 도전형 전극층(320)은 반사층(미도시)과 오믹층(미도시)을 포함할 수 있다.

[0175] 반사층은 지지 기판(310) 상에 배치되고, Ag, Ni, Al, Rh, Pd, Ir, Ru, Mg, Zn, Pt, Au, Hf 및 이들 중 둘 이상의 합금으로 구성된 물질 중에서 한 층 또는 복수의 층으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 알루미늄이나 은 등의 반사층은 활성층(334)에서 발생된 빛을 효과적으로 반사하여 자외선 발광 소자의 광추출 효율을 크게 개선할 수 있다.

[0176] 그리고, 오믹층은 금속일 수 있으며, 예를 들어, Ag, Ni, Cr, Ti, Al, Rh, Pd, Ir, Sn, In, Ru, Mg, Zn, Pt, Au, Hf 및 이들 중 둘 이상의 합금으로 구성된 물질 중에서 한 층 또는 복수의 층으로 형성될 수 있으며, 이러한 재료에 한정되는 않는다.

[0177] 또한, 제1 도전형 전극층(320)은 반사층의 기능과 오믹층의 기능을 모두 수행하는 한 층 또는 복수의 층으로 형성될 수 있으며, 이러한 재료에 한정되지 않는다.

[0178] 만일, 지지 기판(310)이 제1 도전형 전극층(320)의 역할을 수행할 경우, 제1 도전형 전극층(320)은 생략될 수 있다.

[0179] 또한, 지기 기판(310)과 제1 도전형 전극층(320) 사이에 결합층(미도시)이 더 배치될 수도 있다. 결합층은 예를 들어, 금(Au), 주석(Sn), 인듐(In), 은(Ag), 니켈(Ni), 나이오븀(Nb) 및 구리(Cu)로 구성되는 군으로부터 선택되는 물질 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다.

[0180] 한편, 발광 구조물(330)은 제1 도전형 반도체층(332), 활성층(334) 및 제2 도전형 반도체층(336)을 포함한다.

[0181] 제1 도전형 반도체층(332)은 제1 도전형 전극층(320)의 상부에 배치되며, 반도체 화합물로 형성될 수 있다. Ⅲ-Ⅴ족, Ⅱ-Ⅵ족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 제1 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 예를 들어, 제1 도전형 반도체층(332)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 또는 InAlGaN으로 형성될 수 있다. 제1 도전형 반도체층(332)이 p형 반도체층인 경우, 제1 도전형 도펀트는 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등과 같은 p형 도펀트일 수 있다. 제1 도전형 반도체층(332)은 단층 또는 다층으로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0182] 활성층(334)은 제1 도전형 반도체층(332)과 제2 도전형 반도체층(336) 사이에 배치되며, 단일 우물 구조(Double Hetero Structure), 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(334)은 Ⅲ-Ⅴ족 원소의 화합물 반도체 재료를 이용하여 우물층과 장벽층, 예를 들면 InGaN/GaN, InGaN/InGaN, GaN/AlGaN, InAlGaN/GaN, GaAs(InGaAs),/AlGaAs, GaP(InGaP)/AlGaP 중 어느 하나 이상의 페어 구조로 형성될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 우물층은 장벽층의 밴드 갭보다 작은 밴드 갭을 갖는 물질로 형성될 수 있다. 특히, 실시예에 의한 활성층(334)은 200 nm 내지 405 nm 파장 대역의 자외선 특히, 200 nm 내지 350 nm 파장 대역의 심 자외선 광을 생성할 수 있다.

[0183] 활성층(334)과 제1 도전형 반도체층(332) 사이 또는 활성층(334)과 제2 도전형 반도체층(336) 사이에는 도전형 클래드층(미도시)이 형성될 수도 있다.

[0184] 도전형 클래드층은 활성층(334)의 장벽층의 밴드 갭보다 더 넓은 밴드 갭을 가지는 반도체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 도전형 클래드층은 GaN, AlGaN, InAlGaN 또는 초격자 구조 등을 포함할 수 있다. 또한, 도전형 클래

드층은 n형 또는 p형으로 도핑될 수 있다.

[0185] 제2 도전형 반도체층(336)은 활성층(334)의 위에 배치되며, 반도체 화합물로 형성될 수 있다. 제2 도전형 반도체층(336)는 Ⅲ-Ⅴ족, Ⅱ-Ⅵ족 등의 화합물 반도체로 구현될 수 있으며, 제2 도전형 도펀트가 도핑될 수 있다. 예컨대, $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 물질 또는 InAlGaN으로 형성될 수 있다. 제2 도전형 반도체층(336)이 n형 반도체층인 경우, 제2 도전형 도펀트는 Si, Ge, Sn, Se, Te 등과 같은 n형 도펀트를 포함할 수 있다. 제2 도전형 반도체층(336)은 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.

[0186] 그리고, 제2 도전형 반도체층(336) 상에 제2 도전형 전극층(340)이 배치된다. 제2 도전형 전극층(340)은 예를 들어, 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 금(Au), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti), 백금(Pt), 바나듐(V), 텅스텐(W), 납(Pd), 구리(Cu), 로듐(Rh) 및 이리듐(Ir) 중에서 선택된 어느 하나의 금속 또는 상기 금속들의 합금을 이용하여 단일층 또는 복수의 층으로 구현될 수 있다.

[0187] 제2 도전형 전극층(340)의 상부에 제2 전극 패드(350)가 배치될 수 있다. 또한, 지지 기판(310)의 하부에 제1 전극 패드(미도시)가 배치될 수 있다.

[0188] 한편, 실시예에 의하면, 제2 도전형 반도체층(336) 및 제2 도전형 전극층(340)의 상부와 측부 중 적어도 하나는 표면 가공된 패턴부를 갖는다. 즉, 도 3 내지 도 29g에서 기판(180)이 투광층에 해당하지만, 도 32에 예시된 자외선 발광 소자(300)에서 제2 도전형 반도체층(336)과 제2 도전형 전극층(340)이 투광층에 해당한다. 만일, 수직형 자외선 발광 소자(300)에서 제2 도전형 전극층(340)이 생략될 경우, 제2 도전형 반도체층(336)이 투광층에 해당한다.

[0189] 따라서, 도 3 내지 도 21에 예시된 자외선 발광 소자(100A ~ 100G)에서 기판(180)의 상부 및 측부 중 적어도 하나가 절단에 의해 표면 가공된 것 처럼, 도 32에 예시된 자외선 발광 소자(300)에서 제2 도전형 반도체층(336)과 제2 도전형 전극층(340)의 외곽은 절단에 의해 표면 가공될 수 있다.

[0190] 또한, 도 22 내지 도 24b에 예시된 자외선 발광 소자(100H ~ 100J)에서 기판(180)의 상부 및 측부 중 적어도 하나의 부분에 랜덤한 러프니스가 형성되는 것 처럼, 도 32에 예시된 자외선 발광 소자(300)에서 제2 도전형 반도체층(336)과 제2 도전형 전극층(340)의 외곽은 랜덤한 러프니스를 갖도록 표면 가공될 수 있다.

[0191] 도 3 내지 도 31에서 전술한 내용들은 제2 도전형 반도체층(336)과 제2 도전형 전극층(340)이 투광층에 해당할 경우에도 그대로 적용될 수 있으므로, 여기서는 중복되는 설명을 생략한다.

[0192] 이와 같이, 수직형 자외선 발광 소자(300)에서 제2 도전형 반도체층(336)과 제2 도전형 전극층(340)의 외곽은 도 32에 예시된 바와 같이 절단된 패턴부(336A, 340A)를 갖는다. 그러나, 기존(360, 362)의 경우 패턴부가 없다. 따라서, 활성층(334)에서 방출된 광이 화살표 방향(370)으로 내부 전 반사되어 발광 소자(300)를 탈출하지 못하고 흡수되어 발광 효율이 저하될 수 있었다.

[0193] 그러나, 본 실시예에 의하면, 투광층인 제2 도전형 반도체층(336)과 제2 도전형 전극층(340)의 측부 및 상부 중 적어도 하나가 패턴부를 가지므로, 활성층(334)에서 방출된 광이 전반사되지 않고 화살표 방향(372)으로 발광 소자(300)로부터 탈출할 수 있어, 광 추출 효율이 향상될 수 있다.

[0194] **<자외선 발광 소자 패키지>**

[0195] 이하, 도 3에 예시된 자외선 발광 소자(100A)를 포함하는 발광 소자 패키지의 구성 및 동작을 첨부된 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다. 설명의 편의상 발광 소자 패키지가 도 3에 예시된 자외선 발광 소자(100A)를 포함하는 것으로 설명하지만, 도 8, 도 10, 도 12, 도 16, 도 18, 도 20, 도 22, 도 24a, 도 24b, 도 29a ~ 도 29g 또는 도 30에 예시된 자외선 발광 소자(100B ~ 100R) 중 어느 것을 포함할 경우에도 하기의 설명은 동일하게 적용될 수 있다.

[0196] 도 33은 실시예에 따른 발광 소자 패키지(400A)의 단면도이다.

[0197] 실시예에 따른 발광 소자 패키지(400A)는 자외선 발광 소자(100A), 헤더(410), 한쌍의 리드(lead)선(422, 424), 접착부(430), 와이어(432, 434), 측벽부(440) 및 몰딩 부재(450)를 포함한다. 자외선 발광 소자(100A)는 도 3에 예시된 발광 소자에 해당하며, 동일한 참조부호를 사용하여 이에 대한 상세한 설명을 생략한다.

[0198] 서브 마운트(110)는 접착부(430)에 의해 헤더(410)에 연결된다. 접착부(430)는 솔더 또는 페이스트 형태일 수 있다. 자외선 발광 소자(100A)의 제1 전극 패드(132, 136)는 와이어(432)에 의해 리드선(422)과 연결되고, 제2 전극 패드(134)는 와이어(434)에 의해 리드선(424)과 연결된다. 이때, 제1 전극 패드(136)와 리드선(422)은 와

이어(432)에 의해 전기적으로 연결되는 것으로 도시되어 있지만, 제1 전극 패드(132)와 리드선(422)을 연결하는 와이어는 도시되어 있지 않다. 이는 제1 전극 패드(132, 136)가 서로 전기적으로 연결되어 있기 때문이다. 그러나, 이에 국한되지 않고, 제1 전극 패드(132)와 리드선(422)은 별도의 와이어에 의해 서로 전기적으로 연결될 수도 있다.

[0199] 서로 전기적으로 분리되는 한 쌍의 리드선(422, 424)을 통해 발광 소자(100A)에 전원이 제공된다.

[0200] 몰딩 부재(450)는 측벽부(440)에 의해 형성된 패키지(400A)의 캐비티에 채워져 발광 소자(100A)를 포위하여 보호할 수 있다. 또한, 몰딩 부재(450)는 형광체를 포함하여, 발광 소자(100A)에서 방출된 광의 파장을 변화시킬 수 있다.

[0201] 도 34는 다른 실시예에 따른 발광소자 패키지(400B)의 단면도이다.

[0202] 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지(400B)는 패키지 몸체부(460)와, 패키지 몸체부(460)에 설치된 제1 및 제2 리드 프레임(472, 474)과, 패키지 몸체부(460)에 배치되어 제1 및 제2 리드 프레임(472, 474)과 전기적으로 연결되는 발광 소자(300)와, 발광 소자(300)를 포위하는 몰딩 부재(490)를 포함한다.

[0203] 패키지 몸체부(460)는 실리콘, 합성수지, 또는 금속을 포함하여 형성될 수 있으며, 자외선 발광 소자(300)의 주위에 경사면이 형성될 수 있다.

[0204] 제1 및 제2 리드 프레임(472, 474)은 서로 전기적으로 분리되며, 발광 소자(300)에 전원을 제공하는 역할을 한다. 또한, 제1 및 제2 리드 프레임(472, 474)은 발광 소자(300)에서 발생된 빛을 반사시켜 광 효율을 증가시키는 역할을 할 수도 있으며, 자외선 발광 소자(300)에서 발생된 열을 외부로 배출시키는 역할을 할 수도 있다.

[0205] 자외선 발광 소자(300)는 도 32에 예시된 수직형 자외선 발광 소자일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 도 34의 경우 발광 소자(300)는 제1 리드 프레임(472) 상에 배치되지만 이에 국한되지 않고, 제2 리드 프레임(474)이나 패키지 몸체부(460) 상에 배치될 수도 있다.

[0206] 자외선 발광 소자(300)는 제1 리드 프레임(472)과 전기적으로 직접 연결되고, 제2 리드 프레임(474)과 와이어(480)에 의해 전기적으로 연결되지만, 이에 국한되지 않는다. 즉, 도 34에 예시된 바와 달리, 자외선 발광 소자(300)는 제1 및 제2 리드 프레임(472, 474)과 각각 와이어에 의해 연결될 수도 있다.

[0207] 몰딩 부재(490)는 발광 소자(300)를 포위하여 보호할 수 있다. 또한, 몰딩 부재(490)는 형광체를 포함하여, 발광 소자(300)에서 방출된 광의 파장을 변화시킬 수 있다.

[0208] 다른 실시예에 따른 발광 소자 패키지는 복수 개가 기판 상에 어레이되며, 발광 소자 패키지에서 방출되는 광의 경로 상에 광학 부재인 도광판, 프리즘 시트, 확산 시트, 형광 시트 등이 배치될 수 있다. 이러한 발광 소자 패키지, 기판, 광학 부재는 백라이트 유닛으로 기능하거나 조명 유닛으로 기능할 수 있으며, 예를 들어, 조명 시스템은 백라이트 유닛, 조명 유닛, 지시 장치, 램프, 가로등을 포함할 수 있다.

[0209] **<조명 유닛>**

[0210] 도 35는 실시예에 따른 조명 유닛(500)의 사시도이다. 다만, 도 35의 조명 유닛(500)은 조명 시스템의 한 예이며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0211] 실시예에서 조명 유닛(500)은 케이스 몸체(510)와, 케이스 몸체(510)에 설치되며 외부 전원으로부터 전원을 제공받는 연결 단자(520)와, 케이스 몸체(510)에 설치된 발광 모듈부(530)를 포함할 수 있다.

[0212] 케이스 몸체(510)는 방열 특성이 양호한 재질로 형성되며, 금속 또는 수지로 형성될 수 있다.

[0213] 발광 모듈부(530)는 기판(532)과, 기판(532)에 탑재되는 적어도 하나의 발광소자 패키지(400:400A, 400B)를 포함할 수 있다.

[0214] 기판(532)은 절연체에 회로 패턴이 인쇄된 것일 수 있으며, 예를 들어, 일반 인쇄회로기판(PCB: Printed Circuit Board), 메탈 코아(metal Core) PCB, 연성(flexible) PCB, 세라믹 PCB 등을 포함할 수 있다.

[0215] 또한, 기판(532)은 빛을 효율적으로 반사하는 재질로 형성되거나, 표면이 빛이 효율적으로 반사되는 컬러, 예를 들어 백색, 은색 등으로 형성될 수 있다.

[0216] 기판(532) 상에는 적어도 하나의 발광 소자 패키지(400:400A, 400B)가 탑재될 수 있다. 발광 소자 패키지(400:400A, 400B) 각각은 적어도 하나의 자외선 발광 소자(100A ~ 100R, 300)를 포함할 수 있다.

[0217] 발광 모듈부(530)는 색감 및 휘도를 얻기 위해 다양한 발광 소자 패키지(400:400A, 400B)의 조합을 가지도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 고 연색성(CRI)을 확보하기 위해 백색 발광 다이오드, 적색 발광 다이오드 및 녹색 발광 다이오드를 조합하여 배치할 수 있다.

[0218] 연결 단자(520)는 발광 모듈부(530)와 전기적으로 연결되어 전원을 공급할 수 있다. 실시예에서 연결 단자(520)는 소켓 방식으로 외부 전원에 돌려 끼워져 결합되지만, 이에 대해 한정하지는 않는다. 예를 들어, 연결 단자(520)는 핀(pin) 형태로 형성되어 외부 전원에 삽입되거나, 배선에 의해 외부 전원에 연결될 수도 있다.

[0219] **<백라이트 유닛>**

[0220] 도 36은 실시예에 따른 백라이트 유닛(600)의 분해 사시도이다. 다만, 도 36의 백라이트 유닛(600)은 조명 시스템의 한 예이며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0221] 실시예에 따른 백라이트 유닛(600)은 도광판(610)과, 도광판(610) 아래의 반사 부재(620)와, 바텀 커버(630)와, 도광판(610)에 빛을 제공하는 발광 모듈부(640)를 포함한다. 바텀 커버(630)는 도광판(610), 반사 부재(620) 및 발광모듈부(640)를 수납한다.

[0222] 도광판(610)은 빛을 확산시켜 면 광원화시키는 역할을 한다. 도광판(610)은 투명한 재질로 이루어지며, 예를 들어, PMMA(polymethyl methacrylate)와 같은 아크릴 수지 계열, PET(polyethylene terephthlate), PC(poly carbonate), COC(cycloolefin copolymer) 및 PEN(polyethylene naphthalate) 수지 중 하나를 포함할 수 있다.

[0223] 발광 모듈부(640)는 도광판(610)의 적어도 일 측면에 빛을 제공하며, 궁극적으로는 백라이트 유닛이 설치되는 디스플레이 장치의 광원으로써 작용하게 된다.

[0224] 발광 모듈부(640)는 도광판(610)과 접할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 구체적으로, 발광 모듈부(640)는 기판(642)과, 기판(642)에 탑재된 다수의 발광 소자 패키지(400: 400A, 400B)를 포함한다. 기판(642)은 도광판(610)과 접할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0225] 기판(642)은 회로 패턴(미도시)을 포함하는 PCB일 수 있다. 다만, 기판(642)은 일반 PCB 뿐 아니라, 메탈 코어 PCB(MCPCB, Metal Core PCB), 연성(flexible) PCB 등을 포함할 수도 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0226] 그리고, 다수의 발광 소자 패키지(400:400A, 400B)는 기판(642) 상에 빛이 방출되는 발광면이 도광판(610)과 소정 거리 이격되도록 탑재될 수 있다.

[0227] 도광판(610) 아래에는 반사 부재(620)가 형성될 수 있다. 반사 부재(620)는 도광판(610)의 하면으로 입사된 빛을 반사시켜 위로 향하게 함으로써, 백라이트 유닛의 휘도를 향상시킬 수 있다. 반사 부재(620)는 예를 들어, PET, PC, PVC 레진 등으로 형성될 수 있으나, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0228] 바텀 커버(630)는 도광판(610), 발광 모듈부(640) 및 반사 부재(620) 등을 수납할 수 있다. 이를 위해, 바텀 커버(630)는 상면이 개구된 박스(box) 형상으로 형성될 수 있으나, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0229] 바텀 커버(630)는 금속 또는 수지로 형성될 수 있으며, 프레스 성형 또는 압출 성형 등의 공정을 이용하여 제조될 수 있다.

[0230] 이상에서 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성요소는 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

[0231] 100A ~ 100R, 300: 자외선 발광 소자

110: 서브 마운트

120: 보호층

132, 134, 136: 전극 패드

142, 144, 146: 범프

152, 154, 156: 전극층

160: 발광 구조물

170: 버퍼층

180: 기판

183, 185, 187: 경사면

400, 400A, 400B: 발광 소자 패키지

410: 헤더

422, 424: 리드선

430: 접착부

432, 434, 480: 와이어

440: 측벽부

450, 490: 몰딩 부재

460: 패키지 몸체부

472, 474: 리드 프레임

500: 조명 유닛

510: 케이스 몸체

520: 연결 단자

530, 640: 발광 모듈부

600: 백 라이트 유닛

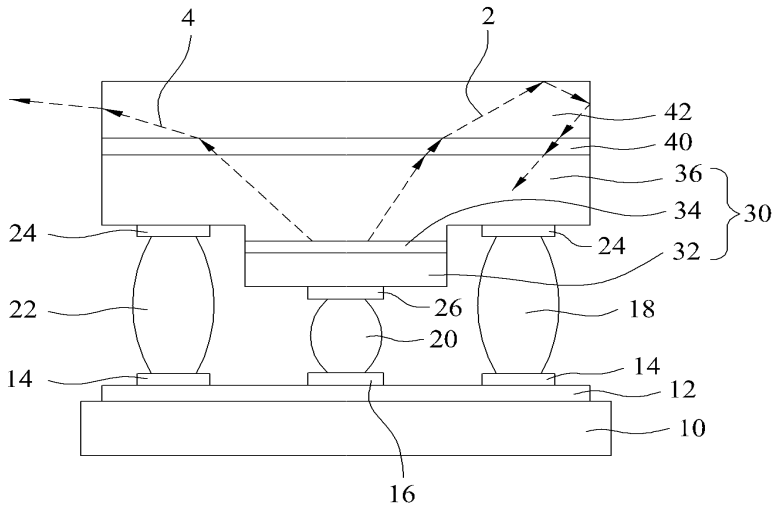
610: 도광판

620: 반사 부재

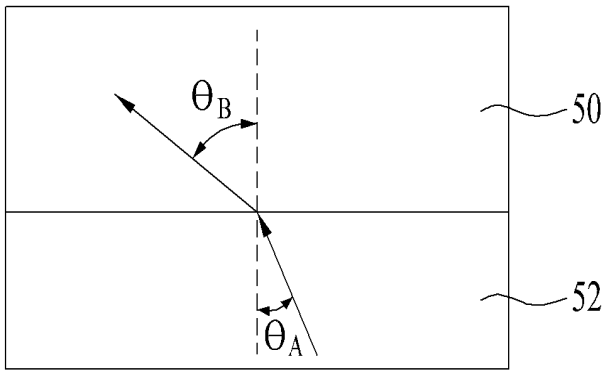
630: 바텀 커버

도면

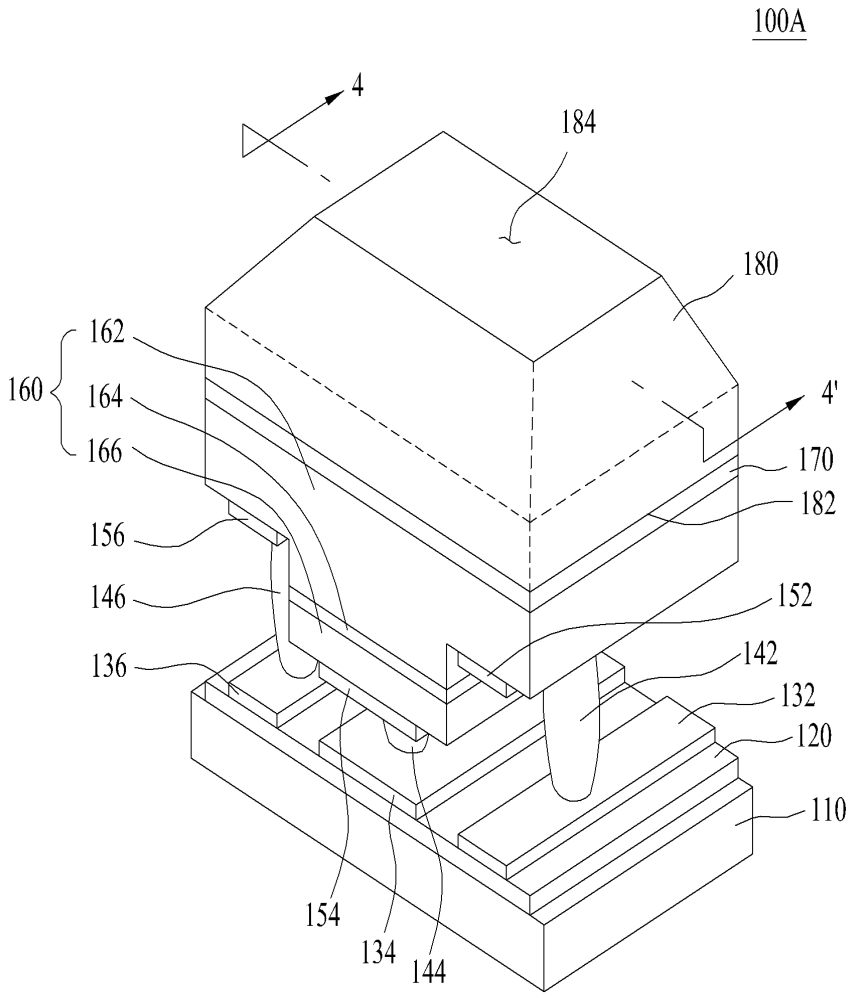
도면1



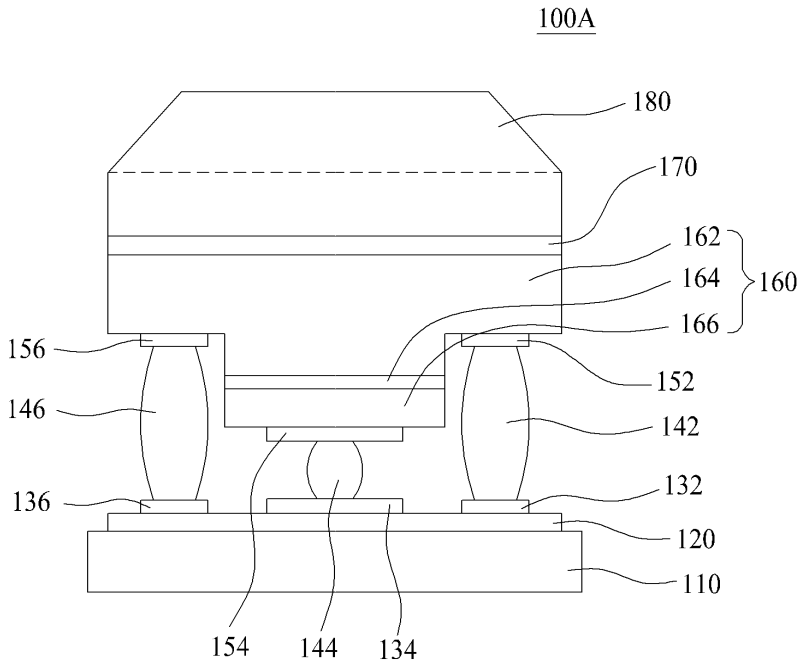
도면2



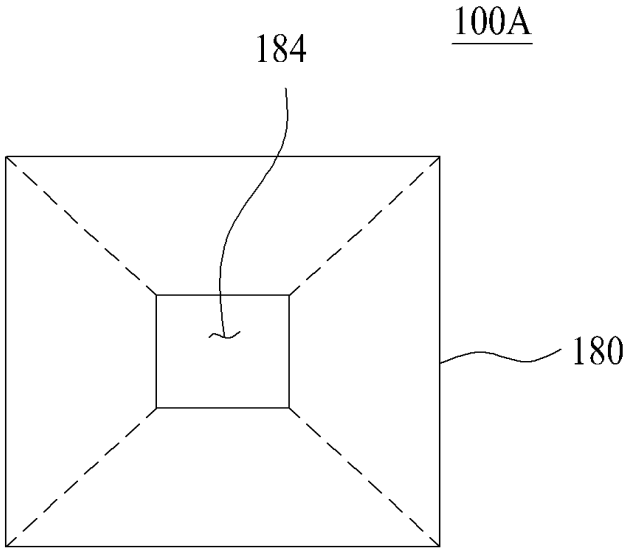
도면3


100A
4
184
180
162
160
164
166
4'
170
182
156
146
152
136
142
132
120
110
154
134
144

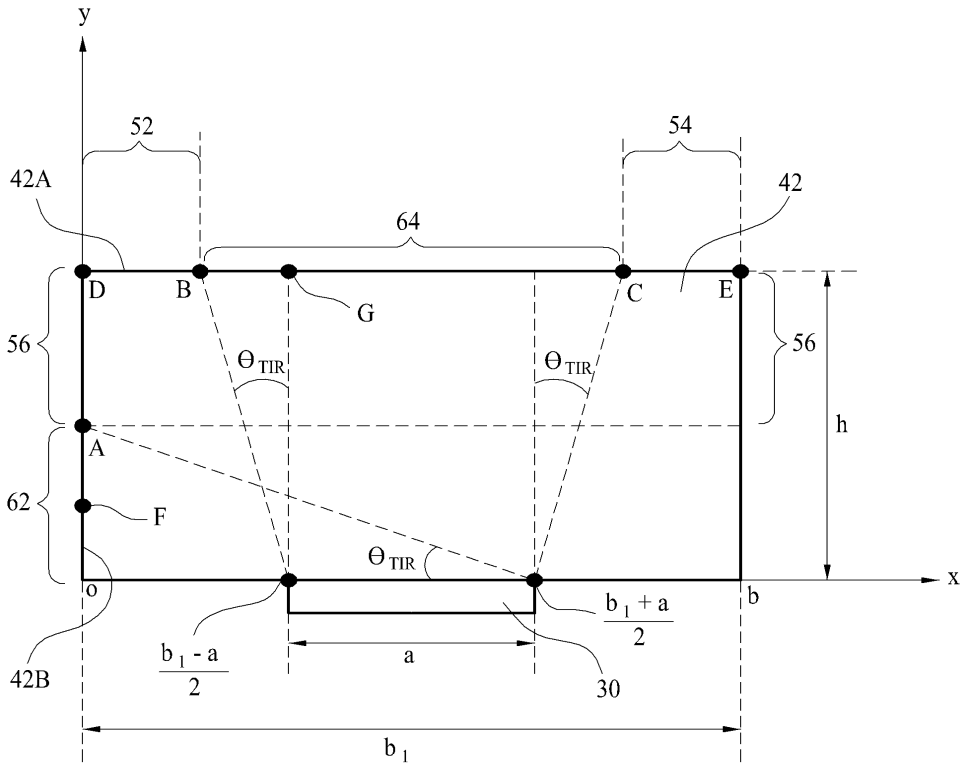
도면4


100A
180
170
162
164
160
166
156
152
146
142
136
132
120
110
154
144
134

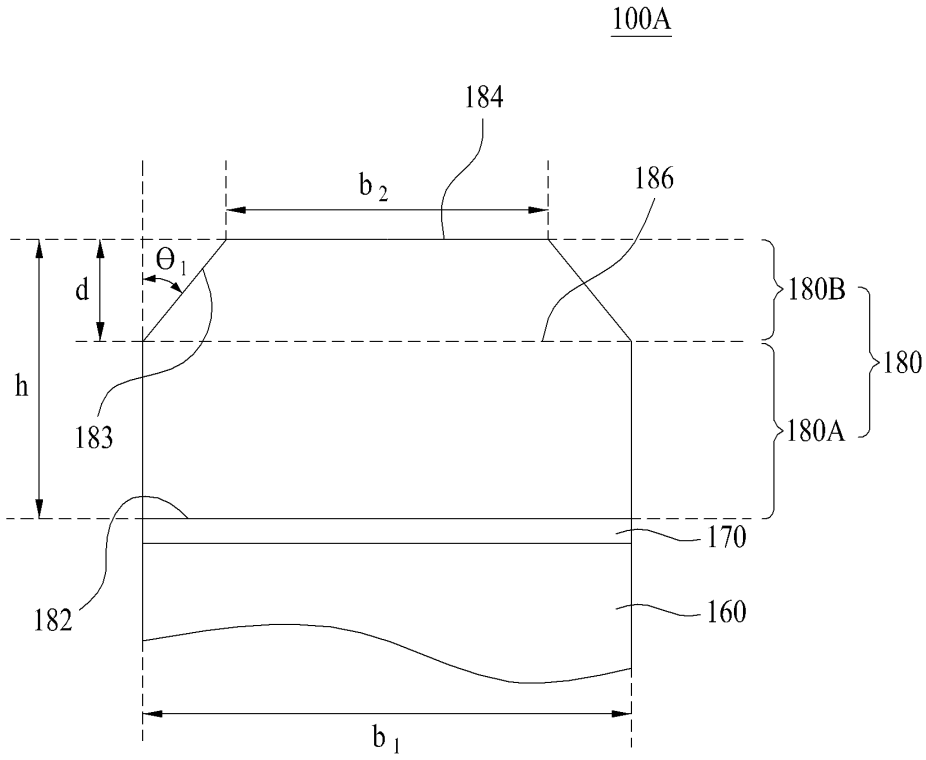
도면5


100A
184
180

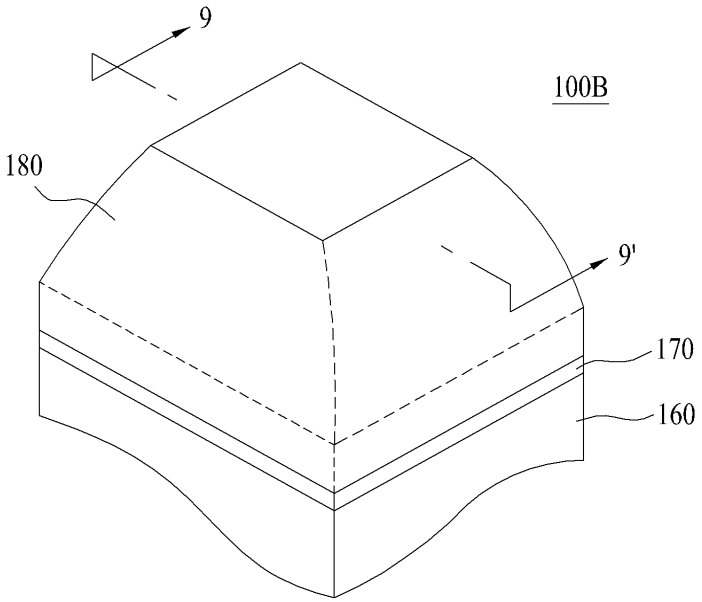
도면6


y
52
54
42A
42
64
D
B
G
C
E
56
56
Θ_{TIR}
Θ_{TIR}
h
A
62
F
Θ_{TIR}
x
o
b
$\frac{b_1 + a}{2}$
42B
$\frac{b_1 - a}{2}$
a
30
b_1

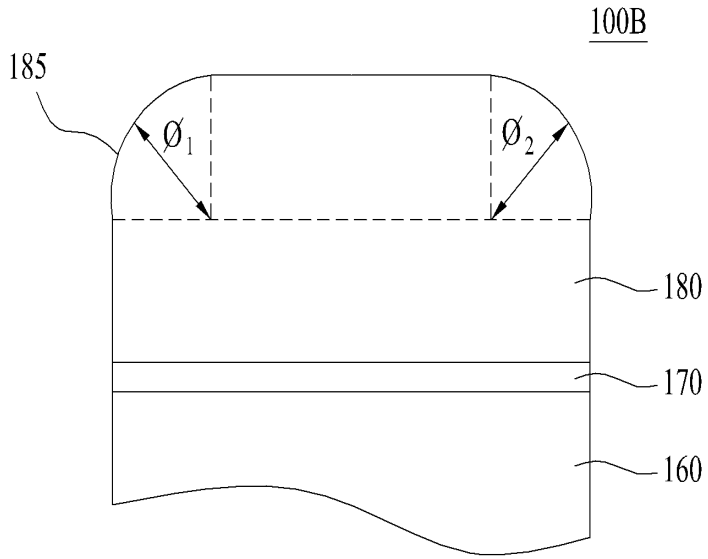
도면7


100A
184
b_2
186
Θ_1
d
180B
180
h
183
180A
170
182
160
b_1

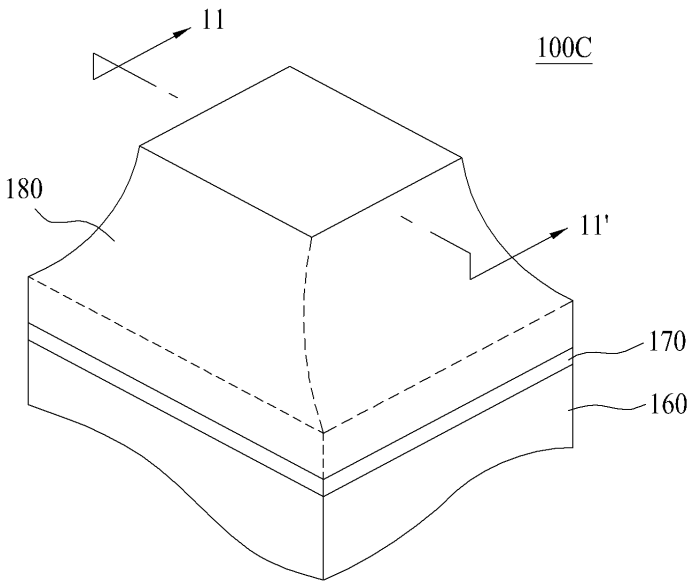
도면8



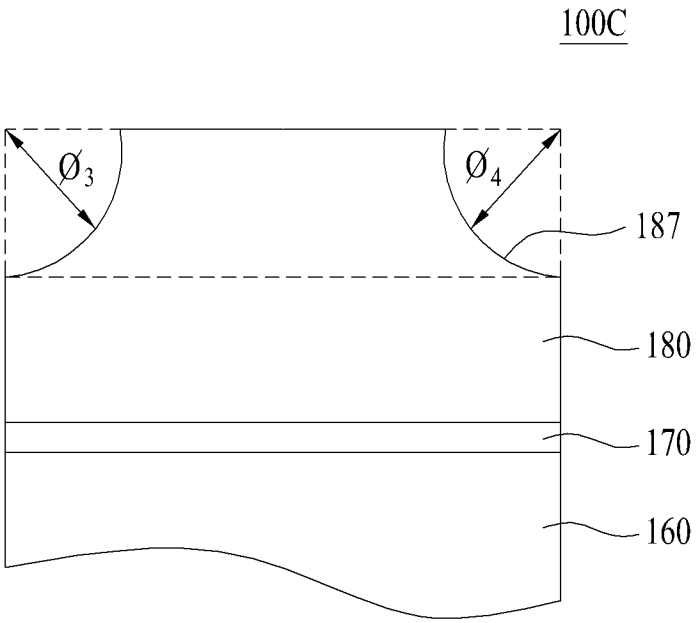
도면9



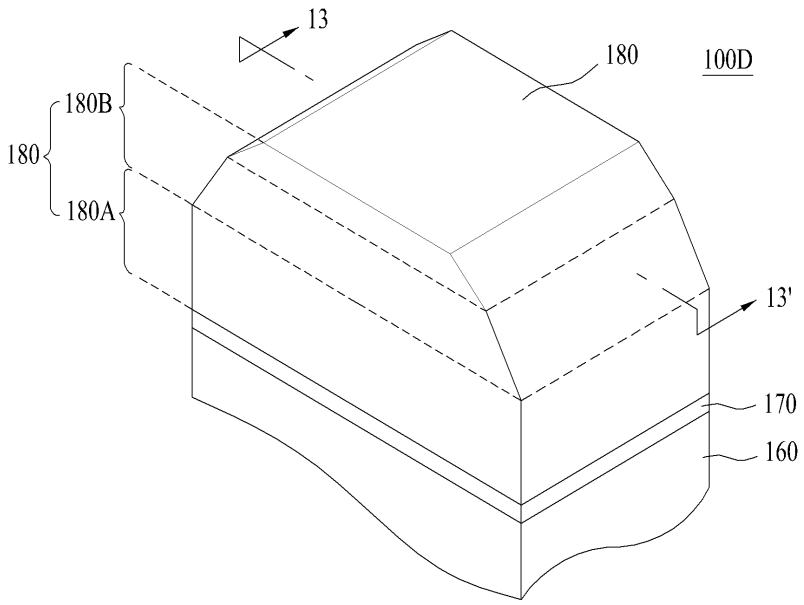
도면10



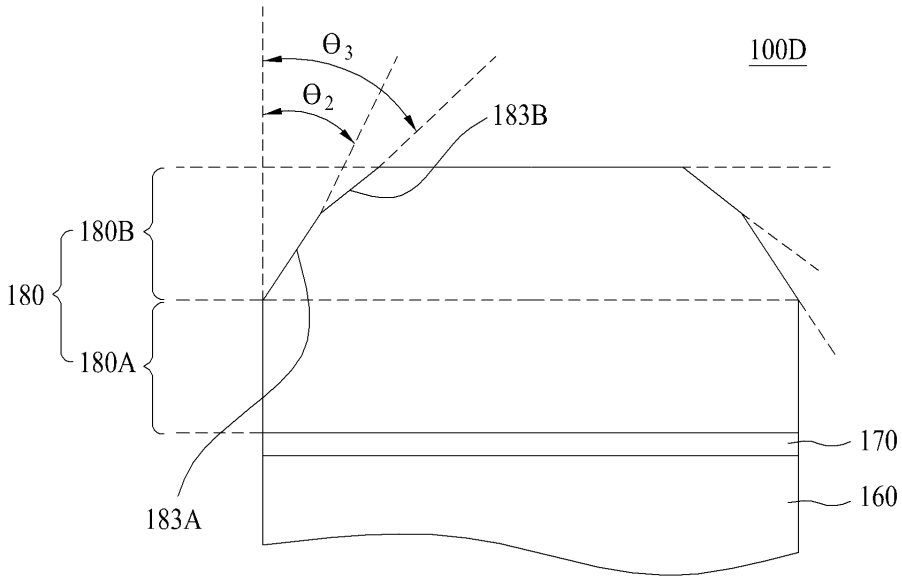
도면11



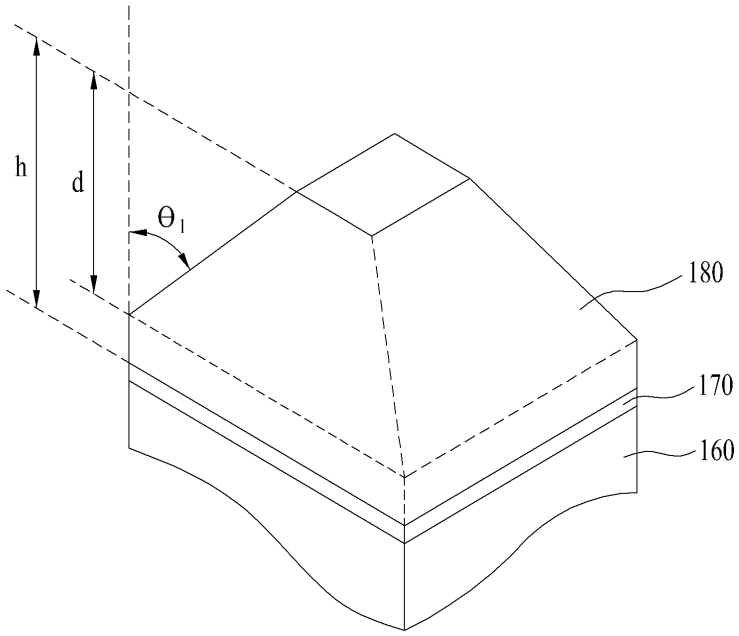
도면12


13
180
100D
180B
180
180A
13'
170
160

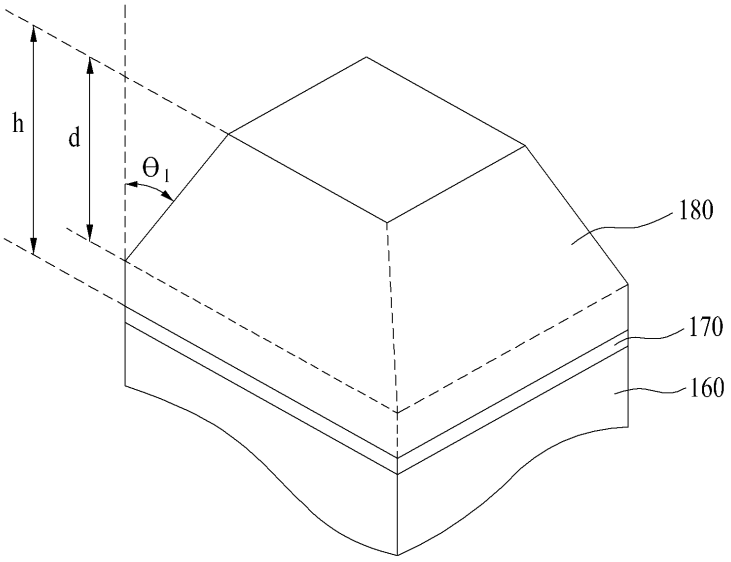
도면13


θ3
θ2
100D
183B
180B
180
180A
170
160
183A

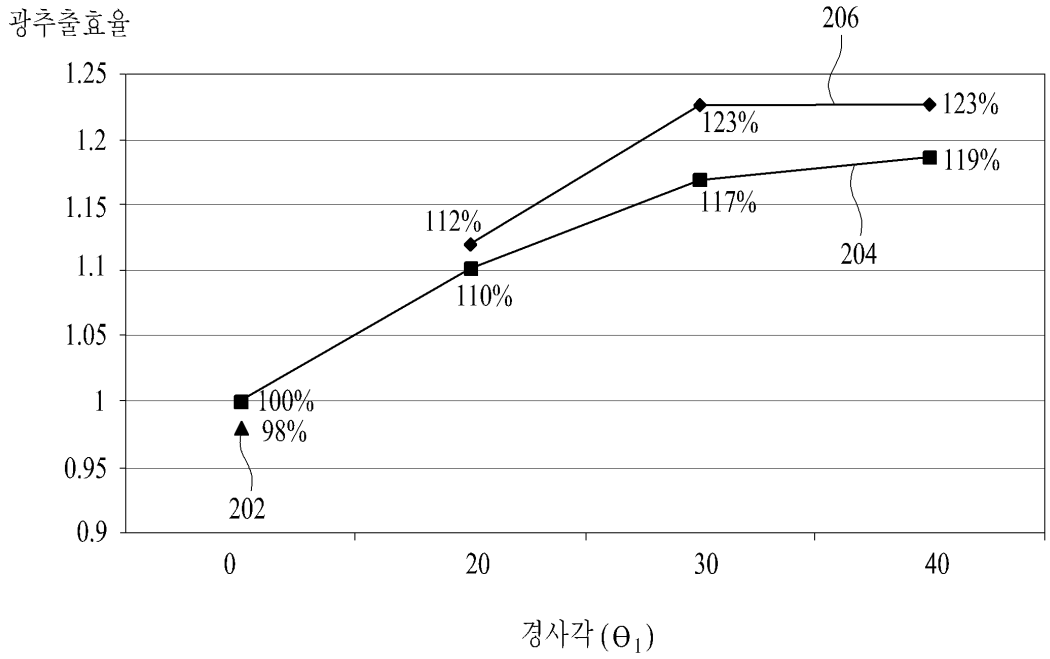
도면14a



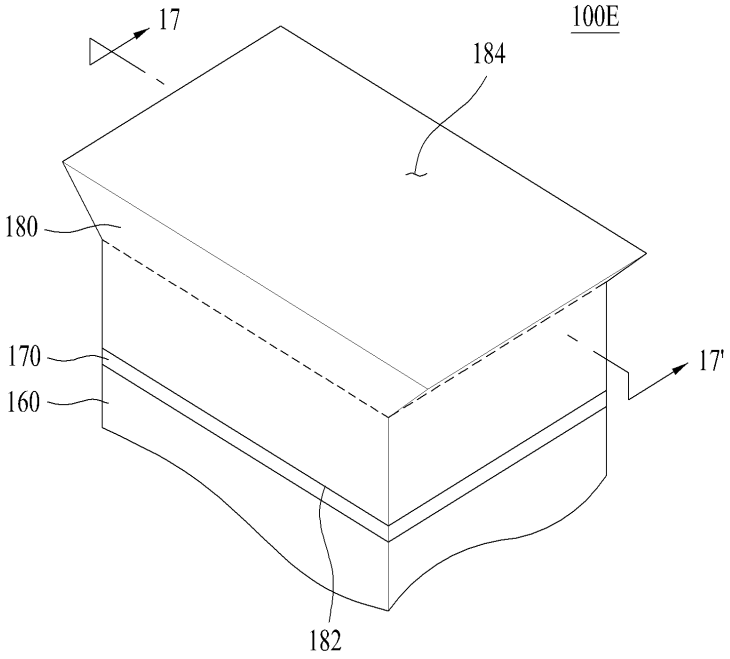
도면14b



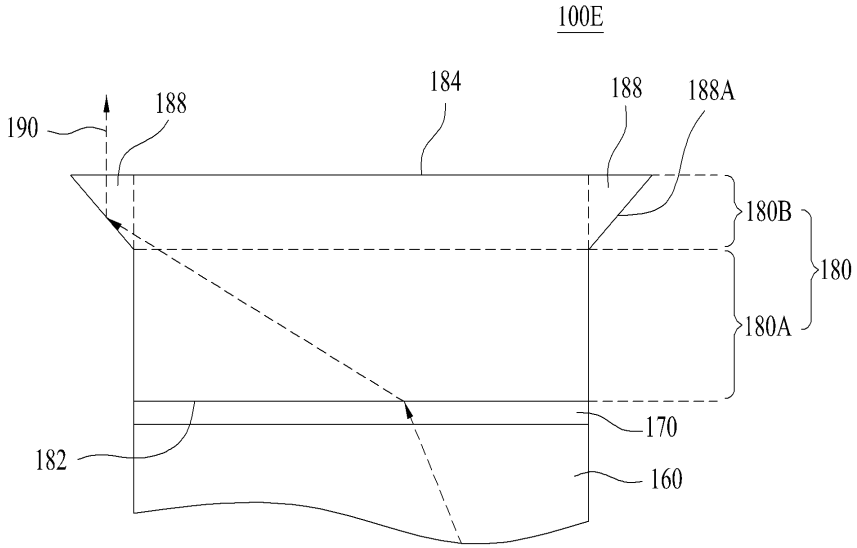
도면15


광추출효율
1.25
1.2
1.15
1.1
1.05
1
0.95
0.9
0
20
30
40
206
123%
123%
119%
117%
112%
110%
100%
98%
204
202
경사각 (Θ1)

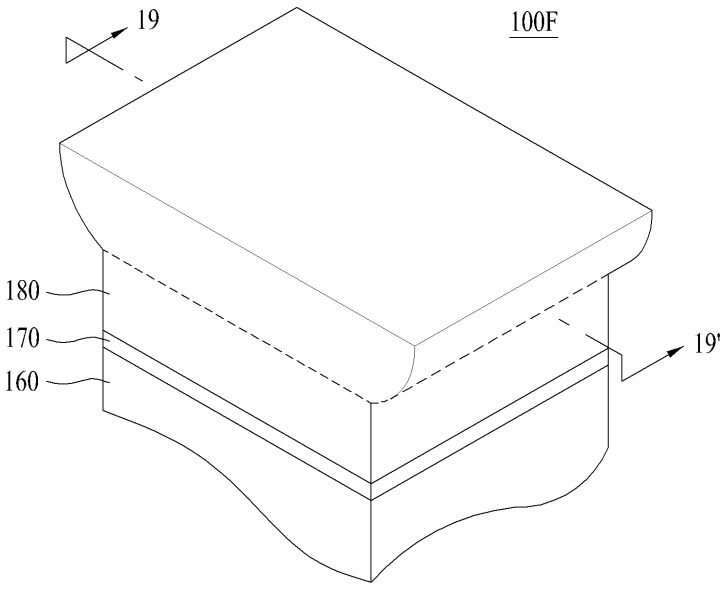
도면16


17
100E
184
180
170
160
17'
182

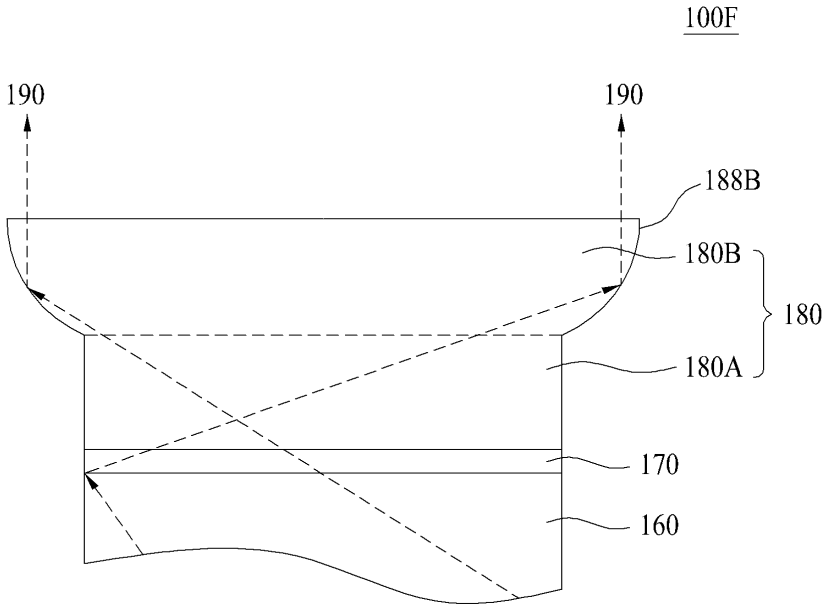
도면17


100E
190
188
184
188
188A
180B
180
180A
182
170
160

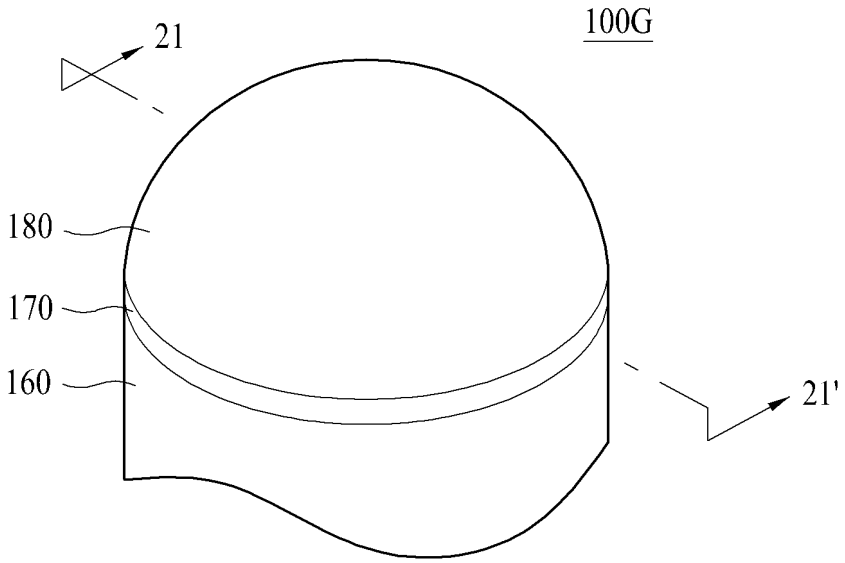
도면18


19
100F
180
170
160
19'

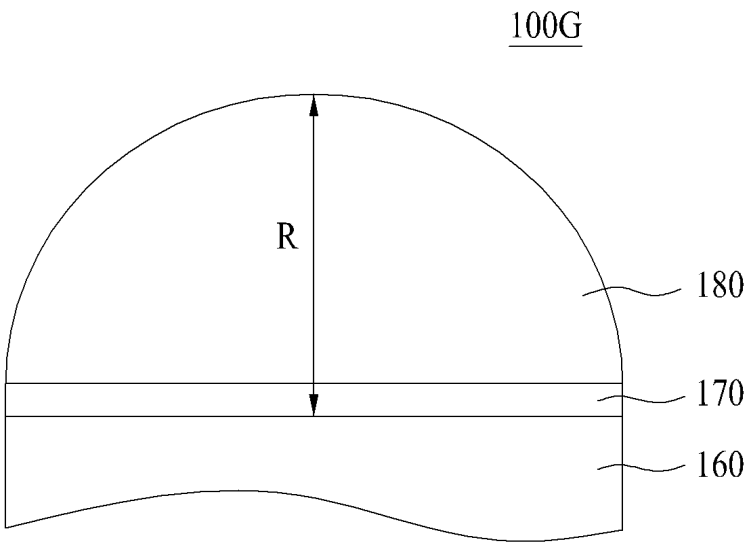
도면19



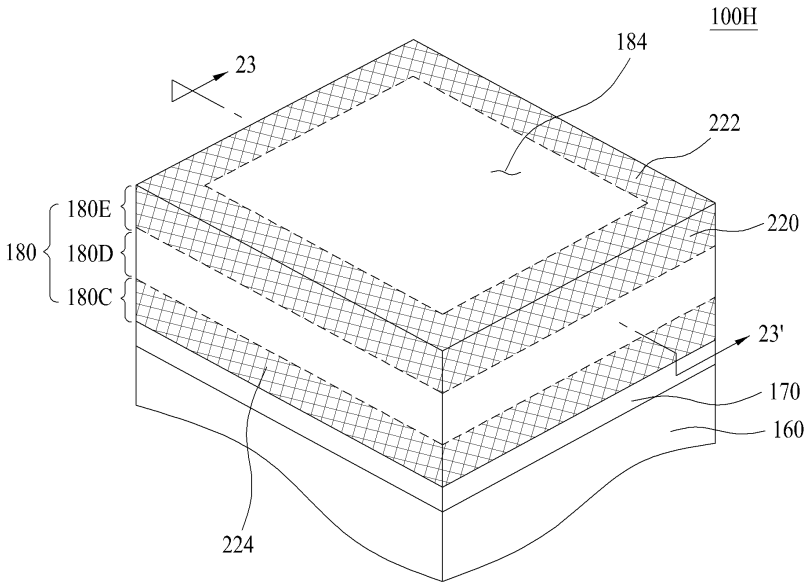
도면20



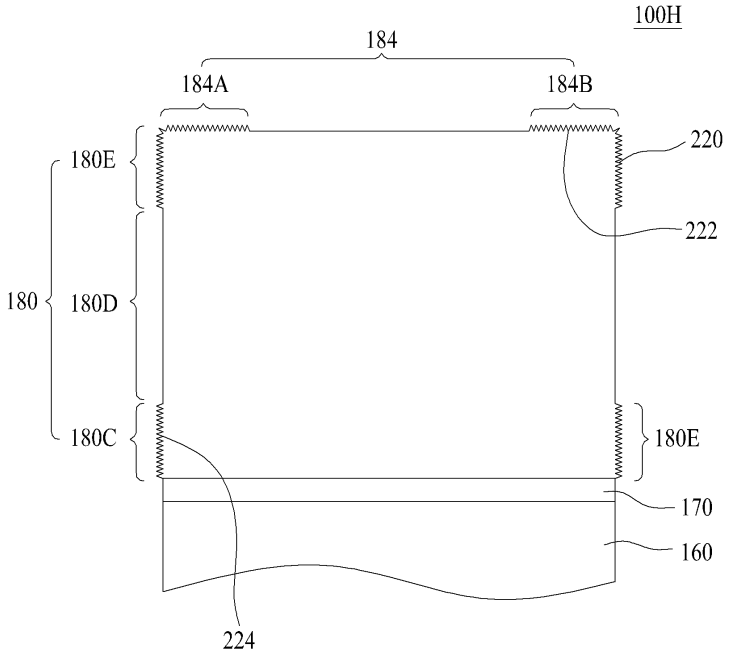
도면21


100G
R
180
170
160

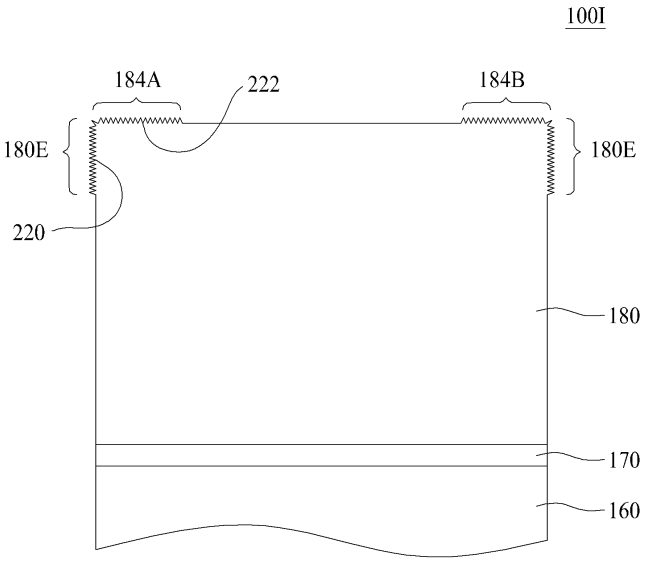
도면22


100H
184
23
222
180E
180
180D
180C
220
23'
170
160
224

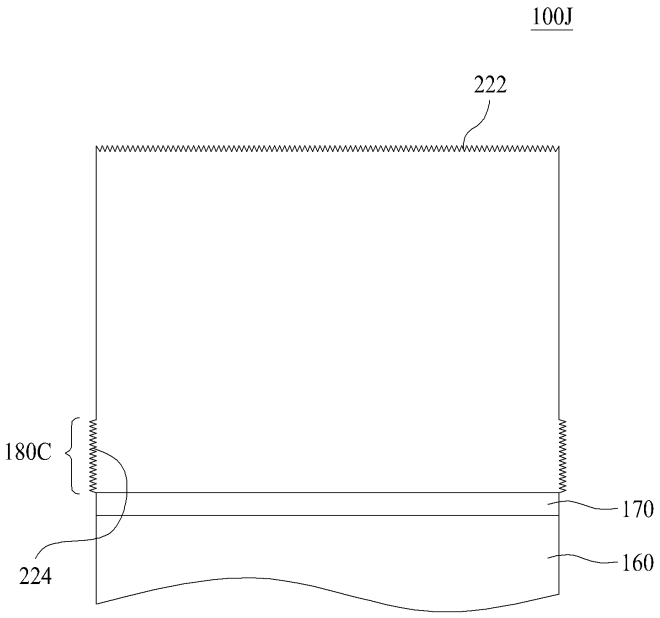
도면23


100H
184
184A
184B
220
180E
222
180
180D
180C
180E
170
160
224

도면24a

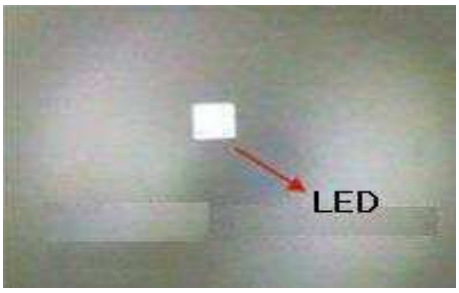

100I
184A
222
184B
180E
180E
220
180
170
160

도면24b



도면25a

도면25b



도면26a

도면26b

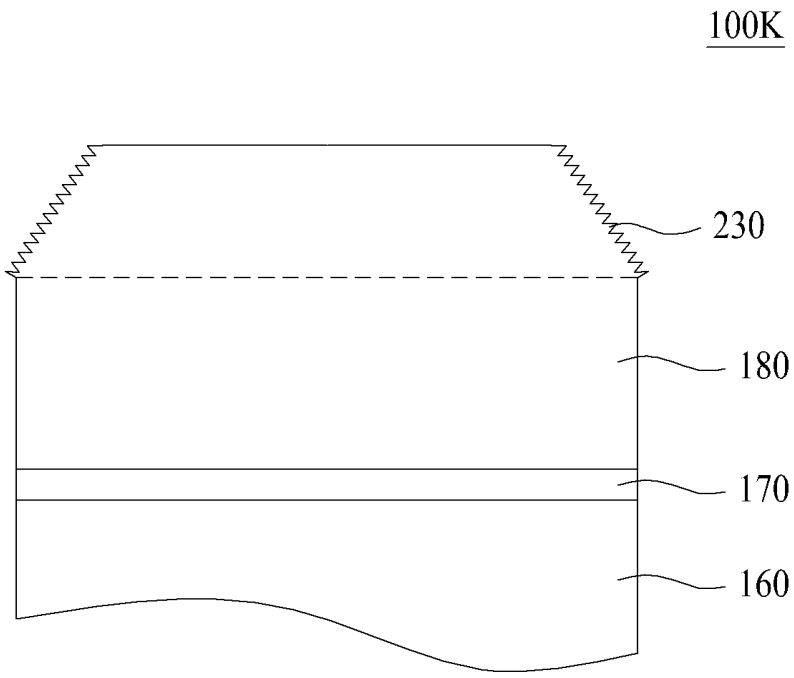
도면27a

도면27b

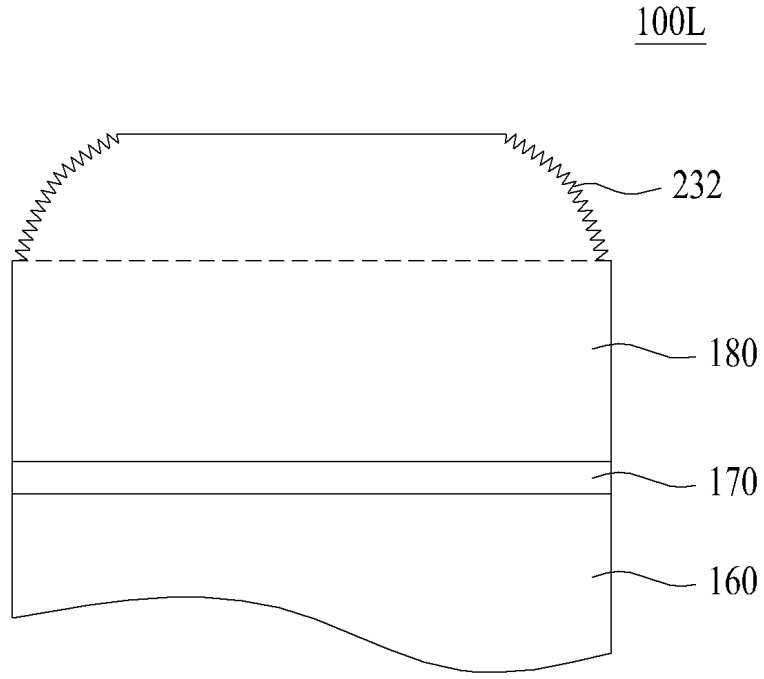
도면28a

도면28b

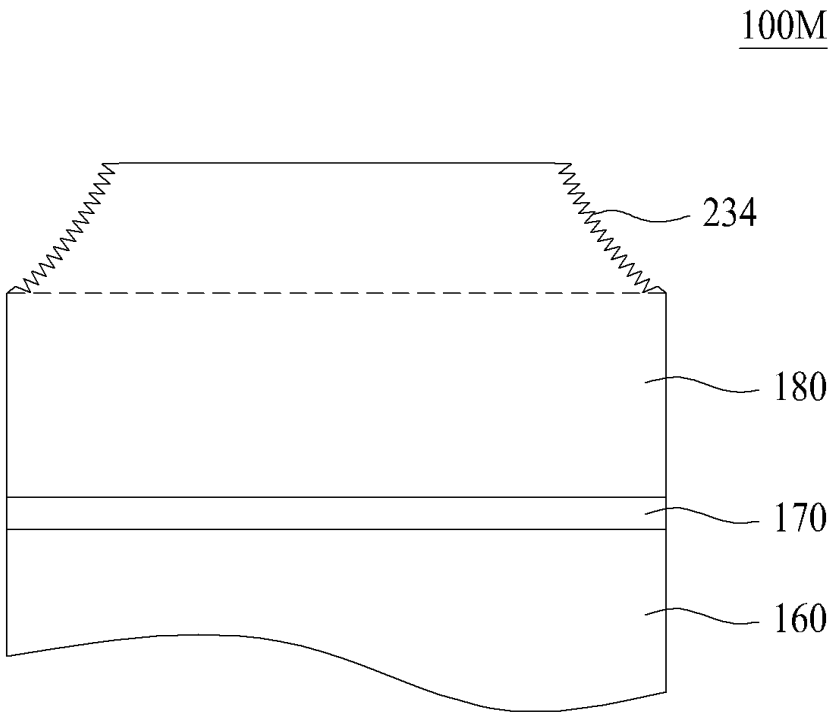
도면29a



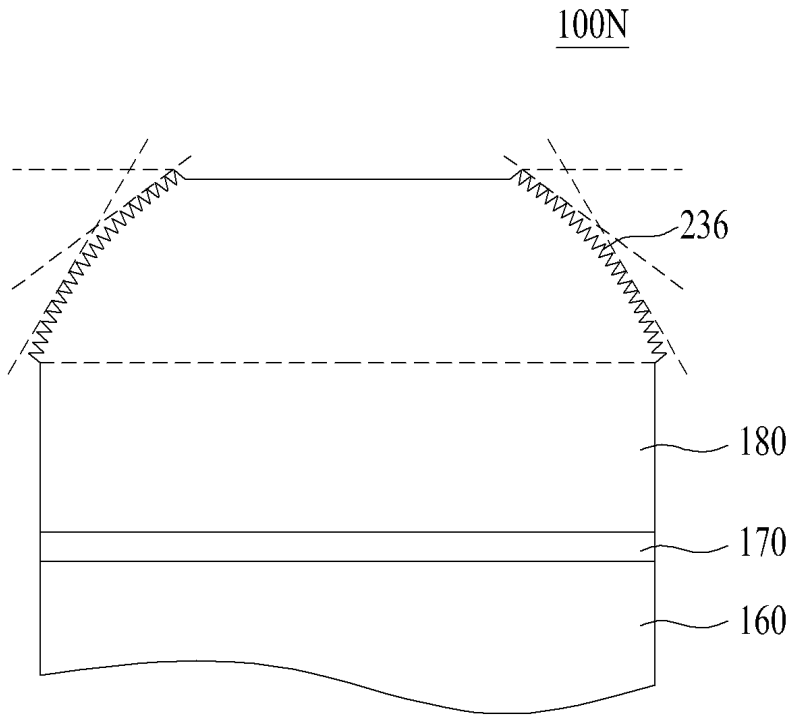
도면29b



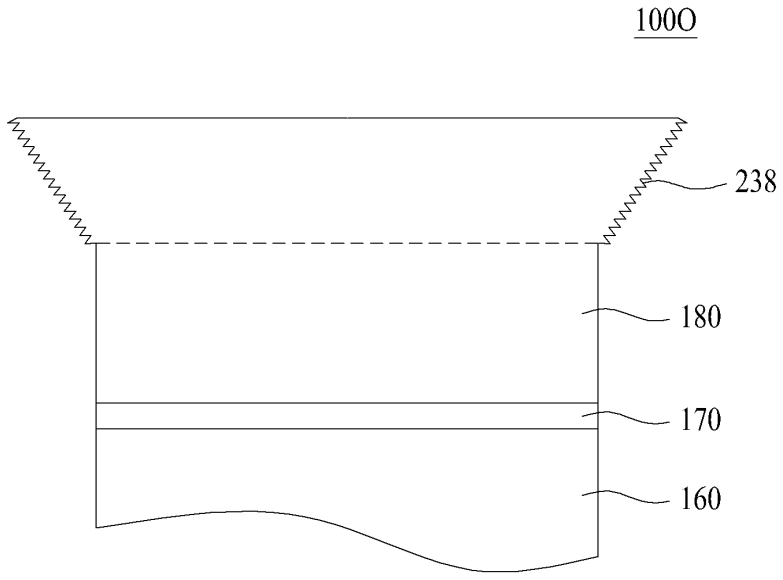
도면29c



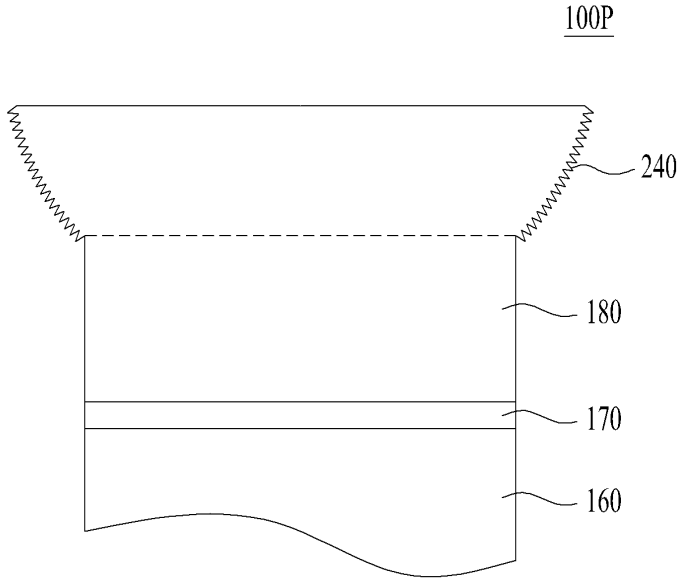
도면29d



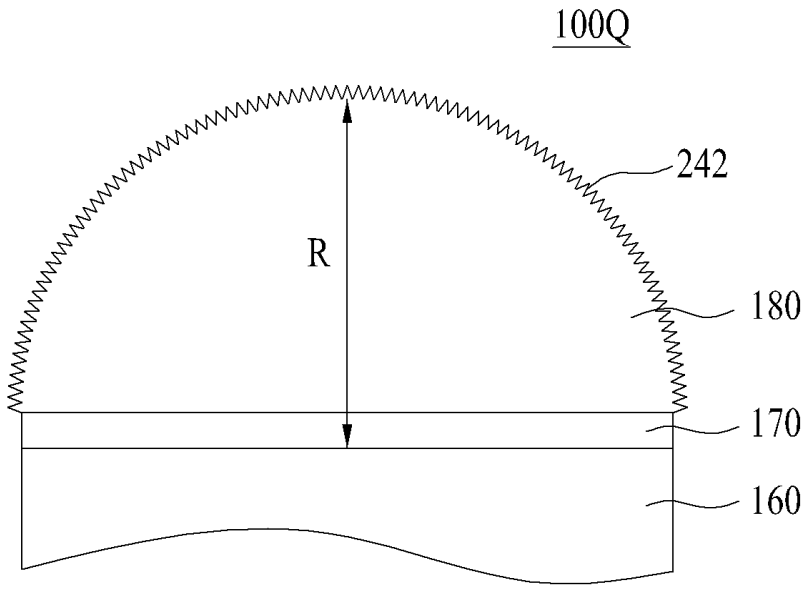
도면29e



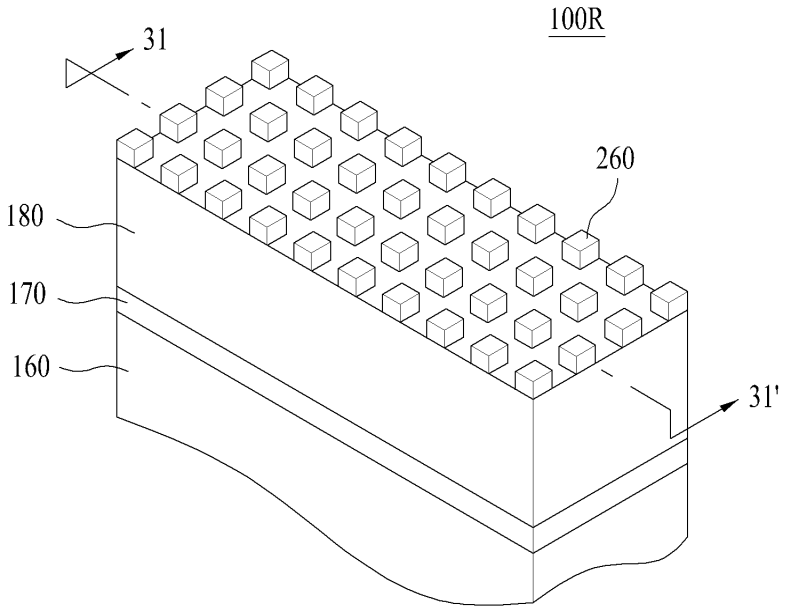
도면29f



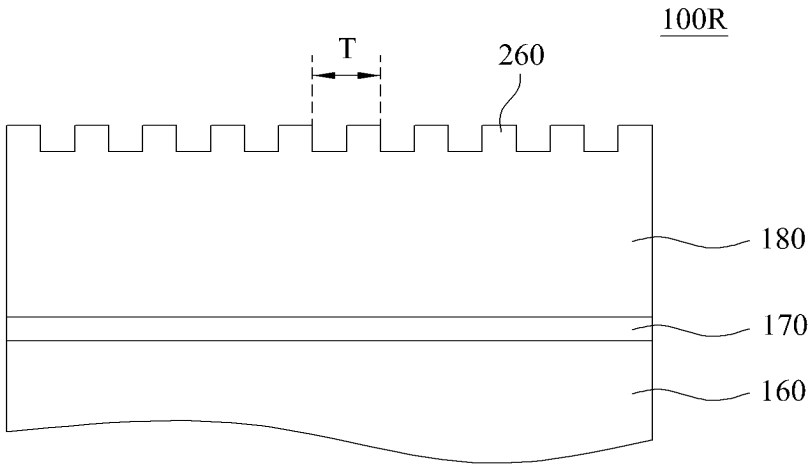
도면29g



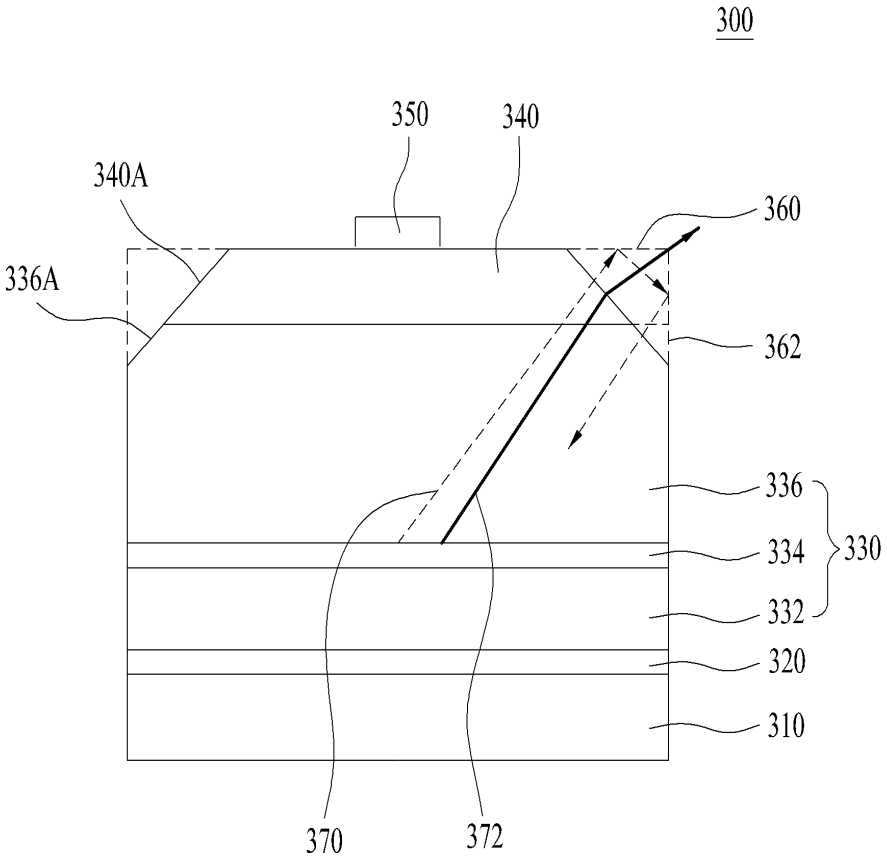
도면30



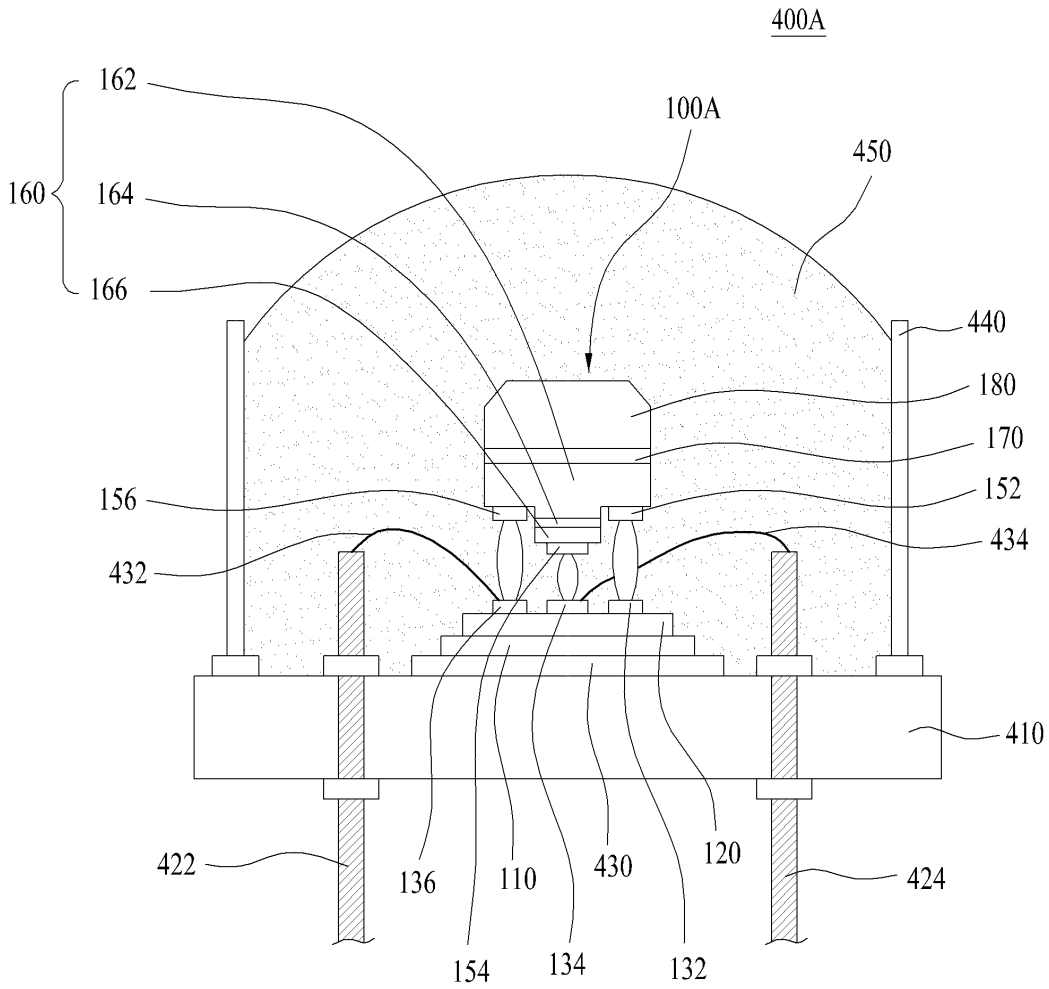
도면31



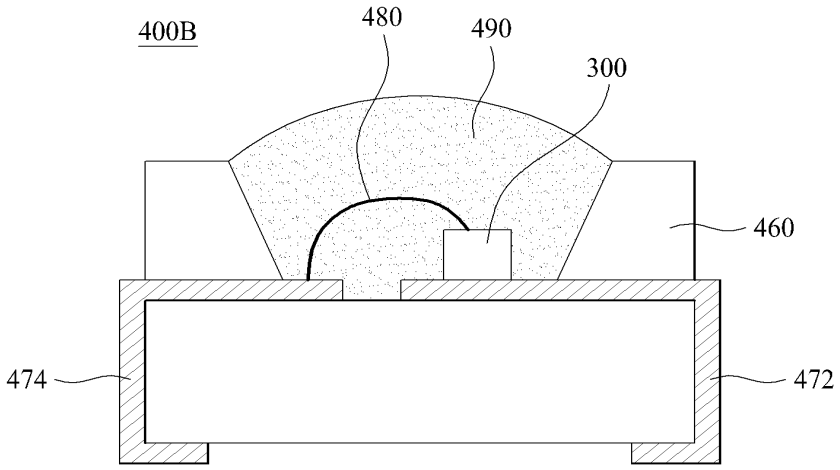
도면32



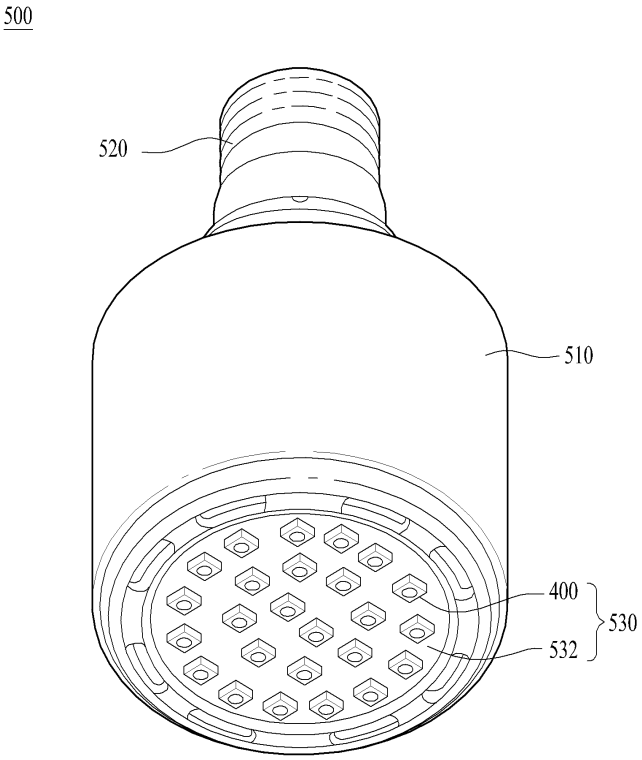
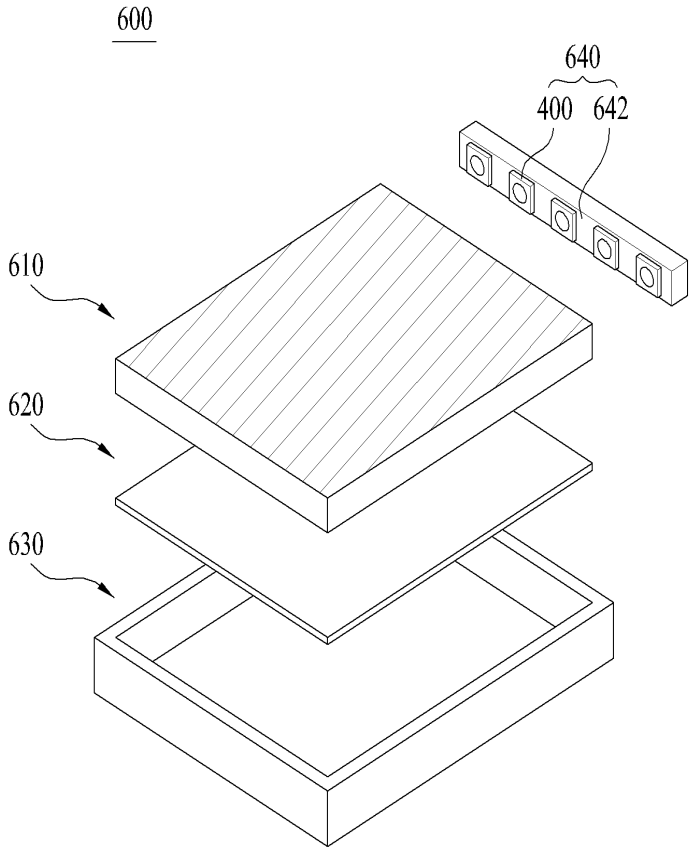
도면33


400A
162
160
164
166
100A
450
440
180
170
152
434
156
432
410
422
136
110
430
120
424
154
134
132

도면34


400B
480
490
300
460
474
472

도면35



도면36