

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 33/00

(11) 공개번호 10-2005-0046455  
(43) 공개일자 2005년05월18일

(21) 출원번호 10-2003-0080719  
(22) 출원일자 2003년11월14일

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

(72) 발명자 성태연  
광주광역시북구오룡동1번지광주과학기술원신소재공학과  
송준오  
광주광역시북구오룡동1번지광주과학기술원신소재공학과

(74) 대리인 이영필  
이재량

심사청구 : 있음

(54) 질화물계 발광소자 및 그 제조방법

요약

본 발명은 인듐 주석 산화물 보다 더 큰 일함수 값을 갖는 투명 전도성 산화물을 질화물계 발광소자의 투명전극으로 적용한 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다. 질화물계 발광소자는 기판, n형 클래드층, 활성층, p형 클래드층, 오믹컨택트층이 순차적으로 적층되어 있고, 오믹컨택트층은 인듐주석 산화물 보다 큰 일함수 값을 지닌 투명 전도성 산화물 박막층 단독 또는 금속이 도판트로 첨가된 박막층으로 형성된다. 이러한 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, p형 클래드층과의 오믹접촉 특성이 개선되어 우수한 전류-전압 특성을 나타낼 뿐만 아니라, 투명전극이 갖는 높은 빛 투과성으로 인해 소자의 발광효율을 높일 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,
- 도 2는 본 발명의 제2실시예에 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,
- 도 3은 본 발명의 제3실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,
- 도 4은 본 발명의 제4실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,
- 도 5는 본 발명의 제5실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이고,
- 도 6은 본 발명의 제6실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 제7실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

110: 기판 150: P형 클래드층

220: 금속삽입층 230: 오믹컨택트층

240: 금속캡핑층 250: 반사층

260: 보호층

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 상세하게는 인듐 주석 산화물(ITO) 보다 더 큰 일함수(work function) 값을 지닌 투명 전도성 산화물을 투명전극으로 적용한 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

현재 전도성 투명산화물 박막은 광전자분야, 디스플레이 분야 및 에너지 산업 분야에서 다양하게 이용되고 있다. 특히, 발광소자 분야에서는 원활한 홀 주입(hole injection) 및 빛 방사(light emission) 역할을 하는 전도성 투명 박막전극을 적용하기 위해 많은 대학 및 연구소 등에서 활발하게 연구 중에 있다.

여러 전도성 투명산화물 중에서 가장 활발하게 연구 개발되고 있는 물질은 인듐 산화물( $In_2O_3$ ), 주석 산화물( $SnO_2$ ), 또는 인듐 주석산화물(ITO) 등인데, 이들은 상대적으로 작은 일함수 값을 지니고 있어, 질화물계 발광 다이오드의 투명전극으로 이용 시 전기 및 화학적으로 여러 문제점들을 지니고 있다.

첫째, 위에 열거된 전도성 투명산화물들은 p형 질화물계의 일함수 값에 비해 상대적으로 작은 일함수 값을 지니고 있어, 큰 전류 주입 장벽을 형성하여 원활한 홀 주입(hole injection)이 어렵게 함으로써, 높은 발광효율을 지닌 소자를 구현할 수 없는 단점이 있다.

둘째, 위에 열거된 전도성 투명산화물들은 질화물계 발광 다이오드에서 출사되는 빛 중 청색 영역에 대해서는 낮은 빛 투과도를 갖기 때문에, 청색 등의 단파장 영역의 빛을 발하는 소자에 적용하기가 어렵다.

한편, 질화물계를 대표로 하는 질화물계 반도체를 이용한 발광다이오드 또는 레이저 다이오드와 같은 발광소자를 구현하기 위해서는 반도체와 전극간의 오믹접촉 구조가 매우 중요하다.

이러한 질화물계 발광소자는 탑에미트형 발광다이오드(top-emitting light emitting diodes: TLEDs)와 플립칩 발광다이오드(flip-chip light emitting diodes: FCLEDs)로 분류된다.

현재 일반적으로 널리 사용되고 있는 탑에미트형 발광다이오드는 p형 클래드층과 접촉하고 있는 오믹컨택트층을 통해 광이 출사되게 형성된다. 또한, 탑에미트형 발광다이오드는 p형 클래드층의 낮은 홀농도로 인해 양질의 오믹컨택트층이 절대적으로 필요하다. 따라서 오믹컨택트층은 낮은 전기 전도성을 보상할 수 있도록 저 저항값을 갖고 높은 빛 투과도를 지닌 층으로 형성하여 원활한 홀 주입(hole injection) 및 빛 방출(light emission) 역할을 제공할 수 있는 것이 요구된다.

이러한 탑에미트형 발광다이오드는 일반적으로 p형 클래드층 위에 니켈(Ni)층과 금(Au)층을 순차적으로 적층한 구조가 이용되고 있다.

니켈/금층은 산소( $O_2$ )분위기에서 열처리하여  $10^{-3} \sim 10^{-4} \Omega cm^2$  정도의 우수한 비접촉저항을 갖는 반투명 오믹 접촉층(semi-transparent ohmic contact layer)을 형성하는 것으로 알려져 있다.

이러한 반투명 오믹접촉층의 낮은 비접촉저항은  $500^\circ C$  내지  $600^\circ C$  정도의 온도 및 산소분위기에서 열처리할 때 p형 클래드층을 이루고 있는 질화물과 오믹접촉층으로 적용된 니켈층의 계면에서 p형 반도체 산화물인 니켈산화물(NiO)이 섬(island) 모양으로 형성되어 있는 금(Au)층 사이 및 상층부에 형성되어 있어 쇼트키 장벽의 높이(Schottky barrier height: SBH)를 감소시키게 되어 p형 클래드층 표면 부근에 다수캐리어인 홀(hole)을 용이하게 공급한다.

또한, 니켈/금층을 p형 클래드층 위에 형성한 후, 열처리하면 Mg-H 금속간 화합물을 제거하여 질화물 표면에서 마그네슘 도판트(dopant) 농도를 증가시키는 재활성화(reactivation) 과정을 통해서 p형 클래드층의 표면에서 이러한 실효캐리어 농도가  $10^{18}$  이상이 되게 하여 p형 클래드층과 산화니켈을 함유한 오믹컨택트층 사이에 터널링 전도를 일으켜 낮은 비접촉 저항값을 지닌 오믹전도 특성을 보이는 것으로 이해되고 있다.

그러나, 니켈/금으로 형성되는 반투명 박막전극을 이용한 탑에미트형 발광다이오드는 빛의 투과도를 저해하고 있는 금(Au)을 포함하고 있어 발광효율이 낮아 차세대 대용량 및 고휘도 발광소자를 구현하는데는 한계점을 드러내고 있다.

또한, 발광다이오드 작동시 발생하는 열의 방출과 빛의 발광 효율을 증가시키고자 반사층을 적용하여 투명 기판인 사파이어를 통해서 빛을 방사하는 플립칩 발광다이오드 구조에서도 반사층의 산화 및 나쁜 접착성에 의해 높은 저항을 갖는 등의 많은 문제점들이 있다.

따라서, 이러한 탑에미트형 및 플립칩 발광다이오드의 소자의 한계를 다소나마 극복하고자, 기존에 p형 오믹컨택트층으로 사용되고 있는 반투명의 니켈/금 구조보다 우수한 빛 투과도를 갖는 투명전도성 산화물, 예를 들면 ITO를 이용하고자 하는 연구내용이 문헌[T. Margalith et al., Appl. Phys. Lett. Vol.74, p3930 (1999)]을 통해 보고되고 있다. 최근 ITO 오믹컨택트층을 이용하여 기존의 니켈/금 구조와 비교시 보다 향상된 출력(output power)을 나타내는 탑에미트형 발광다이오드를 구현하였다는 내용이 문헌[Solid-State Electronics vol.47, p849 (2003)]을 통해 보고되고 있다. 그러나, 이러한 구조의 오믹컨택트층은 발광소자의 출력을 증대시킬 수 있는 반면, 상대적으로 높은 동작전압을 나타내는 문제점을 갖고 있는데, 그 근본적인 원인은 앞서 설명된 바와 같이 p형 질화갈륨의 일함수 값에 비해 상대적으로 작은 값을 지니고 있어, p형 질화갈륨과 ITO 전극 사이의 계면에 높은 쇼트키 장벽(schottky barrier)을 형성하여 원활한 홀 주입이 어려워 많은 열 발생과 이로 인하여 짧은 소자 수명 등을 야기한다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위하여 창안된 것으로서, 상대적으로 큰 일함수 값을 지니면서도 낮은 비 접촉 저항과 높은 빛 투과도를 제공할 수 있는 투명 전극을 적용한 질화물계 발광소자 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**발명의 구성 및 작용**

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 질화물계 발광소자는 n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 질화물계 발광소자에 있어서, 상기 p형 클래드층 위에 투명 전도성 산화물로 형성된 오믹컨택트층;을 구비하고, 상기 투명 전도성 산화물은 갈륨, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제1 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제2 투명 전도성 산화물, 갈륨, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제3 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제4투명 전도성 산화물들 중 어느 하나가 적용된다.

바람직하게는 상기 투명 전도성 산화물은 상기 주성분에 대해 전기적 특성을 조절하기 위한 금속이 도판트로서 더 포함된다. 여기서 도판트로 적용되는 금속은 원소 주기율표상에서 금속으로 분류된 원소가 적용된다.

또한, 상기 투명 전도성 산화물에 대한 상기 도판트의 첨가비는 0.001 내지 20 웨이트 퍼센트로 적용되는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 오믹컨택트층 위에 Ag, Al, Zn, Mg, Ru, Ti, Rh, Cr, Pt 원소 중 적어도 하나를 포함하여 형성된 반사층;을 더 구비한다.

또한, 상기 반사층 위에 Ni, Pt, Pd, Zn 중 적어도 하나를 포함하는 화합물과, TiN 중 어느 하나로 형성된 보호층;을 더 구비한다.

본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 오믹컨택트층 상부에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함하여 형성된 금속 캡핑층;을 더 구비한다.

상기 금속캡핑층 위에 반사층이 더 형성될 수 있다.

또한, 상기 p형 클래드층과 상기 오믹컨택트층 사이에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함하여 형성된 금속 삽입층;을 더 구비한다.

또한, 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 질화물계 발광소자의 제조방법은 n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 질화물계 발광소자의 제조방법에 있어서, 가. 기판 위에 n형 클래드층, 활성층 및 p형 클래드층이 순차적으로 적층된 발광구조체의 상기 p형 클래드층 위에 투명 전도성 산화물로 오믹컨택트층을 형성하는 단계와; 나. 상기 가 단계를 거친 전극 구조체를 열처리하는 단계;를 포함하고, 상기 가 단계에서 상기 투명 전도성 산화물은 갈륨, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제1 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제2 투명 전도성 산화물, 갈륨, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제3 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제4투명 전도성 산화물들 중 어느 하나가 적용된다.

상기 투명 전도성 산화물은 상기 주성분에 대해 전기적 특성을 조절하기 위한 금속이 도판트로서 더 포함되는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 오믹컨택트층 상부에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하여 금속 캡핑층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 오믹컨택트층 위에 Ag, Al, Zn, Mg, Ru, Ti, Rh, Cr, Pt를 포함하는 원소 중 적어도 하나를 포함하여 반사층을 형성하는 단계;를 더 포함한다.

바람직하게는 상기 반사층 위에 Ni, Pt, Pd, Zn 중 적어도 하나를 포함하는 화합물과 TiN 중 적어도 하나를 포함하여 보호층을 형성하는 단계;를 더 포함한다.

또한, 상기 p형 클래드층과 상기 오믹컨택트층 사이에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하여 금속 삽입층을 형성하는 단계;를 더 포함한다.

상기 열처리단계는 100도 내지 800도에서 10초 내지 3시간 동안 수행하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 열처리 단계는 상기 전극구조체가 내장된 반응기내에 질소, 아르곤, 헬륨, 산소, 수소, 공기 중 적어도 하나를 포함하는 기체 분위기에서 수행한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 질화물계 발광소자 및 그 제조방법을 보다 상세하게 설명한다.

이하의 설명에서 참조되는 도면들에서 동일기능을 하는 요소는 동일 참조부호로 표기한다.

도 1은 본 발명의 제1실시에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 기판(110), 버퍼층(120), n형 클래드층(130), 활성층(140), p형 클래드층(150), 오믹컨택트층(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 구조체가 p형 전극구조체에 해당한다.

기판(110)은 사파이어(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 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<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>z</sub>N(0≤x≤1, 0≤y≤1, 0≤z≤1, 0≤x+y+z≤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 GaN화합물을 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(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 형성 된다.

오믹컨택트층(230)은 p형 전극구조체로서 적용된 것으로 인듐 주석 산화물(ITO)의 일함수(work-function) 값인 4.7 eV 보다 큰 일함수 값을 갖는 투명 전도성 산화물이 적용된다.

이러한 조건을 만족하는 투명 전도성 산화물은 이하에 열거된 제1 내지 제4 투명 전도성 산화물 중 어느 하나가 적용되는 것이 바람직하다.

제1 투명 전도성 산화물은 일함수(work function) 값이 5.1 eV 인 갈륨(Ga)-인듐(In)-산소(O)를 주성분으로 하여 형성 된다.

제2 투명 전도성 산화물은 일함수 값이 5.1 eV 인 아연(Zn)-인듐(In)-산소(O)를 주성분으로 하여 형성된다.

제3 투명 전도성 산화물은 일함수 값이 5.4 eV 인 갈륨(Ga)-인듐(In)-주석(Sn)-산소(O)를 주성분으로 하여 형성된다.

제4 투명 전도성 산화물은 일함수 값이 6.1 eV 인 아연(Zn)-인듐(In)-주석(Sn)-산소(O)를 주성분으로 하여 형성된다.

상기 제1 내지 제4 투명 전도성 산화물 각각의 성분 요소간의 성분비는 특별하게 한정하지 않는다.

바람직하게는 오믹컨택트층(230)에 적용되는 투명 전도성 산화물은 상기 주성분에 대해 p형 질화갈륨과의 양질의 오믹컨택트층(230)을 용이하게 형성하기 위해서 원소 주기율표상의 금속 성분 중 적어도 하나 이상의 원소를 도판트로 첨가될 수 있다.

오믹컨택트층(230)을 형성하는 투명 전도성 산화물의 적절한 전기적 특성을 갖게 하기 위해서 첨가되는 도판트의 첨가 비율은 0.001 내지 20 웨이트 퍼센트 (weight %) 범위 내에서 적용된다. 여기서 웨이트 퍼센트는 첨가되는 원소 상호간의 중량비율을 말한다.

또한, 오믹컨택트층은 1 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.

이러한 오믹컨택트층(230)은 전자빔 증착기(e-beam evaporator), 열 증착기(thermal evaporator), 스퍼터링 증착기(sputtering deposition), 레이저 증착기(pulsed laser deposition) 중 어느 하나로 앞서 설명된 물질을 출발물질로 적용하여 증착에 의해 형성하는 것이 바람직하다.

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

또한, 오믹컨택트층(230)을 형성한 후에는 열처리(annealing)과정을 거치는 것이 바람직하다.

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

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

도 2는 본 발명의 제2실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 오믹컨택트층(230) 상부에 금속 캡핑층(240)이 더 형성되어 있다.

여기서, p형 전극구조체는 오믹컨택트층(230) 및 금속 캡핑층(240)을 포함한다.

금속캡핑층(240)은 오믹컨택트층(230)인 투명 전도성 산화물의 면 저항(sheet resistance) 등의 전기적인 특성을 조절할 수 있는 소재로 형성된다.

즉, 금속 캡핑층(240)은 증착후 열처리시 또 다른 전도성 투명산화물을 형성할 수 있고, 갈륨관련 화합물인 겔라이드(Gallide)를 용이하게 형성하여 질화갈륨 최상층의 유효 캐리어(홀) 농도를 증가시킬 수 있는 물질로 형성한다.

이러한 조건에 적합한 금속캡핑층(240)은 Ni,  $Ni_xO_y$ , Au, Pt, Pd, Mg, Cu,  $Cu_xO_y$ , Zn, Ag, Sc, Co,  $Co_xO_y$ , Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함하여 형성된다.

상기 금속 캡핑층(240)은 1 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성된다.

도 3은 본 발명의 제3실시예에 따른 p형 전극구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 오믹컨택트층(230)과 p형 클래드층(150) 사이에 금속 삽입층(220)이 더 형성되어 있다.

p형 전극구조체는 금속 삽입층(220) 및 오믹컨택트층(230)을 포함한다.

바람직하게는 금속 삽입층(220)도 앞서 설명된 금속캡핑층(240)과 같이 증착후 열처리시 또 다른 전도성 투명산화물을 형성할 수 있고, 갈륨관련 화합물인 겔라이드(Gallide)를 용이하게 형성하여 질화갈륨 최상층의 유효 캐리어(홀) 농도를 증가시킬 수 있는 물질로 형성한다.

이러한 조건에 적합한 금속 삽입층(220)의 소재로는 Ni,  $Ni_xO_y$ , Au, Pt, Pd, Mg, Cu,  $Cu_xO_y$ , Zn, Ag, Sc, Co,  $Co_xO_y$ , Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택되는 1종 또는 2종의 합금, 고용체, 또는 산화물이 적용된다.

이러한 금속 삽입층(220)은 오믹컨택트층(230) 및 p형 클래드층(150)의 캐리어 농도 조절 뿐만 아니라 열처리시 또 다른 전도성 투명산화물의 형성 및 갈륨 관련 화합물인 겔라이드(Gallide)를 형성할 수 있어 더욱 더 우수한 p형 클래드층(150)과의 오믹접촉을 형성하는데 유리하게 작용할 수 있다.

금속 삽입층(220)은 1 나노미터 내지 1000 나노미터의 두께로 형성하는 것이 바람직하다.

도 4는 본 발명의 제4실시예에 따른 p형 전극 구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 오믹컨택트층(230)위에 반사층(250)을 갖는다.

여기서 p형 전극구조체는 오믹컨택트층(230)과 반사층(250)을 포함한다.

반사층(250)은 플립칩구조의 발광소자를 구현하기 위해 적용된 것으로 Ag, Al, Zn, Mg, Ru, Ti, Rh, Cr, Pt 를 포함하는 원소중 적어도 하나를 포함하여 형성하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 반사층(250)은 10 나노미터 내지 2000 나노미터의 두께로 형성한다.

또한, 반사층(250)은 도 2 및 3의 발광소자의 구조에도 추가로 적용될 수 있다. 즉, 도 2의 발광소자에서 금속캡핑층(240) 위에 앞서 설명된 소재로 반사층(250)을 더 형성할 수 있고, 도 3의 발광소자에서 오믹컨택트층(230) 위에 앞서 설명된 소재로 반사층(250)을 더 형성할 수 있다.

도 5는 본 발명의 제5실시예에 따른 p형 전극 구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 오믹컨택트층(230)위에 반사층(250)과 보호층(260)이 순차적으로 적층된 구조를 갖는다.

보호층(260)은 플립칩 발광소자의 구조에서 p형 전극패드(180)와의 접착성을 높이고 반사층(250)의 산화를 억제하여 내구성을 높이기 위해 적용된 것이다.

보호층(260)은 Au, Ni, Pt, Pd, Zn, Zn 관련 합금 또는 고용체, TiN 중 적어도 하나를 포함하여 형성된다.

도 6은 본 발명의 제6실시예에 따른 p형 전극 구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 오믹컨택트층(230) 위에 금속 캡핑층(240), 반사층(250) 및 보호층(260)이 순차적으로 적층된 구조를 갖는다.

여기서 p형전극구조체는 오믹컨택트층(230), 금속 캡핑층(240), 반사층(250) 및 보호층(260)을 포함한다.

도 6에 도시된 각 층은 앞서 설명된 소재로 형성된다.

도 7은 본 발명의 제7실시예에 따른 p형 전극 구조체가 적용된 발광소자를 나타내 보인 단면도이다.

도면을 참조하면, 발광소자는 도 3의 발광소자의 구조에 반사층(250) 및 보호층(260)이 추가로 더 적층된 구조를 갖고 있다.

도 7에 도시된 각 층은 앞서 설명된 소재로 형성된다.

한편, 도 1 내지 도 7을 통해 설명된 발광소자는 기판(110)위에 p형 클래드층(150)까지 적층된 발광구조체에 앞서 도 1을 통해 설명된 증착방법으로 해당 p형 전극구조체를 순차적으로 증착하여 형성한 후 열처리과정을 거쳐 제조하면 된다.

열처리과정을 거치게 되면 열처리과정 이전 보다 전류-전압특성이 향상된다.

### 발명의 효과

지금까지 설명된 바와 같이 본 발명에 따른 질화물계 발광소자 및 그 제조방법에 의하면, 상대적으로 큰 일함수 값을 지닌 투명 전도성 박막전극층을 적용함으로써 p형 클래드층과의 오믹접촉 특성이 개선되어 우수한 전류-전압 특성을 나타낼 뿐만 아니라, 투명전극이 갖는 높은 빛 투과성으로 인해 소자의 발광효율을 높일 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

n형 클래드층과 p형 클래드층 사이에 활성층을 갖는 질화물계 발광소자에 있어서,

상기 p형 클래드층 위에 투명 전도성 산화물로 형성된 오믹컨택트층;을 구비하고,

상기 투명 전도성 산화물은 갈륨, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제1 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제2 투명 전도성 산화물, 갈륨, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제3 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제4투명 전도성 산화물들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 투명 전도성 산화물은 상기 주성분에 대해 전기적 특성을 조절하기 위한 금속이 도판트로서 더 포함된 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 투명 전도성 산화물에 대한 상기 도판트의 첨가비는 0.001 내지 20 웨이트 퍼센트인 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 오믹컨택트층 위에 Ag, Al, Zn, Mg, Ru, Ti, Rh, Cr, Pt 원소 중 적어도 하나를 포함하여 형성된 반사층;을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 반사층 위에 Ni, Pt, Pd, Zn 중 적어도 하나를 포함하는 화합물과, TiN 중 어느 하나로 형성된 보호층;을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 오믹컨택트층 상부에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함하여 형성된 금속 캡핑층;을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 7.

제1항, 제4항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 p형 클래드층과 상기 오믹컨택트층 사이에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 원소를 포함하여 형성된 금속 삽입층;을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자.

## 청구항 8.

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

가. 기판 위에 n형 클래드층, 활성층 및 p형 클래드층이 순차적으로 적층된 발광구조체의 상기 p형 클래드층 위에 투명 전도성 산화물로 오믹컨택트층을 형성하는 단계와;

나. 상기 가 단계를 거친 전극 구조체를 열처리하는 단계;를 포함하고,

상기 가 단계에서 상기 투명 전도성 산화물은 갈륨, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제1 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제2 투명 전도성 산화물, 갈륨, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제3 투명 전도성 산화물, 아연, 인듐, 주석 및 산소를 주성분으로 하여 형성된 제4 투명 전도성 산화물들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

## 청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 투명 전도성 산화물은 상기 주성분에 대해 전기적 특성을 조절하기 위한 금속이 도판트로서 더 포함된 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

**청구항 10.**

제9항에 있어서, 상기 오믹컨택트층 형성단계에서 상기 투명 전도성 산화물에 대한 상기 도판트의 첨가비는 0.001내지 20 웨이트 퍼센트인 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

**청구항 11.**

제8항에 있어서, 상기 오믹컨택트층 상부에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하여 금속 캡핑층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

**청구항 12.**

제8항에 있어서, 상기 오믹컨택트층 위에 Ag, Al, Zn, Mg, Ru, Ti, Rh, Cr, Pt를 포함하는 원소 중 적어도 하나를 포함하여 반사층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

**청구항 13.**

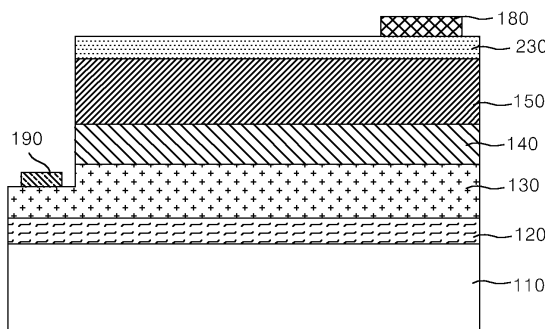
제12항에 있어서, 상기 반사층 위에 Ni, Pt, Pd, Zn 중 적어도 하나를 포함하는 화합물과 TiN 중 적어도 하나를 포함하여 보호층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

**청구항 14.**

제8항, 제11항, 제12항, 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 p형 클래드층과 상기 오믹컨택트층 사이에 Ni, Ni<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Au, Pt, Pd, Mg, Cu, Cu<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Zn, Ag, Sc, Co, Co<sub>x</sub>O<sub>y</sub>, Rh, Li, Be, Ca, Ru, Re, Ti, Ta, Na, La 계열 원소 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함하여 금속 삽입층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물계 발광소자의 제조방법.

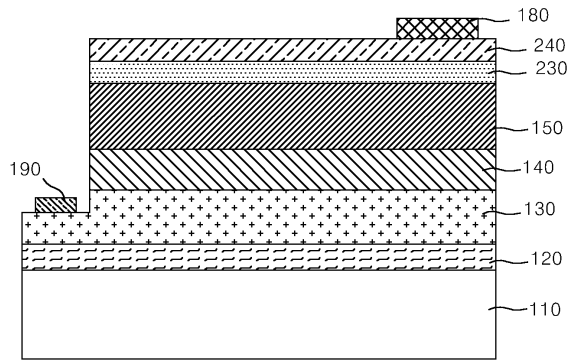
**도면**

도면1

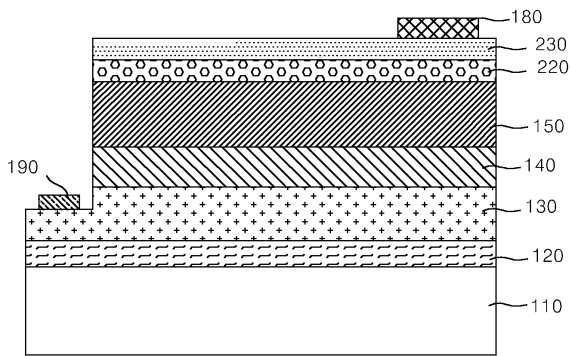




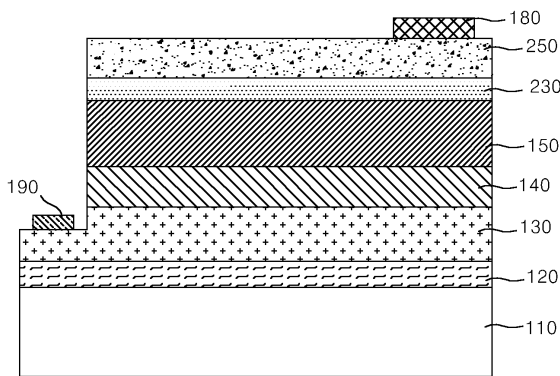
도면2



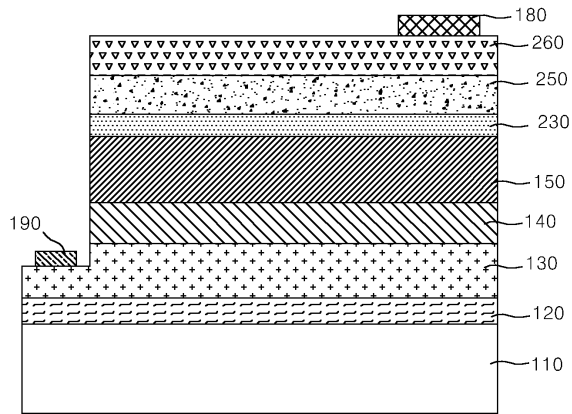
도면3



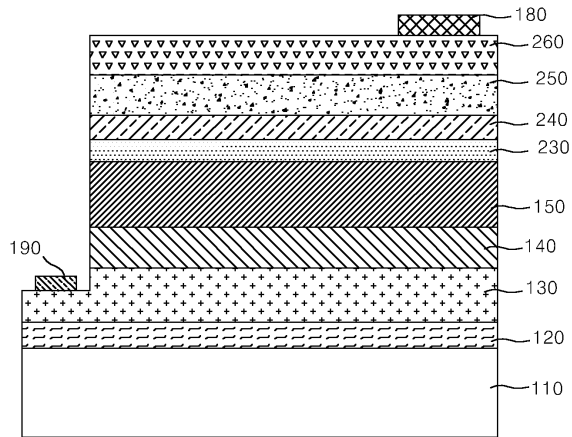
도면4



도면5



도면6



도면7

