

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> (11) 공개번호 10-2006-0005244  
H01L 33/00 (2006.01) (43) 공개일자 2006년01월17일

(21) 출원번호 10-2004-0054141  
(22) 출원일자 2004년07월12일

(71) 출원인 광주과학기술원  
광주 북구 오룡동 1번지

(72) 발명자 성태연  
광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과  
송준오  
광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과  
홍용기  
광주광역시 북구 오룡동 1번지 광주과학기술원 신소재공학과

(74) 대리인 이재량

심사청구 : 있음

(54) 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법

요약

본 발명은 플립칩형 질화물계 발광소자와 그 제조방법에 관한 것으로서, 질화물계 발광소자는 n형 클래드층과, 활성층 및 p형 클래드층이 순차적으로 적층되어 있고, p형 클래드층 위에 알루미늄 소재로 형성된 반사층과, p형 클래드층과 반사층 사이에 알루미늄의 확산을 억제시킬 수 있는 투명 전도성 소재로 형성된 투명 전도성 박막층을 구비한다. 이러한 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, 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.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

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

도 2는 본 발명의 제2 실시예에 따른 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,

도 3은 반사층이 생략된 구조의 발광소자에 대한 전류-전압 특성을 측정된 결과를 나타내 보인 그래프이고,

도 4는 본 발명에 따른 발광소자의 전류-전압 특성을 측정된 결과를 나타내 보인 그래프이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

110: 기판 130: n형 클래드층

140: 활성층 150: p형 클래드층

160: 개질 금속층 170: 투명 전도성 박막층

180: 반사층

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 상세하게는 발광효율을 향상시킬 수 있는 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.

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<sub>2</sub>O), 알루미늄(Al)을 이용한 플립칩 방식의 발광소자 개발의 필요성이 대두되고 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 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 불안정으로 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.

Menz 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<sub>x</sub>)/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 오믹접촉 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, 상기 p형 클래드층 위에 알루미늄 소재로 형성된 반사층과; 상기 p형 클래드층과 상기 반사층 사이에 상기 알루미늄의 확산을 억제시킬 수 있는 투명 전도성 소재로 형성된 투명 전도성 박막층; 을 구비한다.

상기 투명 전도성 박막층은 투명 전도성 산화물과 투명 전도성 질화물 중 어느 하나로 형성된 것이 바람직하다.

상기 투명 전도성 산화물은 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 마그네슘(Mg), 베릴륨(Be), 은(Ag), 이리듐(Ir), 로듐(Rh), 루세늄(Ru) 및 몰리브덴(Mo) 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 성분과 산소를 포함하여 형성된다.

또한, 상기 투명 전도성 질화물은 타이타늄 질화물(TiN)과 타이타늄 질화 산화물(Ti-N-O) 중 어느 하나가 적용된다.

바람직하게는 상기 반사층과 상기 투명 전도성 박막층 사이에 형성된 개질 금속층;을 더 구비하고, 상기 개질 금속층은 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 이리듐(Ir), 루세늄(Ru), 로듐(Rh), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 팔라듐(Pd) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 상기 원소들 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체 중 어느 하나로 형성된다.

상기 투명 전도성 박막층은 1 나노미터 내지 100나노미터의 두께로 형성되고, 상기 개질 금속층은 0.1 나노미터 내지 50 나노미터의 두께로 형성되고, 상기 반사층은 100 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성된 것이 바람직하다.

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 투명 전도성 박막층을 형성하는 단계와; 나. 상기 투명 전도성 박막층을 포함하는 구조체를 산소를 포함하는 기체 분위기에서 설정된 온도로 열처리하는 단계와; 다. 상기 투명 전도성 박막층에 알루미늄 소재로 반사층을 형성하는 단계와; 라. 상기 반사층을 포함하는 구조체를 질소, 아르곤, 진공 중 어느 하나의 분위기에서 열처리하는 단계;를 포함한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자를 보다 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 플립칩형 질화물계 발광소자는 기판(110), 버퍼층(120), n형 클래드층(130), 활성층(140), p형 클래드층(150), 투명 전도성 박막층(170) 및 반사층(180)이 순차적으로 적층된 구조로 되어 있다. 참조부호 190은 p형 전극패드이고, 200은 n형 전극패드이다.

여기서 기판(110)으로부터 p형클래드층(150)까지가 발광구조체에 해당하고, p형클래드층(150) 위에 적층된 투명 전도성 박막층(170)이 오믹 컨택트 구조체에 해당한다.

기판(110)은 사파이어( $Al_2O_3$ ), 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, Te등이 첨가되어 형성되고, 활성층은 InGaN/GaN MQW 또는 AlGaN/GaN MQW로 형성되며, p형 클래드층(150)은 GaN에 P형 도펀트로서 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등이 첨가되어 형성된다.

n형 클래드층(130)과 n형 전극패드(200) 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(190)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.

오믹 컨택트 구조체로 적용된 투명 전도성 박막층(170)은 후공정을 통해 형성될 반사층(180)의 소재인 알루미늄이 p형 클래드층(150)으로 확산되는 것을 억제시켜 알루미늄에 대한 확산 장벽 기능을 할 수 있으면서 높은 투광도 및 전도도를 제공할 수 있는 소재로 형성된다.

또한, 투명 전도성 박막층(170)은 p형 클래드층(150)의 실효 캐리어 농도를 높일 수 있고, p형 클래드층(150)을 이루고 있는 화합물 중 질소 이외의 성분과 우선적으로 반응성이 좋은 물질이 적용된다. 예를 들면, GaN계 화합물을 주성분으로 하는 발광소자의 경우 투명 전도성 박막층(170)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 투명 전도성 박막층(170)에 의해 p형 클래드층(150)과 투명 전도성 박막층(170)의 반응에 의해 p형 클래드층(150)의 표면에 갈륨 공공(vacancy)을 형성하게 된다. 이때 p형 클래드층(150)에 형성되는 갈륨 공공은 p형 도펀트로 작용하므로 p형 클래드층(150)과 투명 전도성 박막층(170)과의 반응에 의해 p형 클래드층(150) 표면의 실효 개리어 농도를 증가시키게 된다.

또한, 투명 전도성 박막층(170)은 p형 클래드층(150) 표면에 잔류하고 있으면서 계면에서 캐리어 흐름에 장애물 역할을 하는 자연 산화층인 갈륨산화물( $Ga_2O_3$ )을 환원시켜 쇼트키 장벽의 높이와 폭을 감소시킬 수 있는 물질이 적용된다.

이러한 조건을 만족시킬 수 있는 투명 전도성 박막층(170)의 소재로서 투명 전도성 산화물(transparent conducting oxide) 또는 투명 전도성 질화물이 적용될 수 있다.

투명 전도성 산화물은 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 마그네슘(Mg), 베릴륨(Be), 은(Ag), 이리듐(Ir), 로듐(Rh), 루세늄(Ru) 및 몰리브덴(Mo) 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 성분과 산소가 결합된 물질이 적용될 수 있다.

또한, 투명 전도성 질화물은 타이타늄 질화물(TiN) 또는 타이타늄 질화 산화물(Ti-N-O)이 적용된다.

투명 전도성 산화물 또는 투명 전도성 질화물에 전기적 특성을 향상시키기 위해 원소 주기율상의 금속 중 적어도 하나 이상의 원소를 도펀트로 첨가할 수 있다.

바람직하게는 투명 전도성 산화물 또는 투명 전도성 질화물에 첨가되는 도펀트의 첨가비율은 0.001 내지 20 중량 웨이트 퍼센트(wt%) 범위 내에서 적용한다. 여기서 웨이트 퍼센트는 첨가되는 물질 상호간의 중량 비율을 말한다.

투명 전도성 박막층(170)의 소재는 적용하고자 하는 발광소자의 용도에 따라 일함수(work function) 값과, 면 저항값(sheet resistance)을 고려하여 선택하면 된다.

투명 전도성 박막층(170)의 두께는 적절한 빛 투과도와 전기 전도성을 갖도록 1 나노미터 내지 100 나노미터의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.

반사층(180)은 450 나노미터 이하의 단파장용 빛 반사율이 높고 열적 안정성이 뛰어난 알루미늄(Al)으로 형성된다.

반사층(180)은 적절한 반사율을 제공할 수 있도록 100 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께를 갖는 후막으로 형성된다.

이러한 구조의 발광소자에서 투명 전도성 박막층(170)은 앞서 설명된 소재로 형성한 후 산소 또는 공기 분위기에서 적절한 온도로 열처리를 하면 높은 빛 투과도 즉, 400나노미터의 파장대에서 90%이상의 투과율을 갖고, 낮은 면저항값( $10\Omega/\square$  이하)를 갖는 투명 전도성 물질이 됨과 동시에 p형 클래드층(150) 표면 위에 잔류하고 있으며 계면에서 캐리어 흐름에 장애물 역할을 하는 자연 산화층인 갈륨산화물( $Ga_2O_3$ )을 환원시켜 쇼트키 장벽(Schottky barrier)의 높이(height)와 폭(width)을 감소시키고, 오믹접촉 형성에 유리한 터널링(tunneling) 효과를 유발하여 전기적 특성을 향상시키고, 100%에 근접한 빛 투과도를 갖는다.

또한, 투명 전도성 박막층(170)은 알루미늄으로 반사층(180)이 형성될 때 알루미늄이 p형 클래드층(150)으로 확산/접촉되는 것을 억제시킨다.

도 2는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자를 나타내 보인 단면도이다. 앞서 도시된 도면에서와 동일 기능을 하는 요소는 동일 참조부호로 표기한다.

도면을 참조하면, 발광소자는 기판(110), 버퍼층(120), n형 클래드층(130), 활성층(140), p형 클래드층(150), 개질 금속층(160), 투명 전도성 박막층(170) 및 반사층(180)이 순차적으로 적층된 구조로 되어 있다.

개질 금속층(160)은 p형 클래드층(150)과 투명 전도성 박막층(170)과의 오믹접촉을 향상시키기 위해 적용된 것이다.

개질 금속층(160)은 높은 전기 전도도를 갖으면서 800°C 이하의 온도 및 산소를 포함하는 기체 분위기에서 열처리시 쉽게 전도성 나노상(nano phase) 산화물 입자로 분해 및 형성될 수 있는 소재로 형성한다.

이러한 조건을 갖춘 개질 금속층(160)용 소재로서 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 팔라듐(Pd) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 상기 원소들 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체를 적용하는 것이 바람직하다.

개질 금속층(160)의 두께는 열처리시 쉽게 전도성 나노상 입자로 분해 및 형성될 수 있는 두께인 0.1 나노미터 내지 50 나노미터로 형성한다.

투명 전도성 산화물(170)은 앞서 설명된 소재로 형성하면 된다.

이하에서는 이러한 구조의 발광소자를 제조하는 과정을 설명한다.

먼저, 기판(110)위에 버퍼층(120), n형 클래드층(130), 활성층(140) 및 p형 클래드층(150)을 순차적으로 형성시킨다.

이후 n형 전극패드(200)를 형성하기 위한 공간을 확보하기 위해 p형 클래드층(150)부터 n형 클래드층(130)의 일부까지 식각하여 메사(MESA) 구조를 형성시킨다.

다음은 도 1의 구조를 적용할 경우 p형 클래드층(150) 위에 투명 전도성 박막층(170) 단독으로 형성하고, 도 2의 구조를 적용할 경우 개질 금속층(160) 및 투명 전도성 박막층(170)을 순차적으로 형성시킨다.

투명 전도성 박막층(170) 또는 개질 금속층(160) 및 투명 전도성 박막층(170)은 전자빔 증착기, PVD(physical vapor deposition), CVD(chemical vapor deposition), PLD(plasma laser deposition), 이중형의 열증착기(dual-type thermal evaporator) 스퍼터링(sputtering) 등 공지된 증착방법에 의해 형성하면 된다.

또한 증착온도는 20℃ 내지 1500℃ 범위내에서, 증착기 내의 압력은 대기압 또는  $10^{-12}$ 토르를 적용한다.

p형 클래드층(150) 위에 투명 전도성 박막층(170) 또는 개질 금속층(160) 및 투명 전도성 박막층(170)을 형성한 이후에는 구조체를 산소를 포함하는 기체 분위기 즉, 산소 분위기 또는 공기분위기에서 열처리를 한다.

열처리시 반응기 내의 온도는 100℃ 내지 800℃ 에서 10 초 내지 3 시간 수행한다.

이후, 투명 전도성 박막층(170) 위에 알루미늄으로 반사층(180)을 형성한다.

반사층(180)은 앞서 설명된 증착방식에 의해 증착하면 된다.

반사층(180) 형성 이후에는 구조체를 반사층(180)의 접착력 및 열적 안정성을 향상시키기 위해 진공, 질소 및 아르곤 중 어느 하나의 분위기에서 반응기 내의 온도를 100℃ 내지 800℃로 하여 10 초 내지 3 시간 수행한다.

실험에 의하면 반사층(180)의 열처리시 위에 열거된 진공, 질소 및 아르곤 이외의 분위기에서 처리하게 되면 특성이 열화됨을 확인하였다.

이러한 공정으로 제작된 발광소자의 특성을 측정한 실험결과가 도 3 및 도 4에 도시되어 있다.

도 3은 p형 클래드층 상부에 Ag/ITO를 순차적으로 적층한 후, 330 내지 530℃, 공기 분위기에서 열처리를 행한 후 제작된 발광소자에 대해 전류-전압 특성을 측정한 그래프이다.

도 4는 p형 클래드층 상부에 Ag/ITO를 순차적으로 적층한 후, 330 내지 530℃, 공기 분위기에서 열처리를 행한 후 알루미늄 반사층을 증착하고, 330℃ 진공에서 열처리하여 얻은 전류-전압 특성을 측정한 그래프이다.

도 3 및 도 4의 비교를 통해 알 수 있는 바와 같이 알루미늄으로 반사층(180)을 더 형성하고 열처리한 구조가 전류-전압 구동 특성이 향상됨을 알 수 있다.

## 발명의 효과

지금까지 설명된 바와 같이 본 발명에 따른 플립칩형 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, 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.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

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

상기 p형 클래드층 위에 알루미늄 소재로 형성된 반사층과;

상기 p형 클래드층과 상기 반사층 사이에 상기 알루미늄의 확산을 억제시킬 수 있는 투명 전도성 소재로 형성된 투명 전도성 박막층;을 구비하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

**청구항 2.**

제1항에 있어서,

상기 투명 전도성 박막층은 투명 전도성 산화물과 투명 전도성 질화물 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

**청구항 3.**

제2항에 있어서,

상기 투명 전도성 산화물은 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 마그네슘(Mg), 베릴륨(Be), 은(Ag), 이리듐(Ir), 로듐(Rh), 루세늄(Ru) 및 몰리브덴(Mo) 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 성분과 산소를 포함하여 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

**청구항 4.**

제2항에 있어서, 상기 투명 전도성 질화물은 타이타늄 질화물(TiN)과 타이타늄 질화 산화물(Ti-N-O) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

**청구항 5.**

제1항에 있어서,

상기 반사층과 상기 투명 전도성 박막층 사이에 형성된 개질 금속층;을 더 구비하고,

상기 개질 금속층은 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 이리듐(Ir), 루세늄(Ru), 로듐(Rh), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 팔라듐(Pd) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 상기 원소들 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체 중 어느 하나로 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

**청구항 6.**

제5항에 있어서, 상기 투명 전도성 박막층은 1 나노미터 내지 100나노미터의 두께로 형성되고, 상기 개질 금속층은 0.1 나노미터 내지 50 나노미터의 두께로 형성되고, 상기 반사층은 100 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성된 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자.

### 청구항 7.

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 투명 전도성 박막층을 형성하는 단계와;

나. 상기 투명 전도성 박막층을 포함하는 구조체를 산소를 포함하는 기체 분위기에서 설정된 온도로 열처리하는 단계와;

다. 상기 투명 전도성 박막층에 알루미늄 소재로 반사층을 형성하는 단계와;

라. 상기 반사층을 포함하는 구조체를 질소, 아르곤, 진공 중 어느 하나의 분위기에서 열처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

### 청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 투명 전도성 박막층은

인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 갈륨(Ga), 마그네슘(Mg), 베릴륨(Be), 은(Ag), 이리듐(Ir), 로듐(Rh), 루세늄(Ru) 및 몰리브덴(Mo) 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 성분과 산소를 포함하여 형성된 투명전도성 산화물과 타이타늄 질화물(TiN), 타이타늄 질화 산화물(Ti-N-O) 중 어느 하나로 형성하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

### 청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 투명 전도성 박막층 형성단계 이전에 상기 p형클래드층 위에 개질 금속층을 형성하는 단계;를 더 포함하고,

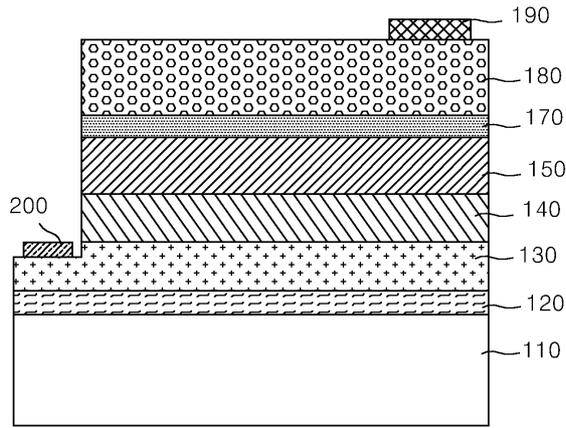
상기 개질 금속층은 인듐(In), 주석(Sn), 아연(Zn), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 이리듐(Ir), 루세늄(Ru), 로듐(Rh), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 팔라듐(Pd) 중에서 선택된 어느 하나의 원소, 상기 원소들 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하는 합금, 고용체 중 어느 하나로 형성하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

### 청구항 10.

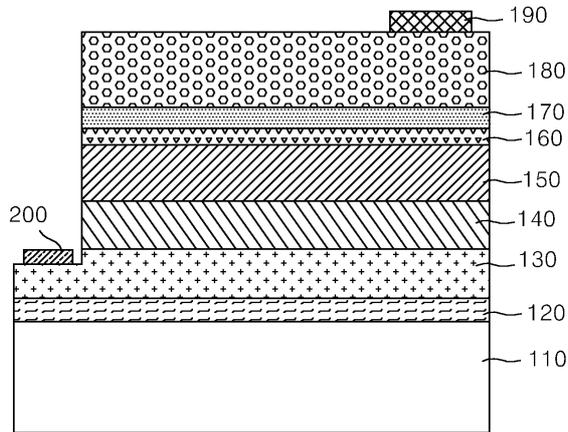
제9항에 있어서, 상기 투명 전도성 박막층은 1 나노미터 내지 100나노미터의 두께로 형성하고, 상기 개질 금속층은 0.1 나노미터 내지 50나노미터의 두께로 형성하고, 상기 반사층은 100 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 플립칩형 질화물계 발광소자의 제조방법.

도면

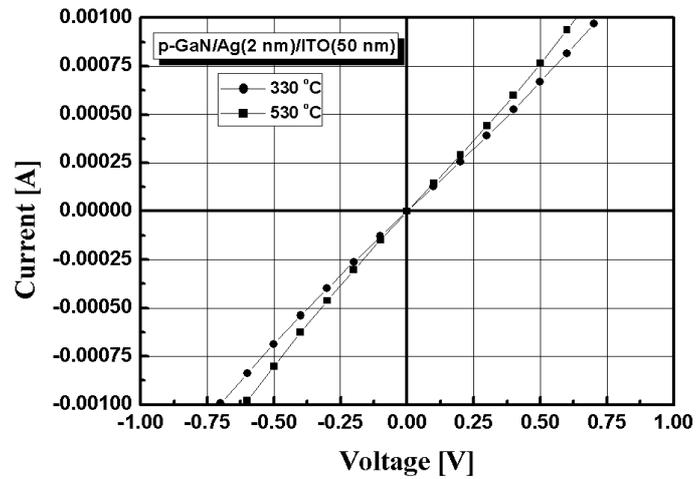
도면1



도면2



도면3



도면4

