

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 33/00

(11) 공개번호 10-2005-0064195
(43) 공개일자 2005년06월29일

(21) 출원번호 10-2003-0095544
(22) 출원일자 2003년12월23일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
광주과학기술원
광주 북구 오룡동 1번지

(72) 발명자 성태연
광주광역시북구오룡동1번지광주과학기술원신소재공학과403호
송준오
광주광역시북구오룡동1번지광주과학기술원신소재공학과반도체박막실
임동석
광주광역시북구오룡동1번지광주과학기술원신소재공학과반도체박막실

(74) 대리인 이영필

심사청구 : 있음

(54) 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법

요약

본 발명은 플립칩형 질화물계 발광소자와 그 제조방법에 관한 것으로서, 질화물계 발광소자는 기판, n형 클래드층, 활성층, p형 클래드층, 반사층이 순차적으로 적층되어 있고, 반사층은 은에 용질원소가 첨가된 합금 또는 고용체로 형성된다. 이러한 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, 열적 안정성이 향상되고 그에 따라 p형 클래드층과의 오믹 접촉 특성이 개선되어 발광소자의 패키징 시 와이어 본딩 효율을 및 수율을 높일 수 있고, 낮은 비접촉 저항과 우수한 전류-전압 특성에 의해 소자의 발광효율 및 소자 수명을 향상시킬 수 있는 장점을 제공한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,

도 2는 도 1의 반사층의 용질금속으로 알루미늄을 은에 적용한 경우와 순수 은에 대한 열적 안정성을 평가하기 위해서 실험한 결과를 나타내 보인 사진이고,

도 3는 본 발명의 제2 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,

도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,

도 5는 본 발명의 제4 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,

도 6는 본 발명의 제5 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

110: 기판 130: n형 클래드층

140: 활성층 150: p형 클래드층

210: 표면개질층 220: 확산방지층

230: 반사층 240: 집괴방지층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 상세하게는 열적 안정성이 향상된 전극구조를 갖는 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

질화물계 화합물 반도체 예를 들면 청·녹색 및 자외선을 내는 질화갈륨(GaN) 반도체를 이용한 발광다이오드 또는 레이저 다이오드와 같은 발광소자를 구현하기 위해서는 반도체와 전극간의 오믹접촉구조가 매우 중요하다. 현재 상업적으로 이용할 수 있는 질화갈륨계 발광소자는 절연성 사파이어(Al_2O_3) 기판 위에 형성된다.

이러한 질화갈륨계 발광소자는 탑-에미트형 발광다이오드(top-emitting light emitting diodes; TLEDS)와 플립칩 발광다이오드(flip-chip light emitting diodes: FCLEDS)로 분류된다.

탑에미트형 발광다이오드는 p형 클래드층과 접촉하고 있는 오믹 전극층을 통해 광이 출사되게 형성된다.

또한, 탑에미트형 발광소자는 낮은 홀농도를 지닌 p형 클래드층의 박막 특성에서 비롯된 낮은 전류 주입(current injection) 및 전류 퍼짐(current spreading)과 같은 열악한 전기적 특성들은 투명하고 낮은 면저항(sheet resistance)값을 지닌 오믹접촉 전극 개발을 통해서 발광소자의 문제점들을 극복할 수가 있다.

이러한 탑에미트형 발광소자는 일반적으로 니켈(Ni) 금속과 같은 전이 금속(transition metal)들을 기본으로 하는 금속박막구조로서 산화된 반투명한 니켈(Ni)/금(Au)의 금속박막이 널리 이용되고 있다.

이러한 니켈(Ni) 금속을 기본으로 하는 금속박막은 산소(O_2) 분위기에서 열처리하여 $10^{-3} \sim 10^{-4} \Omega cm^2$ 정도의 비접촉저항을 갖는 반투명 오믹접촉층(semi-transparent ohmic contact layer)을 형성하는 것으로 보고 되어지고 있다.

이러한 낮은 비접촉저항은 $500^\circ C - 600^\circ C$ 온도 범위, 산소(O_2) 분위기에서 열처리 시 p형 질화갈륨과 니켈(Ni)의 계면에 p형 반도체 산화물인 니켈 산화물(NiO)이 섬(island) 모양으로 형성되어 있는 금(Au)사이와 상층부에 형성되어 있어 쇼트키 장벽의 높이(Schottky barrier height : HBT)를 감소시키게 되어, 질화갈륨 표면부근에 다수캐리어인 홀(hole)을 용이하게 공급하여 질화갈륨 표면부근에서의 실효 캐리어 농도(effective carrier concentration)를 증가시킨다. 다른 한편으로는 니켈(Ni)/금(Au)을 p형 질화갈륨에 접촉후 열처리하면 Mg-H 금속간 화합물(complex)를 제거하여 질화갈륨 표면에서 마그네슘(Mg) 도판트(dopant) 농도를 증가시키는 재활성화(reactivation) 과정을 통해서 p형 질화갈륨의 표면에서 이러한 실효 캐리어 농도가 10^{19} 이상이 되게 하여 p형 질화갈륨과 전극층(금을 포함한 산화 니켈층) 사이에 터널링(tunneling) 전도를 일으켜 오믹전도 특성을 보이는 것으로 이해되어지고 있다.

그런데, 니켈/금으로 형성되는 반투명 전극박막을 이용한 탑에미트형 발광다이오드는 광이용효율이 낮아 대용량 및 고휘도 발광소자를 구현하기는 어렵다.

최근에는 대용량 고휘도 발광소자 구현을 위해 고 반사층소재로 각광 받고 있는 은(Ag), 은산화물(Ag_2O), 알루미늄(Al) 또는 로듐(Rh)을 이용한 플립칩 방식의 발광소자 개발이 활발하게 연구되고 있다.

그런데 이들 반사용 금속은 높은 반사효율을 지니고 있기 때문에 일시적으로 높은 발광효율을 제공할 수 있지만, 작은 일함수(work function) 값을 갖는 특성 때문에 저 저항값을 지닌 오믹접촉 형성이 어려워 소자수명이 짧고 질화갈륨과의 접착성이 나빠 소자의 안정적인 신뢰성을 제공하지 못하는 문제점들이 있다.

이를 보다 상세히 살펴보면, 먼저, 알루미늄(Al) 금속은 낮은 일함수값과 열처리 시 비교적 낮은 온도에서도 쉽게 질화물(AlN)을 형성하여 p형 질화갈륨과의 오믹접촉을 형성하기가 어렵다.

다음으로 로듐(Rh)은 상대적으로 큰 일함수값(약 5 eV)을 지니고 있고, 열처리 시 갈륨 관련 화합물인 갈라이드(gallide)를 형성하여 p형 질화갈륨 위에서 양질의 오믹접촉 전극을 형성할 수는 있지만, 알루미늄 및 은에 비해서 빛에 대한 반사율(reflectivity)이 상당히 낮은 문제점을 지니고 있다.

마지막으로, 은(Ag)은 양질의 오믹접촉을 형성하고 높은 반사율을 지니고 있지만 열적 불안정성으로 인하여 박막형성 공정을 통해 양질의 박막을 형성하기 어려운 문제점을 갖고 있다. 즉, 은(Ag) 박막은 열적 불안정성으로 인하여 열처리 초기단계에서 집괴(agglomeration) 현상이 발생되고, 열처리 최종단계에서는 공극(void), 힐락(hillock) 및 섬(island) 모양으로 변화되어 전기 및 광학적 특성을 열화시킨다.

최근에는 발광소자의 사용 분야를 자동차의 백 라이트(back light), 가정용 조명 등과 같이 대면적 및 대용량의 고휘도 발광소자로 확대하기 위해 낮은 비접촉 저항값을 갖으면서도 높은 반사율을 제공하는 오믹컨택트층을 개발하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

Mensz et al. 그룹은 문헌(electronics letters 33 (24) pp. 2066)을 통해 2층 구조로서 니켈(Ni)/알루미늄(Al) 및 니켈(Ni)/은(Ag) 구조를 제안하였지만, 이 구조들은 오믹접촉 형성이 어려워 발광다이오드 작동시 높은 작동전압으로 인한 많은 열발생을 야기하는 문제점을 갖고 있다.

또한, 최근에 Michael R. Krames et al. 그룹에서는 미국 공개 특허(US 2002/0171087 A1)를 통해 니켈(Ni)/은(Ag) 및 금(Au)/산화 니켈(NiO_x)/알루미늄(Al) 전극구조를 연구 개발하였다고 보고하였다. 그런데 이 구조 역시 접착성이 떨어지고, 난반사로 인하여 발광효율의 저하되는 단점을 안고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위하여 창안된 것으로서, 열적으로 안정하고 높은 신뢰성을 지닌 양질의 오믹 접촉 전극을 적용하여 우수한 전기적 특성을 지닌 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자는 n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 플립칩형 질화물계 발광소자에 있어서, 은(Ag)에 용질원소가 첨가되어 상기 p형 클래드층 위에 형성된 반사층;을 구비한다.

바람직하게는 상기 반사층의 상기 은(Ag)에 첨가되는 용질 원소는 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 크롬(Cr), 아연(Zn), 로듐(Rh), 니켈(Ni), 인듐(In), 주석(Sn), 코발트(Co), 마그네슘(Mg), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 납(Pb), 망간(Mn), 레늄(Re), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 바나듐(V), 니오븀(Nb), 타이타늄(Ti), 지르코늄(Zr), hafnium(Hf), 탄탈륨(Ta), 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 베릴륨(Be), La 계열의 원소 중 적어도 하나를 포함한다.

본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 반사층 위에 은 집괴방지층이 더 형성되고, 상기 은 집괴방지층은 니켈(Ni), 은(Ag), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 백금(Pt), 구리(Cu), 플라티늄(Pt), 타이타늄(Ti), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 탄탈륨(Ta), 바나듐(V), 레늄(Re) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 또는 상기 선택된 어느 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체 또는 타이타늄 질화물(TiN) 중에서 어느 하나로 형성된다.

또한, 상기 반사층과 상기 p형클래드층 사이에 형성된 표면 개질층;을 더 구비하고, 상기 표면 개질층은 니켈(Ni), 아연(Zn), 구리(Cu), 마그네슘(Mg) 중 선택된 어느 하나의 원소 또는 상기 선택된 원소를 함유한 합금 또는 고용체, 또는 인듐(In), 아연(Zn), 주석(Sn), 구리(Cu), 은(Ag), 갈륨(Ga), 카드뮴(Cd) 중 적어도 하나 이상의 성분과 산소로 형성된 투명 전도성 산화물 중 어느 하나로 형성된다.

바람직하게는 상기 반사층의 열처리 시 상기 용질원소가 상기 p형 클래드층의 표면으로의 확산을 방지하기 위해 은(Ag)으로 상기 반사층과 상기 p형클래드층 사이에 형성한 확산방지층;을 더 구비한다.

또한, 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법은 n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법에 있어서, 가. 기판 위에 상기 n형 클래드층, 활성층 및 p형 클래드층이 순차적으로 적층된 발광구조체의 상기 p형 클래드층 위에 용질원소를 은(Ag)에 첨가하여 반사층을 형성하는 단계와; 나. 상기 가단계를 거쳐 형성된 전극구조체를 열처리하는 단계;를 포함한다.

또한, 상기 반사층 위에 은 집괴방지층을 형성하는 단계;가 더 포함될 수 있다.

본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 반사층 형성단계 이전에 상기 p형클래드층 위에 표면 개질층을 형성하는 단계;를 더 포함한다.

또한, 상기 반사층의 열처리 시 상기 반사층의 성분이 상기 p형 클래드층의 표면으로의 확산되는 것을 방지하기 위해 상기 반사층 형성단계 이전에 상기 p형 클래드층 위에 은(Ag)으로 확산방지층을 형성하는 단계;를 더 포함한다.

도 1은 본 발명의 제1실시에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 플립칩형 발광소자는 기판(110), 버퍼층(120), n형 클래드층(130), 활성층(140), p형 클래드층(150), 반사층(230)이 순차적으로 적층된 구조로 되어 있다. 참조부호 180은 p형 전극패드이고, 190은 n형 전극패드이다.

여기서 기판(110)으로부터 p형클래드층(150)까지가 발광구조체에 해당하고, p형클래드층(150) 위에 적층된 반사층(230)이 p형 전극구조체에 해당한다.

기판(110)은 사파이어(Al₂O₃), 실리콘카바이드(SiC), 실리콘(Si), 갈륨비소(GaAs) 중 어느 하나로 형성된 것이 바람직하다.

버퍼층(120)은 생략될 수 있다.

버퍼층(120)으로부터 p형 클래드층(150) 까지의 각 층은 III족 질화물계 화합물의 일반식인 $Al_xIn_yGa_zN$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$, $0 \leq x+y+z \leq 1$)로 표현되는 화합물 중 선택된 어느 화합물을 기본으로 하여 형성되고, n형 클래드층(130) 및 p형 클래드층(150)은 해당 도펀트가 첨가된다.

또한, 활성층(140)은 단층 또는 MQW층 등 공지된 다양한 방식으로 구성될 수 있다.

일 예로서 질화갈륨(GaN)계 화합물 반도체를 적용하는 경우, 버퍼층(120)은 GaN으로 형성되고, n형 클래드층(130)은 GaN에 n형 도펀트로서 Si, Ge, Se, Te 등이 첨가되어 형성되고, 활성층은 InGaN/GaN MQW 또는 AlGaIn/GaN MQW로 형성되며, p형 클래드층(150)은 GaN에 P형 도펀트로서 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등이 첨가되어 형성된다.

n형 클래드층(130)과 n형 전극패드(190) 사이에는 n형 오믹컨택트층(미도시)이 개재될 수 있고, n형 오믹컨택트층은 타이타늄(Ti)과 알루미늄(Al)이 순차적으로 적층된 층구조 등 공지된 다양한 구조가 적용될 수 있다.

p형 전극패드(180)는 니켈(Ni)/금(Au) 또는 은(Ag)/금(Au)이 순차적으로 적층된 층구조가 적용될 수 있다.

각 층의 형성방법은 전자빔 증착기, PVD(physical vapor deposition), CVD(chemical vapor deposition), PLD(plasma laser deposition), 이중형의 열증착기(dual-type thermal evaporator) 스퍼터링(sputtering) 등에 의해 형성하면 된다.

반사층(230)은 바람직하게는 높은 반사율을 갖으면서도, p형 클래드층(150)의 실효 캐리어 농도를 높일 수 있고, p형 클래드층(150)을 이루고 있는 화합물 중 질소 이외의 성분 예를 들면 갈륨 또는 알루미늄과 우선적으로 반응성이 좋은 물질이 적용된다. 예를 들면 GaN계 화합물이 적용되는 경우 반사층(230)은 질소 보다 갈륨(Ga)에 대해 우선적으로 반응이 되는 물질이 적용된다.

이 경우, 일 예로서 질화갈륨(GaN)을 주성분으로 하는 p형 클래드층(150)의 경우 앞서 설명된 특성을 갖는 반사층(230)에 의해 p형 클래드층(150)의 갈륨(Ga)과 반사층(230)의 반응에 의해 p형 클래드층(150)의 표면에 갈륨 또는 알루미늄 공공(vacancy)을 다량으로 형성하게 된다. p형 클래드층(150)에 형성되는 다량의 갈륨 또는 알루미늄 공공은 p형 도펀트로 작용하므로 p형 클래드층(150)과 반사층(230)과의 반응에 의해 p형 클래드층(150) 표면의 실효 p형 캐리어 농도를 증가시키게 된다.

또한 반사층(230)은 공정상 p형 클래드층(150) 표면 위에 잔류하고 있으며 계면에서 캐리어 흐름에 장애물 역할을 하는 자연 산화층인 갈륨, 알루미늄, 마그네슘 산화물(Ga-O, Al-O, Mg-O) 등을 환원시켜 쇼트키 장벽(Schottky barrier)의 높이(height)와 폭(width)을 감소시키고, 자신은 산화되어 전도성 산화물로 상변화가 될 수 있는 물질이 적용된다. 앞서 언급한 p형 질화갈륨 표면위에 갈륨(Ga) 공공(vacancy) 형성, 자연 산화층의 환원기능 및 전도성 산화층은 질화갈륨계 반도체와 접촉금속 전극의 계면에서 터널링(tunneling) 전도현상을 발생시킬 수 있다.

이러한 조건을 만족시킬 수 있는 반사층(230)으로서 본 발명에서는 은(Ag) 단독 성분이 안고 있는 열적 불안정성을 개선할 수 있도록 은(Ag)에 용질원소가 첨가된 합금 또는 고용체로 형성된다.

바람직하게는 반사층(230)에 적용되는 용질원소는 열처리 시 은(Ag) 금속과 화합물 형성이 어려운 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 크롬(Cr), 아연(Zn), 로듐(Rh), 니켈(Ni), 인듐(In), 주석(Sn), 코발트(Co), 마그네슘(Mg), 루세늄(Ru), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 납(Pb), 망간(Mn), 레늄(Re), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 바나듐(V), 니오븀(Nb), 타이타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 탄탈륨(Ta), 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 베릴륨(Be), 및 란타넘(La) 계열 원소들 중 적어도 하나 이상이 적용된다.

반사층(230)의 주성분 즉 모체(matrix)가 되는 은(Ag) 금속에 첨가되는 용질 금속은 고온에서 열처리 시 열적 안정성 및 p형 클래드층(150) 예를 들면 p형 질화갈륨과 양질의 오믹접촉을 형성하기 적합한 비율로 첨가되고, 바람직하게는 용질원소의 은에 대한 첨가비율은 0.001 내지 49 웨이트 퍼센트 (weight %) 범위 내에서 적용된다. 여기서 웨이트 퍼센트는 첨가되는 원소 상호간의 중량비율을 말한다.

또한, 반사층(230)은 100 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.

이러한 반사층(230)은 전자빔 증착기(e-beam evaporator), 열 증착기(thermal evaporator), 스퍼터링 증착기(sputtering deposition), 레이저 증착기(pulsed laser deposition) 중 어느 하나로 형성하는 것이 바람직하다.

또한, 반사층(230)을 형성하기 위해 적용되는 증착온도는 20°C 내지 1500°C 범위내에서, 증착기 내의 압력은 대기압 내지 10^{-12} 토르 정도에서 수행한다.

또한, 반사층(230)을 증착 한 이후에 양질의 전기 및 기계적 특성을 향상시키고자 열처리(annealing)를 하는 것이 바람직하다.

열처리(annealing)는 반응기내의 온도를 100°C 내지 800°C에서 진공 또는 가스 분위기에서 10초 내지 3시간 정도 수행한다.

열처리 시 반응기 내에 투입되는 가스는 질소, 아르곤, 헬륨, 산소, 수소, 공기 중 적어도 하나 이상의 기체가 적용될 수 있다.

이러한 과정을 거쳐 형성되는 반사층(230)과 증래의 은 단독으로 반사층을 형성한 경우의 열적 안정성을 비교해 보기 위한 실험결과가 도 2에 도시되어 있다.

도 2에서 참조부호 a), b), c)는 순수 은으로 박막을 형성한 후 진공상태에서 열처리하면서 열처리 온도가 각각 상온, 400°C, 600°C일 때 박막 표면을 찍을 사진이고, 참조부호 d), e), f)는 은에 용질원소로 알루미늄을 첨가하여 형성한 박막에 대해 진공상태에서 열처리하면서 열처리 온도가 각각 상온, 400°C, 600°C에서 박막 표면을 찍을 사진이다.

도 2를 통해 확인할 수 있는 바와 같이 순수 은(Ag)은 400°C 근처에서 집괴(agglomeration) 현상이 일어나기 시작하여 600°C에서는 은(Ag) 금속 박막이 분해되는 열적으로 불안정한 모습을 보여 주고 있지만, 은(Ag)-알루미늄(Al)으로 형성된 박막은 열처리시 600°C 에서도 안정한 형상을 유지하고 있다.

한편, 반사층(230)의 집괴 현상을 보다더 억제할 수 있도록 반사층(230) 위에 집괴방지층을 더 형성할 수 있다.

이러한 구조가 도 3에 도시되어 있다. 앞서 도시된 도면에서와 동일 기능을 하는 요소는 동일 참조부호로 표기한다.

도면을 참조하면, 발광소자는 반사층(230) 위에 집괴 방지층(240)이 더 형성되어 있다.

여기서 p형 전극구조체는 반사층(230) 및 집괴방지층(240)을 포함한다.

집괴 방지층(agglomeration preventing layer : APL)(240)은 반사층(230)을 이루고 있는 은(Ag) 또는 은(Ag) 관련 합금의 집괴(agglomeration)현상을 방지할 수 있는 소재로 형성하는 것이 바람직하다.

바람직하게는 집괴 방지층(240)은 니켈(Ni) 및 니켈(Ni) 관련 합금 또는 고용체; 은(Ag) 및 은(Ag) 관련 합금 또는 고용체; 아연(Zn) 및 아연(Zn) 관련 합금 또는 고용체; 마그네슘(Mg) 및 마그네슘(Mg) 관련 합금 또는 고용체; 백금(Pt) 및 백금(Pt) 관련 합금 또는 고용체; 구리(Cu) 및 구리(Cu) 관련 합금 또는 고용체; 플라티늄(Pt) 및 플라티늄(Pt) 관련 합금 또는 고용체; 타이타늄 질화물(TiN), 고용점 금속(refractory metal) 또는 합금 또는 고용체 중 적어도 하나를 포함하여 형성된다.

여기서 고용점 금속은 타이타늄(Ti), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 탄탈륨(Ta), 바나듐(V), 레늄(Re) 중 어느 하나가 적용될 수 있다.

또한, 반사층(230)을 이루고 있는 은(Ag) 관련 합금 또는 고용체 성분들이 p형 클래드층(150)으로 확산되어 전기 및 광학적 특성이 열화되는 것을 억제하기 위한 확산방지층을 p형 클래드층(150)과 반사층(230) 사이에 형성할 수 있다.

이러한 구조의 예가 도 4에 도시되어 있다.

도 4를 참조하면, 발광소자는 p형클래드층(150)과 반사층(220) 사이에 형성된 확산방지층(220)을 구비한다.

확산방지층(220)은 순수한 은(Ag)으로 형성하는 것이 바람직하다.

은으로 형성된 확산방지층(220)은 후속공정을 통해 반사층(230)을 형성할 때 반사층(230)을 형성하고 있는 은(Ag) 관련 합금 또는 고용체 성분들의 p형 클래드층(150)으로의 확산을 억제시켜 전기 및 광학적 특성이 열화되는 것을 억제시킨다.

바람직하게는 확산방지층(220)은 10 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성한다.

이러한 확산방지층(220)은 앞서 도 3의 구조에도 적용할 수 있음은 물론이고, 그 예가 도 5에 도시되어 있다.

도 6는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 도면이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 p형 클래드층(150) 상부에 표면 개질층(210), 확산방지층(220), 반사층(230) 및 집괴방지층(240)이 순차적으로 적층된 구조를 갖는다.

여기서 p형 전극구조체는 표면 개질층(210), 확산방지층(220), 반사층(230) 및 집괴방지층(240)을 포함한다.

표면 개질층(210)은 후속공정을 통해 형성되는 확산방지층(220) 또는 반사층(230)의 은(Ag) 또는 은(Ag) 관련 합금 또는 고용체의 열적 안정성을 보다 안정적으로 확보하고자 적용된 것이다.

표면 개질층(210)은 니켈(Ni), 아연(Zn), 구리(Cu), 마그네슘(Mg) 및 이들 금속 관련 합금 또는 고용체와, 인듐(In), 아연(Zn), 주석(Sn), 구리(Cu), 은(Ag), 갈륨(Ga), 카드뮴(Cd) 금속 원소들 중 적어도 하나 이상의 성분과 산소로 형성된 투명 전도성 산화물(transparent conducting oxide) 중 어느 하나가 적용되는 것이 바람직하다.

또한, 표면 개질층(210)으로 투명 전도성 산화물이 적용되는 경우 전기 및 광학적 특성을 개선하고자 도판트(dopant)를 첨가할 수 있음은 물론이다.

표면 개질층(210)의 두께는 10 나노미터 이하로 하는 것이 바람직하다.

한편, 도 3 내지 도 6을 통해 설명된 발광소자는 기판(110)위에 p형 클래드층(150)까지 적층된 발광구조체에 앞서 도 1을 통해 설명된 증착방법으로 해당 p형 전극구조체를 증착하여 형성한 후 열처리과정을 거쳐 제조하면 된다.

열처리과정을 거치게 되면 열처리과정 이전 보다 광학적 특성인 빛 투과도 및 전기적 특성인 전류-전압특성이 향상된다.

발명의 효과

지금까지 설명된 바와 같이 본 발명에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, 열적 안정성이 향상되고 그에 따라 p형 클래드층과의 오믹접촉 특성이 개선되어 발광소자의 패키징 시 와이어 본딩 효율을 및 수율을 높일 수 있고, 낮은 비접촉 저항과 우수한 전류-전압 특성에 의해 소자의 발광효율 및 소자 수명을 향상시킬 수 있는 장점을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 플립칩형 질화물계 발광소자에 있어서,

은(Ag)에 용질원소가 첨가되어 상기 p형 클래드층 위에 형성된 반사층;을 구비하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 반사층의 상기 은(Ag)에 첨가되는 용질 원소는 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 크롬(Cr), 아연(Zn), 로듐(Rh), 니켈(Ni), 인듐(In), 주석(Sn), 코발트(Co), 마그네슘(Mg), 루세늄(Ru), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 납(Pb), 망간(Mn), 레늄(Re), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 바나듐(V), 니오븀(Nb), 타이타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 탄탈륨(Ta), 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 베릴륨(Be), La 계열의 원소 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 반사층 위에 은 집괴방지층이 더 형성되고,

상기 은 집괴방지층은 니켈(Ni), 은(Ag), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 백금(Pt), 구리(Cu), 플라티늄(Pt), 타이타늄(Ti), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 탄탈륨(Ta), 바나듐(V), 레늄(Re) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 또는 상기 선택된 어느 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체 또는 타이타늄 질화물(TiN) 중에서 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 반사층과 상기 p형클래드층 사이에 형성된 표면 개질층;을 더 구비하고,

상기 표면 개질층은 니켈(Ni), 아연(Zn), 구리(Cu), 마그네슘(Mg) 중 선택된 어느 하나의 원소 또는 상기 선택된 원소를 함유한 합금 또는 고용체, 또는 인듐(In), 아연(Zn), 주석(Sn), 구리(Cu), 은(Ag), 갈륨(Ga), 카드뮴(Cd) 중 적어도 하나 이상의 성분과 산소로 형성된 투명 전도성 산화물 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 반사층의 열처리 시 상기 용질원소가 상기 p형 클래드층의 표면으로의 확산을 방지하기 위해 은(Ag)으로 상기 반사층과 상기 p형클래드층 사이에 형성한 확산방지층;을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

청구항 6.

n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법에 있어서,

가. 기판 위에 상기 n형 클래드층, 활성층 및 p형 클래드층이 순차적으로 적층된 발광구조체의 상기 p형 클래드층 위에 용질원소를 은(Ag)에 첨가하여 반사층을 형성하는 단계와;

나. 상기 가단계를 거쳐 형성된 전극구조체를 열처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 용질 원소는 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 크롬(Cr), 아연(Zn), 로듐(Rh), 니켈(Ni), 인듐(In), 주석(Sn), 코발트(Co), 마그네슘(Mg), 루세늄(Ru), 이리듐(Ir), 백금(Pt), 금(Au), 납(Pb), 망간(Mn), 레늄(Re), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 바나듐(V), 니오븀(Nb), 타이타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 탄탈륨(Ta), 스칸듐(Sc), 이트륨(Y), 베릴륨(Be), La 계열의 원소 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

청구항 8.

제6항에 있어서,

상기 반사층 위에 은 집괴방지층을 형성하는 단계;를 더 포함하고,

상기 은 집괴 방지층은 니켈(Ni), 은(Ag), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 백금(Pt), 구리(Cu), 플라티늄(Pt), 타이타늄(Ti), 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 탄탈륨(Ta), 바나듐(V), 레늄(Re) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 또는 상기 선택된 어느 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체 또는 타이타늄 질화물(TiN) 중에서 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

청구항 9.

제6항에 있어서, 상기 반사층 형성단계 이전에 상기 p형클래드층 위에 표면 개질층을 형성하는 단계;를 더 포함하고,

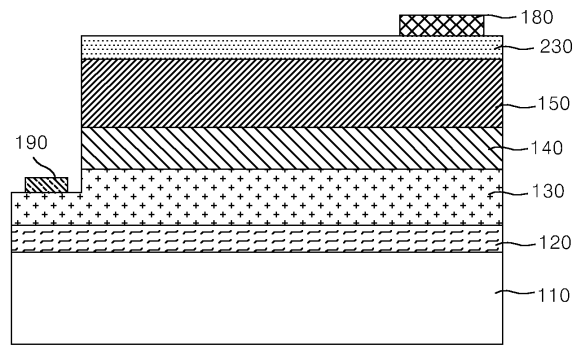
상기 표면 개질층은 니켈(Ni), 아연(Zn), 구리(Cu), 마그네슘(Mg) 중 선택된 어느 하나의 원소 또는 상기 선택된 원소를 함유한 합금 또는 고용체, 또는 인듐(In), 아연(Zn), 주석(Sn), 구리(Cu), 은(Ag), 갈륨(Ga), 카드뮴(Cd) 중 적어도 하나 이상의 성분과 산소로 형성된 투명 전도성 산화물 중 어느 하나로 형성하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

청구항 10.

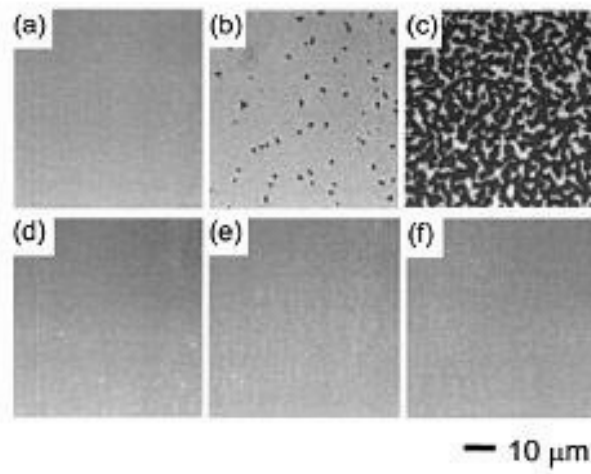
제6항에 있어서, 상기 반사층의 열처리 시 상기 반사층의 성분이 상기 p형 클래드층의 표면으로의 확산되는 것을 방지하기 위해 상기 반사층 형성단계 이전에 상기 p형 클래드층 위에 은(Ag)으로 확산방지층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

도면

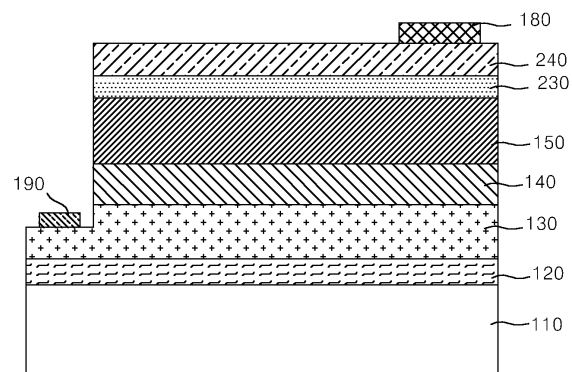
도면1



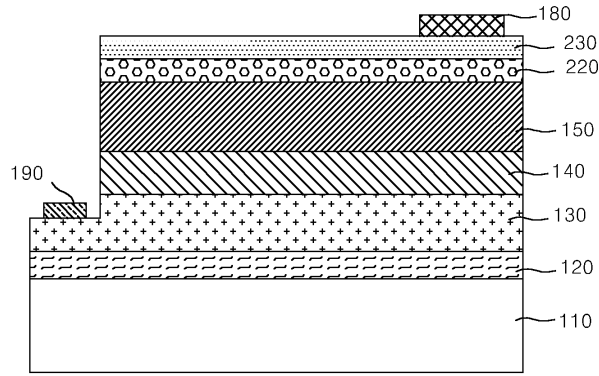
도면2



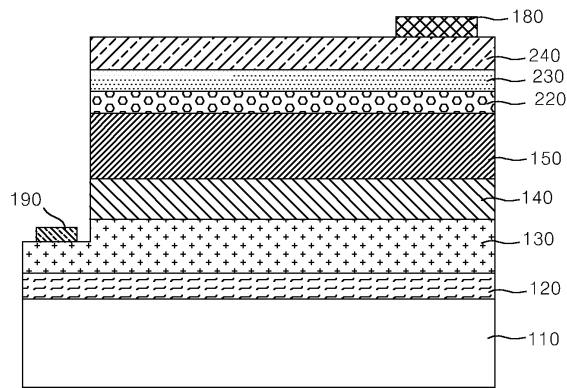
도면3



도면4



도면5



도면6

