(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0129449
(43) 공개일자 2012년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/46 (2010.01)
(21) 출원번호 10-2011-0047706
(22) 출원일자 2011년05월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(72) 발명자
송현돈
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(74) 대리인
서교준

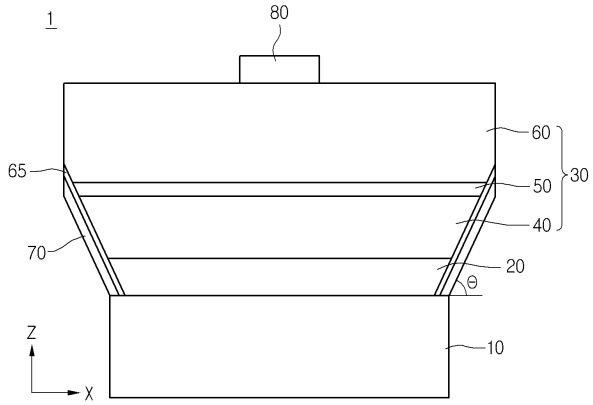
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **자외선 발광 소자**

(57) 요 약

실시예에 따르면, 자외선 발광 소자는, 제1 도전형 반도체층와, 제1 도전형 반도체층 상에 자외선을 생성하는 활성층과, 활성층 상에 제2 도전형 반도체층과, 활성층의 자외선을 반사시키기 위해 적어도 상기 활성층의 측면에 형성된 반사층을 포함한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1 도전형 반도체층;

상기 제1 도전형 반도체층 상에 자외선을 방출하는 활성층;

상기 활성층 상에 제2 도전형 반도체층; 및

상기 활성층에서 방출된 자외선을 반사시키기 위해 적어도 상기 활성층의 측면에 형성된 반사층을 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 반사층은 TM 편광 자외선을 반사시키는 자외선 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 반사층은 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층 및 상기 제2 도전형 반도체층의 측면들에 형성되는 자외선 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 활성층은 적어도 Al을 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 및 제2 도전형 반도체층은 적어도 Al을 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 반사층은 Ag, Ni, Al, Rh, Pd, Ir, Ru, Mg, Zn, Pt, Au 및 Hf로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나 또는 둘 이상의 합금을 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 반사층으로 Ag이 사용될 때, 상기 반사층은 적어도 200nm 이상의 두께를 갖는 자외선 발광 소자.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 반사층으로 Al이 사용될 때, 상기 반사층은 50nm 내지 500nm의 범위의 두께를 갖는 자외선 발광 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 도전형 반도체층 아래에 오믹 컨택층;

상기 오믹 컨택층, 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층 및 상기 제2 도전형 반도체층과 상기 반사층 사이에

절연층;

상기 오믹 컨택층 아래에 제1 전극; 및

상기 제2 도전형 반도체층 상에 제2 전극

을 더 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 10

제9항에 있어서,

제1 전극은 도전성을 갖는 지지 부재를 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 전극은 상기 오믹 컨택층, 상기 절연층 및 상기 반사층에 접촉하여 형성되는 자외선 발광 소자.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 반사층의 상측단은 상기 활성층에 인접하는 상기 제2 도전형 반도체층의 측면의 일부 영역까지 형성되는 자외선 발광 소자.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 반사층은 상기 제1 전극에 대해 10° 내지 70° 의 범위의 각도(Θ)로 경사진 자외선 발광 소자.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 절연층은 산화 실리콘 및 산화 질화물 중 어느 하나를 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 15

제1 전극;

상기 제1 전극 상에 오믹 컨택층;

상기 오믹 컨택층에 배치되고, 제1 도전형 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 반도체층을 포함하는 발광 구조물;

상기 발광 구조물 상에 배치되는 제2 전극을 포함하고,

상기 발광 구조물은 측면에 상기 제1 전극에 대하여 10° 내지 70° 의 범위의 각도(Θ)를 갖는 경사부를 포함하고,

상기 활성층은 알루미늄(Al)을 포함하고 280nm ~ 360nm의 파장을 갖는 광을 방출하는 자외선 발광 소자.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 경사부를 따라 배치된 반사층을 더 포함하는 자외선 발광 소자.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 발광 구조물과 상기 반사층 사이에 절연층을 더 포함하는 자외선 발광 소자.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 실시예는 자외선 발광 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 발광 다이오드(LED)는 전기 에너지를 빛으로 변환하는 반도체 소자의 일종이다. 발광 다이오드는 형광등, 백열등 등 기존의 광원에 비해 저소비전력, 반영구적인 수명, 빠른 응답속도, 안전성, 환경친화성의 장점을 가진다. 이에 기존의 광원을 발광 다이오드로 대체하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며, 발광 다이오드는 실내외에서 사용되는 각종 램프, 액정표시장치, 전광판, 가로등 등의 조명 장치의 광원으로서 사용이 증가되고 있는 추세이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 실시예는 새로운 구조를 갖는 자외선 발광 구조를 제공한다.

[0004] 실시예는 광 추출 효율을 향상시킨 자외선 발광 구조를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 실시예에 따르면, 자외선 발광 소자는, 제1 도전형 반도체층; 상기 제1 도전형 반도체층 상에 자외선을 생성하는 활성층; 상기 활성층 상에 제2 도전형 반도체층; 및 상기 활성층의 자외선을 반사시키기 위해 적어도 상기 활성층의 측면에 형성된 반사층을 포함한다.

[0006] 실시예에 따르면, 자외선 발광 소자는, 전극; 상기 전극 상에 적어도 활성층을 포함하는 발광 구조물; 및 상기 활성층의 자외선을 반사시키기 위해 적어도 상기 활성층의 측면에 형성된 반사층을 포함한다.

발명의 효과

[0007] 실시예에 따르면, 적어도 활성층의 측면에 반사층을 형성하여 자외선의 대부분을 차지하고 측방향으로 진행되는 TM 편광을 전방으로 반사시켜, 광 추출 효율을 현저히 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 실시예에 따른 자외선 발광 소자를 도시한 단면도이다.

도 2는 파장에 따른 TE 편광 및 TM 편광을 도시한 그래프이다.

도 3은 TE 편광과 TM 편광의 진행 방향을 도시한 도면이다.

도 4 내지 도 7은 실시예에 따른 자외선 발광 소자의 제조 공정을 도시한 도면이다.

도 8은 실시예에 따른 발광 소자를 포함하는 발광 소자 패키지의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 발명에 따른 실시 예의 설명에 있어서, 각 구성 요소의 " 상(위) 또는 하(아래)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)는 두개의 구성 요소들이 서로 직접 접촉되거나 하나 이상의 또 다른 구성 요소가 두 개의 구성 요소들 사이에 배치되어 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 "상(위) 또는 하(아래)"으로 표현되는 경우 하나의 구성 요소를 기준으로 위쪽 방향 뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.

[0010] 도 1은 실시예에 따른 자외선 발광 소자를 도시한 단면도이다.

[0011] 도 1을 참고하면, 실시예에 따른 발광 소자(1)는 제1 및 제2 전극(10, 80), 오믹 컨택층(20), 발광 구조물(30), 절연층(65) 및 반사층(70)을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 제1 전극(10)은 그 위에 형성되는 복수의 층들을 지지할 뿐만 아니라 전극으로서의 기능을 가질 수 있다.

다시 말해, 상기 제1 전극(10)은 전도성을 갖는 지지부재를 포함할 수 있다. 상기 제1 전극(10)은 상기 제2 전극(80)과 함께 상기 발광 구조물(30)에 전원을 공급할 수 있다.

[0013] 실시예에 따른 자외선은 280nm 내지 360nm 범위의 파장을 가질 수 있다.

[0014] 상기 제1 전극(10)은 예를 들어, 티탄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 금(Au), 텅스텐(W), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 구리-텅스텐(Cu-W), 캐리어 웨이퍼(예: Si, Ge, GaAs, ZnO, SiC, SiGe등) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 제1 전극(10)은 상기 발광 구조물(30) 아래에 도금 또는/및 증착되거나, 시트(sheet) 형태로 부착될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0016] 상기 제2 전극(10)은 상기 오믹 컨택층(20), 상기 절연층(65) 및 상기 반사층(70)에 접하여 형성될 수 있다.

[0017] 상기 제1 전극(10) 상에는 발광 구조물(30)이 형성될 수 있다.

[0018] 도시되지 않았지만, 상기 발광 구조물(30)의 측면은 복수개의 칩을 개별 칩 단위로 구분하는 아이솔레이션(isolation) 에칭에 의해 수직하거나 경사지게 형성될 수 있다.

[0019] 상기 발광 구조물(30)은 복수의 3족 내지 5족 원소의 화합물 반도체 재료들을 포함할 수 있다.

[0020] 상기 발광 구조물(30)은 제1 도전형 반도체층(40), 상기 제1 도전형 반도체층(40) 상에 활성층(50) 그리고 상기 활성층(50) 상에 제2 도전형 반도체층(60)을 포함할 수 있다.

[0021] 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 상기 오믹 컨택층(20) 상에 형성될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 p형 도펀트를 포함하는 p형 반도체층일 수 있다. 상기 p형 반도체층은 3족 내지 5족 원소의 화합물 반도체 재료 예컨대, GaN, AlN, AlGaN, InGaN, InN, InAlGaN, AlInN, AlGaAs, GaP, GaAs, GaAsP 및 AlGaInP로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 하나를 포함할 수 있다. 상기 p형 도펀트는 Mg, Zn, Ga, Sr, Ba 등일 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 단층 또는 다층으로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0022] 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 복수의 캐리어들을 상기 활성층(50)으로 공급하여 주는 역할을 한다.

[0023] 상기 활성층(50)은 상기 제1 도전형 반도체층(40) 상에 형성되며, 단일 양자 우물 구조, 다중 양자 우물 구조(MQW), 양자점 구조 또는 양자선 구조 중 어느 하나를 포함할 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.

[0024] 상기 활성층(50)은 3족 내지 5족 원소의 화합물 반도체 재료를 이용하여 우물층과 장벽층의 주기로 형성될 수 있다. 상기 활성층(50)으로 사용하기 위한 화합물 반도체 재료로는 GaN, AlGaN InAlGaN또는 일 수 있다. 따라서, 상기 활성층(50)은 예를 들면 AlGaN 우물층/AlGaN 장벽층의 주기, InAlGaN 우물층/GaN 장벽층의 주기, InAlGaN 우물층/InGaN 장벽층의 주기 등을 포함할 수 있지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.

[0025] 상기 활성층(50)은 상기 제1 도전형 반도체층(40)으로부터 공급된 복수의 캐리어, 예컨대 홀(holes)과 상기 제2 도전형 반도체층(60)으로부터 공급된 복수의 캐리어, 예컨대 전자(electrons)를 재결합(recombination)시켜, 상기 활성층(50)의 반도체 재질에 의해 결정된 밴드갭에 상응하는 파장의 빛을 생성할 수 있다.

[0026] 상기 제2 도전형 반도체층(60)은 상기 활성층(50) 상에 형성될 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(60)은 n형 도펀트를 포함하는 n형 반도체층일 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(60)은 3족 내지 5족 원소의 화합물 반도체 재료 예를 들어, GaN, AlN, AlGaN, InGaN, InN, InAlGaN, AlInN, AlGaAs, GaP, GaAs, GaAsP 및 AlGaInP로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 하나를 포함할 수 있다. 상기 n형 도펀트는 Si, Ge, Sn, Se, Te 등일 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(60)은 단층 또는 다층으로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0027] 예컨대 실시예에 따른 자외선 발광 소자(1)에서 발광 구조물(30)은 p형 도펀트를 포함하는 AlGaN을 포함하는 제1 도전형 반도체층(40), AlGaN을 포함하는 활성층(50) 및 n형 도펀트를 포함하는 AlGaN을 포함하는 제2 도전형 반도체층(60)을 포함할 수 있다. 이때, 제1 도전형 반도체층(40), 활성층(50) 및 제2 도전형 반도체층(60)에 포함되는 Al의 조성비는 서로 상이할 수 있다.

[0028] 한편, 상기 발광 구조물(30)의 상기 제1 도전형 반도체층(40) 아래에 오믹 컨택층(20)이 형성될 수 있다. 상기 오믹 컨택층(20)은 상기 제1 도전형 반도체층(40)에 오믹 접촉되어 상기 발광 구조물(30)에 전원이 원활히 공급되도록 할 수 있다.

[0029] 구체적으로는, 상기 오믹 컨택층(20)은 투명한 전도성 물질과 금속을 선택적으로 사용할 수 있으며, 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, Ag, Ni/IrOx/Au,및 Ni/IrOx/Au/ITO로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 단층 또는 다층으로 구현할 수 있다.

[0030] 실시예에 따른 자외선 발광 구조에 따르면, 발광 구조물(30)에서 활성층(50) 뿐만 아니라 제1 및 제2 도전형 반도체층(40, 60)에도 Al이 서로 상이한 조성비로 포함될 수 있다.

[0031] 일반적으로 Al은 표면 저항(sheet resistance)을 증가시키는 역할을 한다. 따라서, 오믹 컨택층(20)에 접하는 제1 도전형 반도체층(40)에 있어서, Al이 포함되는 경우 Al이 포함되지 않는 경우에 비해 대략 100배 정도로 표면 저항이 증가될 수 있다.

[0032] 따라서, 오믹 컨택층(20)에 접하는 제1 도전형 반도체층(40)의 표면 저항을 낮추기 위해서는 오믹 컨택층(20)의 두께를 두껍게 하든지 아니면 오믹 컨택층(20)의 재질 자체의 전도도를 개선해야 한다. 오믹 컨택층(20)의 재질 자체의 전도도를 개선하는 데에는 한계가 있으므로, 오믹 컨택층(20)의 두께를 두껍게 하여 제1 도전형 반도체층(40)의 표면 저항을 낮추어줄 수 있다.

[0033] 하지만, 이와 같이 오믹 컨택층(20)의 두께가 두꺼워지는 경우, 활성층(50)에서 생성된 광이 오믹 컨택층(20)에서 대부분 흡수되므로, 오믹 컨택층(20) 아래에 반사층(70)을 형성하더라도 해당 반사층에 의해 광이 반사되는 비율이 상당히 저하될 수 있다.

[0034] 실시예와 같은 자외선 발광 소자(1)에서는 오믹 컨택층(20) 아래에 반사층을 형성하여 주는 실익이 거의 없다.

[0035] 그럼에도 불구하고, 오믹 컨택층(20)의 재질 자체의 전도도가 획기적으로 개선되어 오믹 컨택층(20)의 두께를 최소화하여 줄 수 있는 경우, 오믹 컨택층(20) 아래에 반사층이 배치될 수 있다. 이와 같이 오믹 컨택층(20) 아래에 배치된 반사층에 의해 활성층(50)의 광이 전방으로 반사될 수 있으므로, 광 추출 효율이 향상될 수 있다.

[0036] 상기 오믹 컨택층(20) 내에는 상기 제1 도전형 반도체층(40)과 접촉하도록 전류 차단층(CBL: Current Blocking Layer, 미도시)이 형성될 수 있다. 상기 전류 차단층은 적어도 상기 제2 전극(80)의 일부 영역과 수직 방향으로 중첩되도록 형성될 수 있다. 상기 전류 차단층은 상기 오믹 컨택층(20)을 통해 상기 제1 도전형 반도체층(40)으로 공급되는 전류를 차단하는 역할을 할 수 있다. 따라서, 상기 전류 차단층과 그 주변에서는 상기 제1 도전형 반도체층(40)으로 전류 공급이 차단될 수 있다. 즉, 상기 제1 전극(10)과 상기 제2 전극(80) 사이의 최단 경로를 따라 전류가 집중적으로 흐르는 것을 상기 전류 차단층에 의해 최대한 억제되는 한편, 전류가 상기 전류 차단층 이외의 상기 오믹 컨택층(20)과 상기 제1 도전형 반도체층(40) 사이의 영역으로 흘러가게 되어 전류가 제1 도전형 반도체층(40)의 전 영역에서 균형있게 흐르게 되므로, 발광 효율이 현저하게 향상될 수 있다.

[0037] 상기 전류 차단층은 상기 오믹 컨택층(20)에 비해 낮은 전기 전도성을 갖거나, 전기 절연성을 갖거나, 상기 제1 도전형 반도체층(40)과 쇼트키 접촉을 형성하는 재질을 이용하여 형성될 수 있다. 상기 전류 차단층은 예를 들어, ITO, IZO, IZTO, IAZO, IGZO, IGTO, AZO, ATO, ZnO, SiO_2,SiO_x,SiO_xN_y,Si_3N_4,Al_2O_3,TiO_x,Ti,Al및 Cr로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0038] 한편, 상기 전류 차단층은 상기 오믹 컨택층(20)과 상기 제1 도전형 반도체층(40) 사이에 형성되거나, 상기 오믹 컨택층(20)의 아래에 형성될 수도 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0039] 또한, 상기 전류 차단층은 상기 오믹 컨택층(20)에 형성된 홈 내부에 형성되거나, 상기 오믹 컨택층(20) 상에 돌출되어 형성되거나, 상기 오믹 컨택층(20)의 상면과 하면을 관통하는 홀 내부에 형성되지만, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0040] 상기 오믹 컨택층(20) 아래에 접착층(미도시)이 형성될 수 있다. 상기 접착층은 본딩층으로서, 상기 발광 구조물(30)의 아래에 형성될 수 있다. 상기 접착층은 상기 발광 구조물(30)의 제1 도전형 반도체층(40)과 상기 제1 전극(10) 사이의 접착력을 강화시켜 주는 매개체 역할을 할 수 있다. 상기 접착층은 베리어 금속 또는 본딩 금속 등을 포함할 수 있다. 상기 접착층은 예를 들어, Ti, Au, Sn, Ni, Cr, Ga, In, Bi, Cu, Ag 및 Ta로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0041] 상기 제1 전극(10)이 상기 발광 구조물(30)의 아래에 형성된 접착층에 접착 형성될 수 있다.

[0042] 상기 발광 구조물(30)의 상면에 제2 전극(80)이 형성될 수 있다.

[0043] 상기 제2 전극(80)은 상기 발광 구조물(30)의 전체 면적을 커버하지 않고, 국부적으로 형성된 패턴 형상을 가질

수 있다. 도시되지 않았지만, 상기 제2 전극(80)은 와이어가 본딩되는 전극 패드 영역과, 상기 전극 패드 영역으로부터 적어도 일측 이상으로 분기되어 상기 발광 구조물(30)의 전 영역으로 균등하게 전류를 공급하기 위해 전류를 스프레딩(spreading)하는 역할을 하는 전류 스프레딩 패턴을 포함할 수 있다.

[0044] 상기 전극 패드 영역은 위에서 볼 때, 사각형, 원형, 타원형, 다각형을 가질 수 있지만, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0045] 상기 제2 전극(80)은 Au, Ti, Ni, Cu, Al, Cr, Ag 및 Pt로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 단층 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.

[0046] 상기 제2 전극(80)의 다층 구조의 예는, 최하층인 제1층에 상기 발광 구조물(30)과 오믹 접촉을 형성하기 위한 Cr과 같은 금속을 포함하는 오믹층, 상기 제1층 상의 제2층에 높은 반사 특성을 갖는 Al, Ag과 같은 금속을 포함하는 반사층(70), 상기 제2층 상의 제3층에 Ni과 같은 층간 확산(interlayer diffusion)을 방지하는 금속을 포함하는 제1 확산방지층, 상기 제3층 상의 제4층에 높은 전기 전도성(conductivity)을 갖는 Cu와 같은 금속을 포함하는 전도층, 상기 제4층 상의 제5층에 Ni과 같은 층간 확산을 방지하는 금속을 포함하는 제2 확산방지층, 상기 제5층 상의 제6층에 Au, Ti와 같이 와이어가 용이하게 본딩될 수 있도록 높은 접착력을 갖는 금속을 포함하는 접착층(adhesive layer)을 포함할 수 있으나, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0047] 또한, 상기 전극 패드 영역과 상기 전류 스프레딩 패턴은 서로 동일한 적층 구조를 갖거나, 상이한 적층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 전류 스프레딩 패턴은 와이어 본딩을 위한 접착층이 불필요하므로, 상기 접착층이 형성되지 않을 수 있다. 또한, 상기 전류 스프레딩 패턴은 투광성 및 전기 전도성을 갖는 재질인 예를 들어, ITO, IZO, IZTO, IAZO, IGZO, IGTO, AZO, ATO, ZnO 중 적어도 하나로 형성될 수도 있다.

[0048] 적어도 활성층(50)을 포함하는 상기 발광 구조물(30)의 측면에 반사층(70)이 형성될 수 있다.

[0049] 상기 반사층(70)은 제1 도전형 반도체층(40)의 측면, 상기 활성층(50)의 측면 및 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 측면에 형성될 수 있다.

[0050] 상기 반사층(70)은 제1 도전형 반도체층(40)의 측면, 상기 활성층(50)의 측면 및 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 측면뿐만 아니라 오믹 컨택층(20)과 접착층의 측면에 형성될 수 있다.

[0051] 상기 반사층(70)의 상측단은 상기 활성층(50)에 인접하는 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 측면의 일부 영역까지 형성되고, 상기 반사층(70)의 하측단은 상기 제1 전극(10)의 상면에 접촉하여 형성될 수 있다.

[0052] 상기 반사층(70)은 예를 들어, Ag, Ni, Al, Rh, Pd, Ir, Ru, Mg, Zn, Pt, Au 및 Hf로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나 또는 둘 이상의 합금을 포함하지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.

[0053] 상기 반사층(70)으로 은(Ag)이 사용될 때, 상기 반사층(70)은 적어도 200nm 이상의 두께를 가질 수 있다. 은(Ag)은 자외선이 통과되는 정도를 나타내는 표면 두께(skin depth)가 알루미늄(Al)에 비해 상대적으로 크다. 따라서 두께가 200n보다 작을 경우, 자외선의 반사도보다 투과도가 커지게 되어 반사 역할을 효과적으로 할 수 없다.

[0054] 상기 반사층(70)으로 알루미늄(Al)이 사용될 때, 상기 반사층(70)은 50nm 내지 500nm의 범위의 두께를 가질 수 있다.

[0055] 알루미늄(Al)으로 이루어진 반사층(70)의 두께가 50nm 이하인 경우, 공기와 접촉하는 반사층(70)의 산화로 인해 산화물질(oxygen)이 반사층(70) 내부로 침투하였을 때, 산화물질에 의해 반사율에 영향을 줄 수 있다. 즉, 알루미늄(Al)으로 이루어진 반사층(70)의 두께가 적어도 50nm 이상이 될 때, 반사층(70) 내부로 침투한 산화물질에 반사율이 거의 영향을 받지 않게 된다.

[0056] 알루미늄(Al)으로 이루어진 반사층(70)의 두께가 500nm 이상인 경우, 반사층(70)의 스트레스가 커지게 되어 크랙 등의 불량이 발생할 수 있다.

[0057] 빛이 통과되는 정도를 나타내는 표면 두께(skin depth)가 자외선에 대해 은(Ag)보다 알루미늄(Al)이 더 작기 때문에 알루미늄(Al)으로 이루어진 반사층(70)의 두께가 은(Ag)으로 이루어진 반사층(70)의 두께보다 더 얇게 형성될 수 있다.

[0058] 상기 반사층(70)은 적어도 상기 발광 구조물(30)의 모든 측면을 따라 형성될 수 있다. 예컨대, 상기 발광 구조물(30)이 4변의 측면을 갖는 경우, 상기 반사층(70)은 상기 발광 구조물(30)의 4변의 측면들 모두에 형성될 수

있다. 이는 활성층(50)에서 생성된 TM 편광 자외선이 x축 방향과 y축 방향 모두로 진행되고, x축 방향과 y축 방향 모두로 진행된 TM 편광 자외선을 반사시켜주기 위함이다.

[0059] 상기 반사층(70)은 상기 제1 전극(10)에 대해 10° 내지 70°의 범위의 각도(Θ)로 경사질 수 있다.

[0060] 활성층(50)에서 생성된 TM 편광 자외선이 측 방향(x, y)으로 진행되므로, 이러한 TM 편광 자외선을 전방으로 반사시키기 위해서 상기 반사층(70)은 경사지도록 배치될 수 있다.

[0061] 도 2에 도시한 바와 같이, 자외선 영역을 갈수록 TE 편광보다는 상대적으로 TM 편광이 강해지는 경향을 가진다. 즉, 대략 280nm의 파장 영역에서 TM 편광이 TE 편광보다 더 강한 세기를 가질 수 있다.

[0062] 도 3에 도시한 바와 같이, TE 편광은 z 축 방향으로 진행하는데 반해, TM 편광은 x축 방향 또는 y축 방향으로 진행될 수 있다.

[0063] 실시예에 따른 발광 소자(1)의 활성층(50)에서 자외선이 생성될 수 있다. 이러한 자외선 생성을 위해 상기 활성층(50)은 GaN 또는 InGaN에 Al이 포함되어 형성될 수 있다. Al은 밴드갭이 크므로, Al을 GaN 또는 InGaN에 첨가함에 따라 활성층(50)의 밴드갭이 커질 수 있다. 이와 같이 밴드갭이 커질수록 파장 대역이 가시 광선에서 자외선으로 변경될 수 있다.

[0064] 활성층(50)에서 생성된 자외선은 TE 편광과 TM 편광으로 진행될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 활성층(50)의 파장이 작아질수록 TE 편광보다 TM 편광이 더 강하게 발생될 수 있다. 아울러, TE 편광은 z 축 방향으로 진행하는데 반해, TM 편광은 x축 방향 또는 y축 방향으로 진행될 수 있다.

[0065] 따라서, 자외선의 대부분을 차지하는 TM 편광이 실시예에 따른 반사층(70)이 없는 경우, TM 편광의 자외선이 활성층(50)의 측방향으로 통해 모두 소실되게 된다. 따라서, 발광 소자의 자외선의 광 추출 효율이 현저하게 저하되게 된다.

[0066] 실시예에서는 적어도 활성층(50)의 측면에 반사층(70)을 형성함으로써, 활성층(50)으로부터 측방향으로 진행하는 TM 편광 자외선을 전방으로 반사시켜, 광 추출 효율을 현저하게 향상시킬 수 있다.

[0067] 한편, 상기 오믹 컨택층(20)과 상기 반사층(70) 사이 그리고 상기 발광 구조물(30)과 상기 반사층(70) 사이에 절연층(65)이 형성될 수 있다.

[0068] 다시 말해, 상기 절연층(65)은 상기 오믹 컨택층(20)과 상기 반사층(70) 사이, 상기 제1 도전형 반도체층(40)과 상기 반사층(70) 사이, 상기 활성층(50)과 상기 반사층(70) 사이 그리고 상기 제2 도전형 반도체층(60)과 상기 반사층(70) 사이에 형성될 수 있다.

[0069] 다시 말해, 상기 절연층(65)는 상기 오믹 컨택층(20), 상기 제1 도전형 반도체층(40), 상기 활성층(50) 및 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 측면들 상에 형성될 수 있다.

[0070] 이러한 절연층(65) 상에 반사층(70)이 형성될 수 있다.

[0071] 따라서, 상기 절연층(65)은 도전성을 갖는 상기 반사층(70)에 의한 상기 오믹 컨택층(20) 및/또는 상기 제1 도전형 반도체층(40)과 상기 제2 도전형 반도체층(60) 사이의 전기적인 쇼트로 인해 발광 소자(1)가 오동작되는 것을 방지하여 줄 수 있다.

[0072] 상기 절연층(65)은 투광성과 절연성을 갖는 물질로 이루어질 수 있다. 예컨대, 상기 절연층(65)은 산화 실리콘이나 산화 질화물일 수 있다. 예컨대, 상기 절연층(65)은 SiO2 또는 SiN일 수 있다. 하지만, 실시예는 이에 한정하지 않고, 투광성과 절연성을 갖는 어떠한 물질도 실시예의 절연층(65)으로 사용될 있다.

[0073] 도 4 내지 도 7은 실시예에 따른 자외선 발광 소자의 제조 공정을 도시한 도면이다.

[0074] 도 4를 참고하면, 성장기판(90) 상에 발광 구조물(30)을 형성하고, 상기 발광 구조물(30) 상에 오믹 컨택층(20)을 형성할 수 있다.

[0075] 상기 성장기판(90)은 예를 들어, 사파이어(Al_2O_3),SiC,GaAs,GaN,ZnO,Si,GaP,InP및 Ge로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0076] 상기 성장기판(90) 상에 제2 도전형 반도체층(60), 활성층(50) 및 제1 도전형 반도체층(40)을 순차적으로 성장하여 상기 발광 구조물(30)이 형성될 수 있다.

[0077] 상기 제2 도전형 반도체층(60), 상기 활성층(50) 및 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 3족 내지 5족 원소의 화합

물 반도체 재료 예컨대, GaN, AlN, AlGaN, InGaN, InN, InAlGaN, AlInN, AlGaAs, GaP, GaAs, GaAsP 및 AlGaInP로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 하나를 포함할 수 있다.

[0078] 상기 제2 도전형 반도체층(60)은 예컨대, Si, Ge, Sn, Se, Te 등을 포함하는 n형 도펀트를 포함하고, 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 예컨대 Mg, Zn, Ga, Sr, Ba 등을 포함하는 p형 도펀트를 포함할 수 있다.

[0079] 상기 제2 도전형 반도체층(60), 상기 활성층(50) 및 상기 제1 도전형 반도체층(40)은 모두 적어도 Al이 첨가될 수 있지만, Al이 첨가되는 조성비는 상기 제2 도전형 반도체층(60), 상기 활성층(50) 및 상기 제1 도전형 반도체층(40)에 대해 서로 상이할 수 있다.

[0080] 따라서, 실시예의 발광 구조물(30)의 활성층(50)으로부터 TE 편광과 TM 편광을 포함하는 자외선이 생성될 수 있다. TM 편광 자외선이 TE 편광 자외선보다 더 큰 세기를 가질 수 있다. 이로부터 자외선 영역에서는 TE 편광보다는 TM 편광이 대세임을 알 수 있다.

[0081] 상기 발광 구조물(30)은 예를 들어, 유기금속 화학 증착법(MOCVD; Metal Organic Chemical Vapor Deposition), 화학 증착법(CVD; Chemical Vapor Deposition), 플라즈마 화학 증착법(PECVD; Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition), 분자선 성장법(MBE; Molecular Beam Epitaxy), 수소화물 기상 성장법(HVPE; Hydride Vapor Phase Epitaxy) 등의 방법을 이용하여 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0082] 한편, 상기 발광 구조물(30) 및 상기 성장기판(90) 사이에는 둘 사이의 격자 상수 차이를 완화하기 위해 버퍼층(미도시) 또는 언도프트(Undoped) 반도체층(미도시)이 형성될 수도 있다.

[0083] 상기 버퍼층은 InAlGaN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInN, AlN, InN 등을 포함할 수 있지만, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0084] 상기 오믹 컨택층(20)은 상기 제1 도전형 반도체층(40)(40)의 상면에 형성될 수 있다. 투명한 전도성 물질과 금속을 선택적으로 사용할 수 있으며, 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, Ag, Ni/IrOx/Au,및 Ni/IrOx/Au/ITO로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는 단층 또는 다층으로 구현할 수 있다.

[0085] 도 5를 참고하면, 상기 오믹 컨택층(20), 상기 제1 도전형 반도체층(40), 상기 활성층(50) 및 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 모든 측면들이 경사진 경사면을 갖도록 이들 측면들을 식각한다. 이러한 경사면이 형성된 영역은 경사부로 명명될 수 있다.

[0086] 이어서, 상기 경사면 상에 절연층(65)을 형성하고, 상기 절연층(65) 상에 반사층(70)을 형성한다.

[0087] 상기 절연층(65)은 투광성 및 절연성 물질로 이루어질수 있고, 예컨대 산화 실리콘이나 산화 질화물이 사용될 수 있다.

[0088] 상기 반사층(70)은 반사도가 우수한 물질, 예를 들어 Ag, Ni, Al, Rh, Pd, Ir, Ru, Mg, Zn, Pt, Au 및 Hf로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나 또는 둘 이상의 합금을 포함하지만, 이에 대해서는 한정하지 않는다.

[0089] 상기 반사층(70)으로 은(Ag)이 사용될 때, 상기 반사층(70)은 적어도 200nm 이상의 두께를 가질 수 있다.

[0090] 상기 반사층(70)으로 알루미늄(Al)이 사용될 때, 상기 반사층(70)은 50nm 내지 500nm의 범위의 두께를 가질 수 있다.

[0091] 도 6을 참고하면, 발광 구조물(30)을 180도 뒤집은 후에, 상기 성장기판(90)을 제거할 수 있다.

[0092] 상기 성장기판(90)은 레이저 리프트 오프(LLO, Laser Lift Off), 화학적 에칭(CLO, Chemical Lift Off), 또는 물리적인 연마 방법 중 적어도 하나의 방법에 의해 제거될 수 있다.

[0093] 상기 레이저 리프트 오프(LLO)는 상기 성장기판(90)과 상기 제2 도전형 반도체층(60) 사이의 계면에 레이저를 집중적으로 조사하여 상기 기판(90)이 상기 제2 도전형 반도체층(60)으로부터 분리되도록 하는 것이다. 상기 성장기판(90) 상에 버퍼층이 형성되어 있는 경우, 상기 버퍼층도 성장기판(90)과 함께 제거될 수 있다.

[0094] 상기 화학적 에칭은 습식 에칭을 이용하여 상기 제2 도전형 반도체층(60)이 노출되도록 상기 성장기판(90)을 제

거하는 것이다.

[0095] 상기 물리적인 연마기를 이용하여 물리적으로 성장기판(90)을 연마하여 상기 제2 도전형 반도체층(60)이 노출되도록 상기 성장기판(90)의 상면부터 순차적으로 제거하는 것이다.

[0096] 상기 성장기판(90)을 제거한 후, 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 상면에 남아 있는 상기 성장기판(90)의 잔유물을 제거하는 클리닝(cleaning) 공정이 더 수행될 수 있다. 상기 클리닝 공정은 플라즈마 표면 처리나 산소나 질소를 이용한 애싱(ashing)을 포함할 수 있다.

[0097] 도 7을 참고하면, 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 상면에 상기 제2 전극(80)을 형성하고 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 측면과 상기 제2 전극(80)을 제외한 상기 제2 도전형 반도체층(60)의 상면에 패시베이션층(미도시)을 형성할 수 있다.

[0098] 상기 패시베이션층은 예를 들어, SiO_2,SiO_x,SiO_xN_y,Si_3N_4,TiO_2및 Al_2O_3로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 하나를 포함하는 절연성 재질을 포함할 수 있지만, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0099] 상기 패시베이션층은 전자빔 증착, PECVD, 스퍼터링과 같은 증착 공정에 의해 형성될 수 있다.

[0100] 상기 제2 전극(80)은 Au, Ti, Ni, Cu, Al, Cr, Ag, Pt 중 적어도 하나를 포함하는 단층 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.

[0101] 상기 제2 전극(80)은 도금 공정이나 증착 공정을 이용하여 형성될 수 있다.

[0102] 한편, 제1 전극(10)은 상기 오믹 컨택층(20) 아래에 부착될 수 있다. 상기 제1 전극(10)은 상기 오믹 컨택층(20), 상기 절연층(65) 및 상기 반사층(70)에 접촉하여 형성될 수 있다.

[0103] 상기 제1 전극(10)은 예를 들어, 티탄(Ti), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 금(Au), 텅스텐(W), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 구리-텅스텐(Cu-W), 캐리어 웨이퍼(예: Si, Ge, GaAs, ZnO, SiC, SiGe 등) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0104] 상기 제1 전극(10)은 상기 발광 구조물(30) 아래에 도금 또는/및 증착되거나, 시트(sheet) 형태로 부착될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.

[0105] 도 8은 실시예에 따른 발광 소자를 포함하는 발광 소자 패키지의 단면도이다.

[0106] 도 8을 참고하면, 실시예에 따른 발광 소자 패키지(100)는 몸체(110)와, 상기 몸체(110)에 설치된 제1 전극층(122) 및 제2 전극(80)층(124)과, 상기 몸체(110) 상에 상기 제1 전극층(122) 및 제2 전극(80)층(124)과 전기적으로 연결되는 상기 발광 소자(1)와, 상기 몸체(110) 상에 상기 발광 소자(1)를 포위하는 몰딩부재(140)를 포함한다.

[0107] 상기 몸체(110)는 실리콘 재질, 합성수지 재질, 또는 금속 재질을 포함하여 형성될 수 있다. 상기 몸체(110)는 위에서 볼 때 내부에 경사면(135)을 갖는 캐비티(cavity)(130)을 갖는다.

[0108] 상기 제1 전극층(122) 및 상기 제2 전극(80)층(124)은 서로 전기적으로 분리되며, 상기 몸체(110) 내부를 관통하도록 형성될 수 있다. 즉, 상기 제1 전극층(122) 및 상기 제2 전극(80)층(124) 각각은 일측 끝단이 상기 캐비티(130) 내부에 배치되고, 타측 끝단이 상기 몸체(110)의 외부면에 부착되어 외부에 노출되게 된다.

[0109] 상기 제1 전극층(122) 및 제2 전극(80)층(124)은 상기 발광 소자(1)에 전원을 공급하고, 상기 발광 소자(1)에서 발생된 빛을 반사시켜 광 효율을 증가시킬 수 있으며, 상기 발광 소자(1)에서 발생된 열을 외부로 배출시키는 기능을 할 수도 있다.

[0110] 상기 발광 소자(1)는 상기 몸체(110) 상에 설치되거나 상기 제1 전극층(122) 또는 제2 전극(80)층(124) 상에 설치될 수 있다.

[0111] 상기 발광 소자(1)의 상기 제1,2 와이어(171, 181)는 상기 제1 전극층(122) 또는 제2 전극(80)층(124) 중 어느 하나에 전기적으로 연결될 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.

[0112] 상기 몰딩부재(110)는 상기 발광 소자(1)를 포위하여 상기 발광 소자(1)를 외부로부터 보호할 수 있다. 또한, 상기 몰딩부재(110)에는 형광체가 포함될 수 있고, 이러한 형광체에 의해 상기 발광 소자(1)에서 방출된 광의 파장이 변화될 수 있다.

[0113] 실시예에 따른 발광 소자(1) 또는 발광 소자 패키지(100)는 라이트 유닛에 적용될 수 있다. 상기 라이트 유닛은

복수의 발광 소자 또는 발광 소자 패키지가 어레이된 구조를 포함하며, 표시 장치 또는 조명 장치를 포함하고, 조명등, 신호등, 차량 전조등, 전광판 등이 포함될 수 있다.

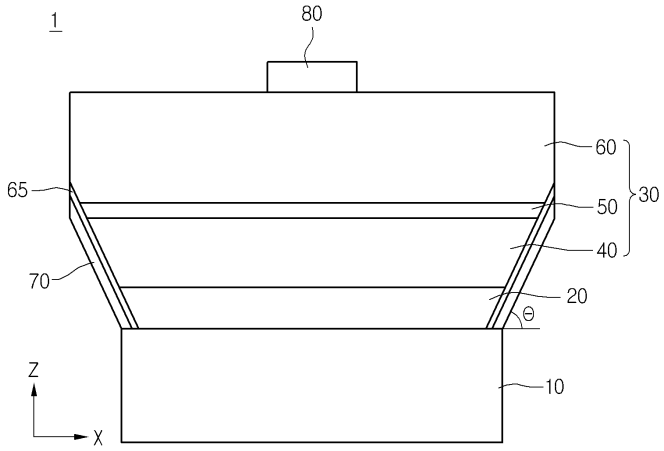
부호의 설명

[0114]

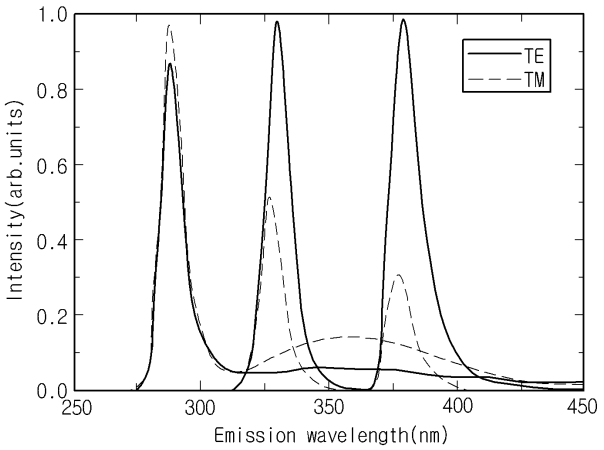
1: 발광 소자	10: 제1 전극
20: 오믹 컨택층	30: 발광 구조물
40: 제1 도전형 반도체층	50: 활성층
60: 제2 도전형 반도체층	70: 반사층
80: 제2 전극	90: 성장 기판

도면

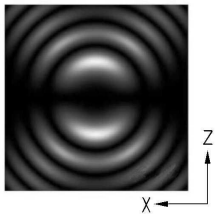
도면1



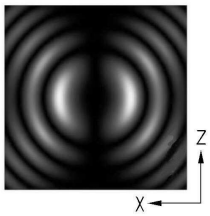
도면2



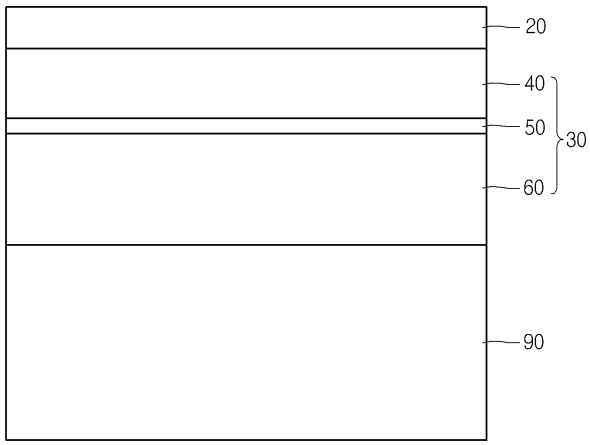
도면3a



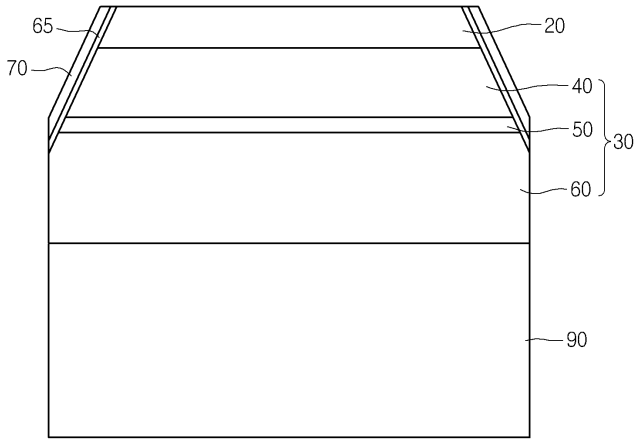
도면3b



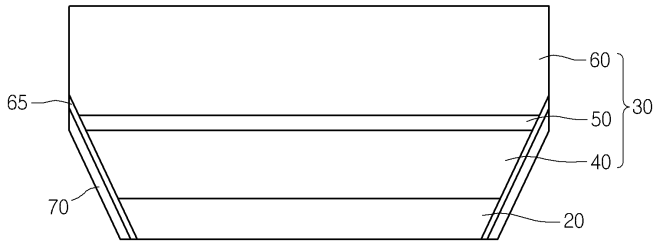
도면4



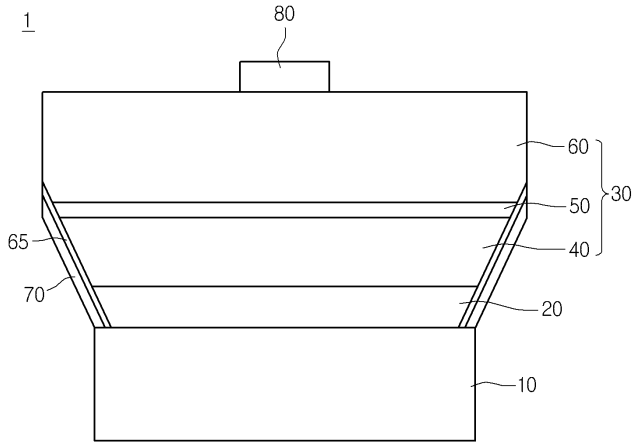
도면5



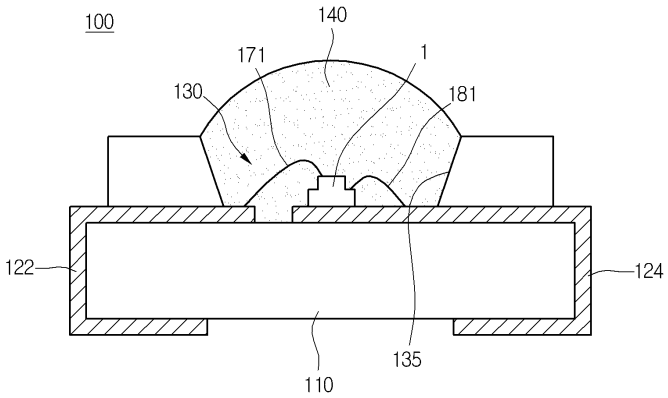
도면6


60
30
65
50
40
70
20

도면7


1
80
60
30
50
65
40
70
20
10

도면8


100
140
171
1
130
181
122
124
135
110