



본 발명은 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에 관한 것으로서, 기판 상에 형성된 n형 질화물 반도체층과, 상기 n형 질화물 반도체층 상의 소정 영역에 형성된 활성층과, 상기 활성층 상에 형성된 p형 질화물 반도체층과, 상기 p형 질화물 반도체층 상에 형성된 p형 전극과, 상기 p형 전극 상에 형성된 p형 본딩금속과, 상기 활성층이 형성되지 않은 n형 질화물 반도체층 상에 형성되어 있으며, TCO로 이루어진 전류확산층 및 상기 전류확산층 상에 형성된 n형 전극을 포함하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 제공한다.

**대표도**

도 5

**특허청구의 범위**

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

n형 전극;

TCO로 이루어져 있으며, 상기 n형 전극과 접하여 상기 n형 전극을 중심으로 외각으로 뻗어 있는 소정 형상의 제1 전류확산층;

ITO로 이루어져 있으며, 상기 제1 전류확산층 하면에 형성된 제2 전류확산층;

상기 제2 전류확산층 하면에 n형 질화물 반도체층;

상기 n형 질화물 반도체층 하면에 형성된 활성층;

상기 활성층 하면에 형성된 p형 질화물 반도체층;

상기 p형 질화물 반도체층 하면에 형성된 p형 전극; 및

상기 p형 전극 하면에 형성된 구조지지층을 포함하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 n형 전극과 상기 제2 전류확산층 사이의 계면에 반사전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 14.

제12항에 있어서,

상기 TCO는, ITO 보다 낮거나 동일한 면저항 및 비저항을 가지는 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 15.

제14항에 있어서,

상기 TCO는, 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 산화인듐에 첨가하여 형성된 혼합물인 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 16.

제15항에 있어서,

상기 첨가 원소는, 전체 혼합물의 중량을 기준으로 1 내지 20 중량%의 양으로 첨가되는 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 17.

제12항에 있어서,

상기 제1 전류확산층은, 800 내지 8000 Å의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 18.

제12항에 있어서,

상기 제1 전류확산층과 상기 제2 전류확산층 사이의 계면에 접착층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 접착층은, 투명한 Ni/Au로 이루어진 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 20.

제18항에 있어서,

상기 접착층은, 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 산화인듐에 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어지되, 상기 TCO와 첨가하는 원소를 달리하여 이루어진 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 21.

제18항에 있어서,

상기 접착층은, 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 산화인듐에 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어지되, 상기 TCO와 첨가하는 원소의 첨가량을 달리하여 이루어진 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

### 청구항 22.

제18항에 있어서,

상기 접착층은, 1 내지 200Å의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 질화물계 반도체 발광소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 발광면적을 최대화하고, 전류확산 효과를 향상시켜 높은 발광효율을 확보하는 질화물계 반도체 발광소자에 관한 것이다.

일반적으로, 질화물계 반도체는 비교적 높은 에너지밴드갭을 갖는 물질(예; GaN 반도체의 경우, 약 3.4eV)로서 청색 또는 녹색 등의 단파장광을 생성하기 위한 광소자에 적극적으로 채용되고 있다. 이러한 질화물계 반도체로는  $Al_xIn_yGa_{(1-x-y)}N$  조성식(여기서,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x + y \leq 1$ 임)을 갖는 물질이 널리 사용되고 있다.

하지만, 상기 질화물계 반도체는 비교적 큰 에너지 밴드갭을 가지므로, 전극과 오믹접촉을 형성하는데 어려움이 있다. 특히, n형 질화물 반도체층은 보다 큰 에너지 밴드갭을 가지므로, n형 전극과 접촉부위에서 접촉저항이 높아지며, 이로 인해 소자의 동작전압이 커져 발열량이 증가되는 문제가 있다.

이에 따라, 질화물계 반도체 발광소자는 n형 질화물 반도체층의 높은 에너지 밴드갭으로 인해 소자의 동작전압이 커지는 것을 방지하기 위해, 최근 다양한 연구들이 진행되고 있다.

이러한 질화물계 반도체 발광소자는 크게 수평형 발광소자(laterally structured light emitting diodes)와 수직형 발광소자(vertically structured light emitting diodes)로 분류된다.

그러면, 이하 도면을 참조하여 상기와 같은 종래 기술에 따른 질화물계 반도체 발광소자에 대하여 상세히 설명한다.

우선, 도 1 및 도 2를 참고하여 종래 기술에 따른 질화물계 반도체 발광소자 중 수평형 질화물계 반도체 발광소자에 대하여 설명하기로 한다.

도 1은 종래 기술에 따른 수평형 질화물계 반도체 발광소자의 구조를 나타낸 평면도이고, 도 2는 도 1의 II-II'선을 절단하여 나타낸 단면도이다.

도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 종래 기술에 따른 수평형 질화물계 반도체 발광소자(100)는 사파이어 기판(110) 상에 순차적으로 형성된 n형 질화물 반도체층(120), 다중우물구조인 GaN/InGaN 활성층(130) 및 p형 질화물 반도체층(140)을 포함하며, 상기 p형 질화물 반도체층(140)과 GaN/InGaN 활성층(130)은 일부 식각(mesa etching)공정에 의하여 그 일부 영역이 제거되는 바, n형 질화물 반도체층(120)의 일부상면을 노출한 구조를 갖는다.

상기 n형 질화물 반도체층(120) 상에는 Au/Cr로 이루어진 n형 전극(170)이 형성되어 있고, 상기 p형 질화물 반도체층(140) 상에는 ITO로 이루어진 p형 전극(150)과 Au/Cr로 이루어진 p형 본딩금속(160)이 형성되어 있다.

이러한 상기 n형 질화물 반도체층(120)은 보다 큰 에너지밴드갭을 가지므로, n형 전극(170)과 접촉하게 되면, 접촉저항이 높아지며, 이로 인해 소자의 동작전압이 커져 발열량이 증가되는 문제가 있다.

따라서, 종래에는 도 1에 도시한 바와 같이, 상기 일부 식각(mesa etching)노출된 n형 질화물 반도체층(120) 중 n형 전극(170)이 형성되지 않은 n형 질화물 반도체층(120) 상에 Au/Cr로 이루어진 전류확산층(190)을 구비하여 n형 질화물 반도체층(120)의 전류확산 효과를 증가시켜 소자의 동작전압을 감소시켰다.

그러나, 상기와 같은 전류확산층(190)은 n형 질화물 반도체층(120)의 전류확산 효과를 증가시켜 소자의 동작전압을 감소시키는 장점은 있었지만, Au/Cr로 이루어져 있기 때문에 활성층에서 발광하는 광의 일부를 흡수하여 소자의 전체적인 발광효율을 저하시키는 문제가 있다.

이어서, 도 3 및 도 4를 참고하여 종래 기술에 따른 수직형 질화물계 반도체 발광소자에 대하여 설명하기로 한다.

도 3은 종래 기술에 따른 수직형 질화물계 반도체 발광소자의 구조를 나타낸 평면도이고, 도 4는 도 3의 IV-IV'선을 따라 절단하여 나타낸 단면도이다.

도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이, 종래 기술에 따른 수직형 질화물계 반도체 발광소자(200)는 n형 전극(170)과, 상기 n형 전극(170) 하면에 형성되어 있는 n형 질화물 반도체층(120)과, 상기 n형 질화물 반도체층(120) 하면에 형성되어 있는 활성층(130)과, 상기 활성층(130) 하면에 형성되어 있는 p형 질화물 반도체층(140)과, 상기 p형 질화물 반도체층(140) 하면에 형성되어 있는 p형 전극(150) 및 상기 p형 전극(150) 하면에 형성된 구조지지층(210)을 포함한다.

그러나, 상기 수직형 질화물계 반도체 발광소자 또한, 상기 n형 질화물 반도체층(120)은 높은 에너지밴드갭을 가지므로, n형 전극(170)과 접촉시, 접촉저항이 높아지며, 이로 인해 소자의 동작전압이 커져 발열량이 증가되는 문제가 있다.

따라서, 종래에는 도 2에 도시한 바와 같이, 상기 n형 질화물 반도체층(120)과 n형 전극(160) 사이에 ITO로 이루어진 투명전극층(180)을 더 구비하여 n형 질화물 반도체층(120)의 전류확산 효과를 증가시켜 소자의 동작전압을 감소시켰다.

한편, 상기와 같은, 종래의 질화물계 반도체를 이용한 발광소자(LED)는, 외부 양자효율(LED로 투입한 전류 중, LED로부터 추출 가능한 광의 효율)이 낮은 결과, 형광등에 비해 전력변환효율(투입한 전력 중, 추출 가능한 광 출력의 효율)이 낮은 문제가 있다.

따라서, 상기 발광소자의 외부 발광 효율 및 양자 효율을 보다 향상시킬 수 있는 발광 소자 관련 기술의 개발이 계속적으로 요구되고 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 발광 면적을 최대화하고, 전류확산 효과를 향상시켜 동작전압을 낮추므로, 외부 발광 효율 및 양자 효율을 향상시킬 수 있는 질화물계 반도체 발광소자를 제공하는데 있다.

### 발명의 구성

상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 기판 상에 형성된 n형 질화물 반도체층과, 상기 n형 질화물 반도체층 상의 소정 영역에 형성된 활성층과, 상기 활성층 상에 형성된 p형 질화물 반도체층과, 상기 p형 질화물 반도체층 상에 형성된 p형 전극과, 상기 p형 전극 상에 형성된 p형 본딩금속과, 상기 활성층이 형성되지 않은 n형 질화물 반도체층 상에 형성되어 있으며, TCO로 이루어진 전류확산층 및 상기 전류확산층 상에 형성된 n형 전극을 포함하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 제공한다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 TCO는, ITO 보다 낮거나 동일한 면저항 및 비저항을 가지는 것이 바람직하며, 이는 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 산화인듐에 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어진다. 이때, 상기 첨가 원소는, 전체 혼합물의 중량을 기준으로 1 내지 20 중량%의 양으로 첨가되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 전류확산층은 800 내지 8000Å의 두께를 가지는 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 n형 질화물 반도체층과 상기 전류확산층 사이의 계면에 접착층을 더 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 접착층은 투명한 Ni/Au로 이루어지거나, 산화인듐에 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어지되, 상기 TCO와 첨가하는 원소를 달리하여 이루어지거나, 산화인듐에 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어지되, 상기 TCO와 첨가하는 원소의 첨가량을 달리하여 이루어지는 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 접착층은 두께가 증가할수록 투과율이 감소하므로, 1 내지 200Å의 두께를 가지는 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 전류확산층과 상기 n형 전극 사이의 계면에 반사전극을 더 포함하는 것이 바람직하다.

상기한 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명은 n형 전극과, TCO로 이루어져 있으며, 상기 n형 전극과 접하여 상기 n형 전극을 중심으로 외각으로 뻗어 있는 소정 형상의 제1 전류확산층과, ITO로 이루어져 있으며, 상기 제1 전류확산층 하면에 형

성된 제2 전류확산층과, 상기 제2 전류확산층 하면에 n형 질화물 반도체층과, 상기 n형 질화물 반도체층 하면에 형성된 활성층과, 상기 활성층 하면에 형성된 p형 질화물 반도체층과, 상기 p형 질화물 반도체층 하면에 형성된 p형 전극 및 상기 p형 전극 하면에 형성된 구조지지층을 포함하는 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 제공한다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 n형 전극과 상기 제2 전류확산층 사이의 계면에 반사전극을 더 포함하고, 상기 제1 전류확산층과 상기 제2 전류확산층 사이의 계면에 접촉층을 더 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 본 발명의 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에서, 상기 제1 전류확산층은, 800 내지 8000Å의 두께를 가지는 것이 바람직하다.

이하 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 병기하였다.

이제 본 발명의 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

### [실시예 1]

우선, 도 5 및 도 6을 참고하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에 대하여 상세히 설명한다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자의 구조를 나타낸 평면도이고, 도 6은 도 5의 VI-VI'선을 따라 절단하여 나타낸 단면도이다.

도 5 및 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자(100)은, 기판(110) 상에 버퍼층(도시하지 않음), n형 질화물 반도체층(120), 활성층(130) 및 p형 질화물 반도체층(140)이 순차 적층되어 있다.

상기 기판(110)은 바람직하게, 사파이어를 포함하는 투명한 재료를 이용하여 형성되며, 사파이어 이외에, 기판(110)은 징크 옥사이드(zinc oxide, ZnO), 갈륨 나이트라이드(gallium nitride, GaN), 실리콘 카바이드(silicon carbide, SiC) 및 알루미늄 나이트라이드(AlN)로 형성될 수 있다.

상기 버퍼층(도시하지 않음)은 GaN로 형성되며, 생략 가능하다.

상기 n형 또는 p형 질화물 반도체층(120, 140)은 각 도전형 불순물 도핑된 GaN층 또는 GaN/AlGaIn층으로 형성되며, 상기 활성층(130)은 InGaIn/GaN층으로 구성된 다중우물 구조(Multi-Quantum Well)로 형성된다.

한편, 상기 활성층(130)은 하나의 양자우물층 또는 더블헤테로 구조로 형성될 수 있다. 또한, 상기 활성층(130)은 이를 구성하고 있는 인듐(In)의 양으로 다이오드가 녹색 발광소자인지 청색 발광소자인지를 결정한다. 보다 상세하게는 청색빛을 갖는 발광소자에 대해서는, 약 22% 범위의 인듐이 사용되며, 녹색빛을 갖는 발광소자에 대해서는, 약 40% 범위의 인듐이 사용된다. 즉, 상기 활성층(130)을 형성하는데 사용되는 인듐의 양은 필요로 하는 청색 또는 녹색 파장에 따라 변한다.

상기 활성층(130)과 p형 질화물 반도체층(140)의 일부는 메사 식각(mesa etching)으로 제거되어, 저면에 n형 질화물 반도체층(120)의 일부를 노출하고 있다.

상기 p형 질화물 반도체층(140) 상에는 ITO로 이루어진 p형 전극(150)이 형성되어 있다. 이때, 상기 p형 전극(150)은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 도전성 금속산화물만이 아니라, 발광소자의 발광 파장에 대해 투과율이 높다면, 도전성이 높고 콘택 저항이 낮은 금속박막으로도 이루어질 수 있다.

상기 p형 전극(150) 상에는 Cr/Au 등으로 이루어진 p형 본딩전극(160)이 형성되어 있고, 상기 메사 식각에 의해 노출된 n형 질화물 반도체층(120) 상의 소정 부분에는 반사 역할 및 전극 역할을 동시에 하는 n형 전극(170)이 형성되어 있다. 여기서, 상기 n형 전극(170)이 Cr/Au으로 이루어져 있다.

그런데, 상기와 같이, n형 질화물 반도체층(120) 상에 n형 전극(170)이 접촉하게 되면, n형 질화물 반도체층(120)의 높은 에너지밴드갭으로 인해, 접촉저항이 높아지며, 이로 인해 소자의 동작전압이 커져 발열량이 증가되는 문제가 있었다.

이에 따라, 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해, 상기 n형 전극(170)이 형성되지 않은 n형 질화물 반도체층(120) 상에 TCO(Transparent Conducting Oxide)로 이루어진 전류확산층(190)을 구비하고 있다. 이때, 상기 전류확산층(190)의 두께는 약 800Å 이하의 두께를 가질 경우에는 전류확산 효과를 충분히 얻기 어렵고, 약 8000Å 이상의 두께를 가질 경우에는 광 투과율이 낮아지기 때문에 800 내지 8000Å의 범위로 이루어지는 것이 바람직하다.

또한, 상기 전류확산층(190)을 이루는 TCO는, 투명한 층으로 전류확산 효과를 극대화하기 위해 ITO 보다 낮거나 동일한 면저항 및 비저항을 가지는 것이 바람직하다.

따라서, 본 실시예에 따른 TCO는 산화인듐(Indium oxide)에 주석(Sn), 아연(Zn), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 구리(Cu) 및 알루미늄(Al)으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 첨가하여 형성된 혼합물을 이용한다. 한편, 상기 첨가 원소는, 20 중량% 보다 더 많은 양이 첨가되게 되면 오히려 전류의 흐름을 낮출 수 있는 문제가 있기 때문에, 전체 혼합물의 중량을 기준으로 실질적으로 1 내지 20 중량%의 양으로 첨가되는 것이 바람직하다.

즉, 본 실시예에 따른 상기 전류확산층(190)은 투명한 TCO로 이루어져 있기 때문에 종래 기술에 따른 Au/Cr로 이루어진 전류확산층에 비교하여 동일한 또는 그 이상의 전류확산 효과를 가지므로 동작전압을 감소시킬 수 있는 동시에, 소자의 발광 면적 또한 극대화하여 외부 양자 효율 및 발광 효율을 최대화할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는, 상기 n형 질화물 반도체층(120)과 상기 전류확산층(190) 사이의 계면에 접촉층(도시하지 않음)을 더 포함하여 상기 n형 질화물 반도체층(120)과 상기 전류확산층(190)의 접촉력을 견고히 하고 있다. 여기서, 상기 접촉층은 두께가 200Å 이상으로 증가할 경우 투과율이 감소하므로, 1 내지 200Å의 두께를 가지는 것이 바람직하다.

한편, 상기 접촉층(도시하지 않음)은 투명한 Ni/Au로 형성되거나, 상기 전류확산층(190)을 구성하는 TCO와 첨가하는 원소의 조성 및 조합이 다른 TCO로 형성될 수 있다. 이때, 상기 전류확산층(190)을 구성하는 TCO와 첨가하는 원소의 조성 및 조합이 다른 TCO는 보다 상세하게, 산화인듐에 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어지되, 상기 TCO와 첨가하는 원소를 달리한 TCO 및 산화인듐에 주석, 아연, 은, 마그네슘, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 첨가하여 형성된 혼합물로 이루어지되, 상기 TCO와 첨가하는 원소의 첨가량을 달리한 TCO를 가리킨다. 예를 들어, 상기 전류확산층(190)을 이루는 TCO가 산화인듐에 주석이 첨가되어 있을 경우, 접촉층은 산화인듐에 아연이 첨가된 TCO로 형성되고, 상기 전류확산층(190)을 이루는 TCO가 산화인듐에 주석이 5 중량%가 첨가되어 있을 경우, 접촉층은 산화인듐에 9 중량%의 주석이 첨가된 TCO로 형성된다.

또한, 본 실시예는 고휘도를 얻기 위해 상기 전류확산층(190)과 상기 n형 전극(170) 사이의 계면에 반사전극(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다. 한편, 상기 n형 전극(170)이 반사 역할을 충분히 할 수 있을 경우에는 생략 가능하다.

## [실시예 2]

그러면, 이하 도 7 및 도 8을 참고하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자에 대하여 상세히 설명한다.

도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자(200)는 최상부에는 Cr/Au 등으로 이루어진 n형 전극(170)이 형성되어 있다.

상기 n형 전극(170)의 하면에는 n형 질화갈륨층(120)이 형성되어 있다.

한편, 본 실시예에서는 소자의 전류확산 효율을 극대화하기 위해 상기 n형 전극(170)의 일측 및 상기 n형 전극(170)과 n형 질화갈륨층(120) 사이의 계면에 제1 및 제2 전류확산층(220, 180)이 형성되어 있다. 이때, 상기 제2 전류확산층(180)은 투명한 ITO로 이루어져 있으며, 상기 제1 전류확산층(220)은 ITO보다 낮거나 동일한 면저항 및 비저항을 가지는 TCO로 이루어져 있다.



따라서, 본 실시예에 따른 제1 전류확산층(220)인 TCO는 산화인듐(Indium oxide)에 주석(Sn), 아연(Zn), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 구리(Cu) 및 알루미늄(Al)으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 원소를 첨가하여 형성된 혼합물을 이용한다. 한편, 상기 첨가 원소는, 20 중량% 보다 더 많은 양이 첨가되게 되면 오히려 전류의 흐름을 낮출 수 있는 문제가 있기 때문에, 전체 혼합물의 중량을 기준으로 실질적으로 1 내지 20 중량%의 양으로 첨가되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1 전류확산층(220)의 두께는 약 800Å 이하의 두께를 가질 경우에는 전류확산 효과를 충분히 얻기 어렵고, 약 8000Å 이상의 두께를 가질 경우에는 광 투과율이 낮아지기 때문에 800 내지 8000Å의 범위로 이루어지는 것이 바람직하다.

즉, 본 실시예에 따른 상기 제2 전류확산층(220)은 ITO 보다 낮거나 동일한 면저항 및 비저항을 가지고 있기 때문에 종래의 ITO로 이루어진 제1 전류확산층(220)만을 구비하고 있던 질화물계 반도체 발광소자에 비해 더욱 향상된 전류확산 효과를 얻을 수 있으며, 따라서, 외부 양자 효율 및 발광 효율 또한 보다 최대화할 수 있다.

한편, 상기 제1 전류확산층(220)은, 도 9 및 도 10에 도시한 바와 같이, n형 전극을 중심으로 뻗어 있는 직선(도 7 참조)뿐만 아니라 절곡부를 가지는 직선 및 십자가 형상의 직선으로 이루어지는 것이 가능하다. 즉, 소자의 특성 및 공정 조건에 따라 다양한 형태의 라인을 가지는 것이 가능하다. 또한, 본 발명의 실시예에서는 라인의 단부 측면 형상을 사각형으로 나타냈으나, 이는 사각형에 한정되는 것이 아니라 반구형 또는 삼각형 등의 다양한 형상으로 구현할 수 있다.

여기서, 도 9는 제2 실시예의 제1 변형예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 나타낸 평면도이고, 도 10은 제2 실시예의 제2 변형예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 나타낸 평면도이다.

또한, 본 실시예에서는, 고휘도를 얻기 위해 상기 n형 전극(170)과 제2 전류확산층(180) 사이의 계면에 반사전극(도시하지 않음)을 더 포함할 수 있다. 한편, 상기 n형 전극(170)이 반사 역할을 충분히 할 수 있을 경우에는 생략 가능하다.

또한, 본 실시예에서는, 상기 제1 전류확산층(220)과 상기 제2 전류확산층(180) 사이의 계면에 접촉층(도시하지 않음)을 더 포함하여 상기 제1 전류확산층(220)과 상기 제2 전류확산층(180)의 접촉력을 견고히 하고 있다. 여기서, 상기 접촉층 또한, 제1 실시예에 따른 접촉층과 마찬가지로 두께가 200Å 이상으로 증가할 경우 투과율이 감소하므로, 1 내지 200Å의 두께를 가지는 것이 바람직하다.

한편, 상기 접촉층(도시하지 않음)은 투명한 Ni/Au로 형성되거나, 상기 제1 및 제2 전류확산층(220, 180)을 구성하는 TCO와 첨가하는 원소의 조성 및 조합이 다른 TCO로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 전류확산층(220)을 TCO가 산화인듐에 주석이 첨가되어 있고, 제2 전류확산층(180)을 이루는 TCO가 산화인듐에 아연이 첨가되어 있을 경우, 접촉층은 산화인듐에 망간이 첨가된 TCO로 형성된다.

상기 n형 질화물 반도체층(120) 하면에는 활성층(130) 및 p형 질화물 반도체층(140)이 아래로 순차 적층되어 있다.

상기 n형 또는 p형 질화물 반도체층(120, 140)은 각 도전형 불순물 도핑된 GaN층 또는 GaN/AlGaIn층일 수 있으며, 상기 활성층(130)은 InGaIn/GaN층으로 구성된 다중우물 구조(Multi-Quantum Well)일 수 있다.

상기 p형 질화물 반도체층(140) 하면에는 p형 전극(120)이 형성되어 있다. 한편, 도시하지는 않았지만, 상기 p형 질화물층(140) 하면에는 p형 전극(160) 및 반사막(도시하지 않음)이 아래로 순차 적층되어 있는 구조를 가질 수 있으며, 본 실시예와 같이, 반사막을 구비하지 않을 경우에는 p형 전극(160)이 반사막의 역할을 한다.

상기 p형 전극(160) 하면에는 도전성 접합층(도시하지 않음)에 의해 구조지지층(210)이 접합되어 있다. 이때, 상기 구조지지층(210)은 최종적인 LED 소자의 지지층 및 전극으로서의 역할을 수행하는 것으로서, 실리콘(Si) 기판, GaAs 기판, Ge 기판 또는 금속층 등으로 이루어진다. 여기서 상기 금속층은 전해 도금, 무전해 도금, 열증착(Thermal evaporator), 전자선증착(e-beam evaporator), 스퍼터(Sputter), 화학기상증착(CVD) 등의 방식을 통하여 형성된 것이 사용가능하다.

이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

## 발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명은 ITO 보다 낮거나 동등한 면저항 및 비저항을 가지는 TCO를 이용하여 n형 전극 층의 발광 면적을 증가시켜 소자의 전체적인 발광 면적을 최대화시키고, 전류확산 효율을 개선하여 구동 전압을 최소화하여 외부 양자 효율 및 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

따라서, 본 발명은 고휘도 질화물계 반도체 발광소자의 특성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술에 따른 수평형 질화물계 반도체 발광소자의 구조를 나타낸 평면도.

도 2는 도 1의 II-II'선을 절단하여 나타낸 단면도.

도 3은 종래 기술에 따른 수직형 질화물계 반도체 발광소자의 구조를 나타낸 평면도.

도 4는 도 3의 IV-IV'선을 따라 절단하여 나타낸 단면도.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자의 구조를 나타낸 평면도.

도 6은 도 5의 VI-VI'선을 따라 절단하여 나타낸 단면도.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 나타낸 평면도.

도 8은 도 7의 VIII-VIII'선을 따라 절단하여 나타낸 단면도.

도 9는 제2 실시예의 제1 변형예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 나타낸 평면도.

도 10은 제2 실시예의 제2 변형예에 따른 고휘도 질화물계 반도체 발광소자를 나타낸 평면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

110 : 기판 120 : n형 질화물 반도체층

130 : 활성층 140 : p형 질화물 반도체층

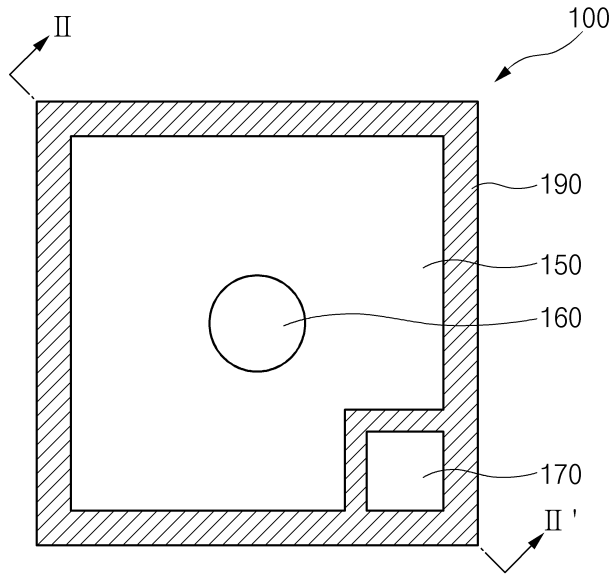
150 : p형 전극 160 : p형 본딩금속

170 : n형 전극 180, 190, 220 : 전류확산층

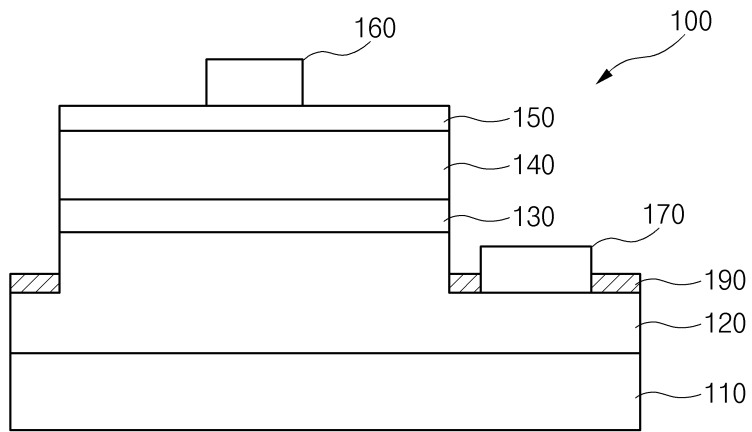
210 : 구조지지층

## 도면

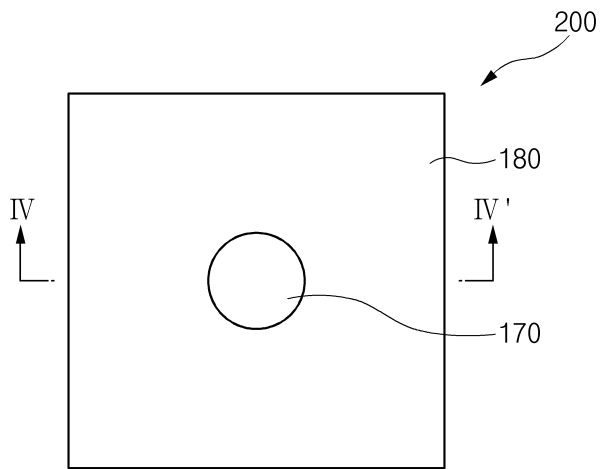
도면1



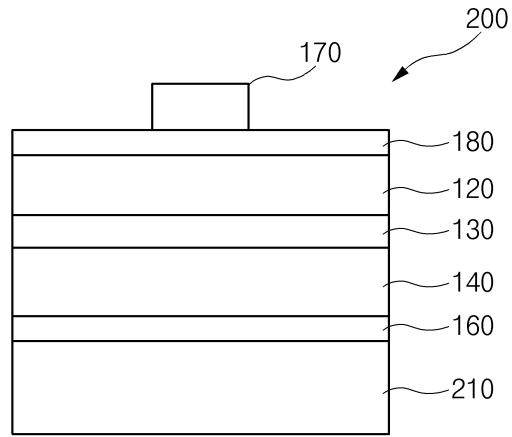
도면2



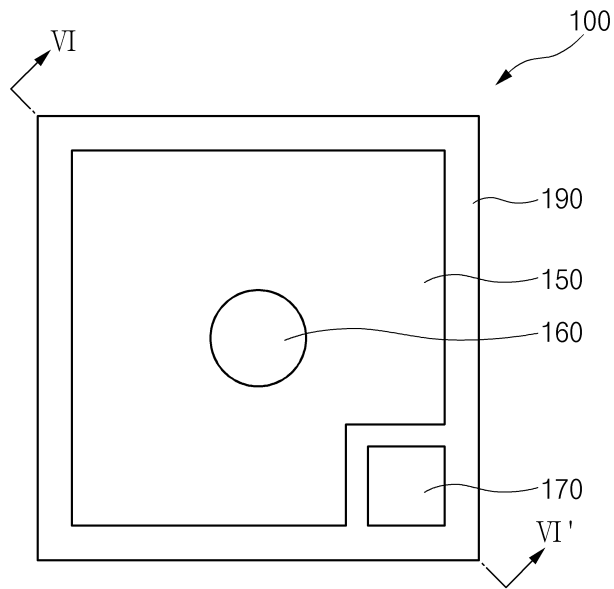
도면3



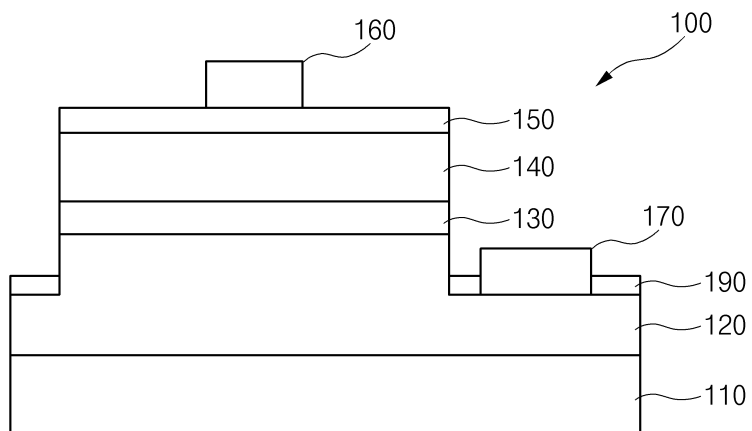
도면4



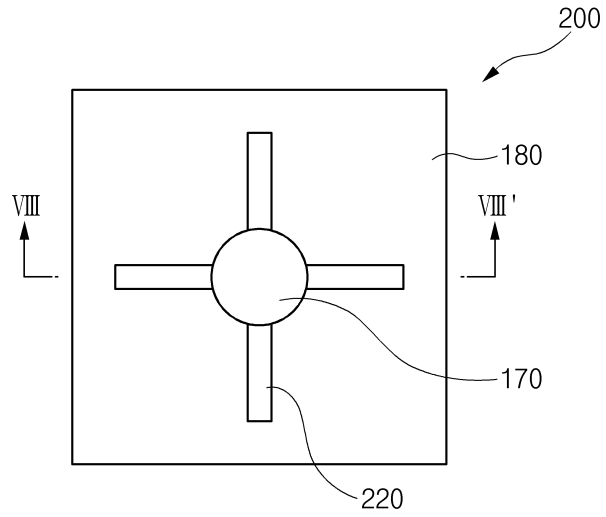
도면5



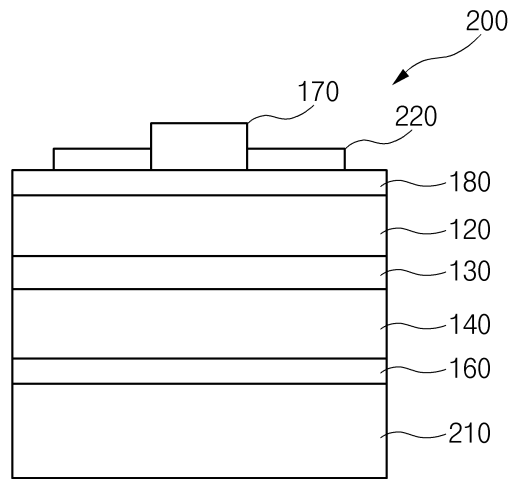
도면6



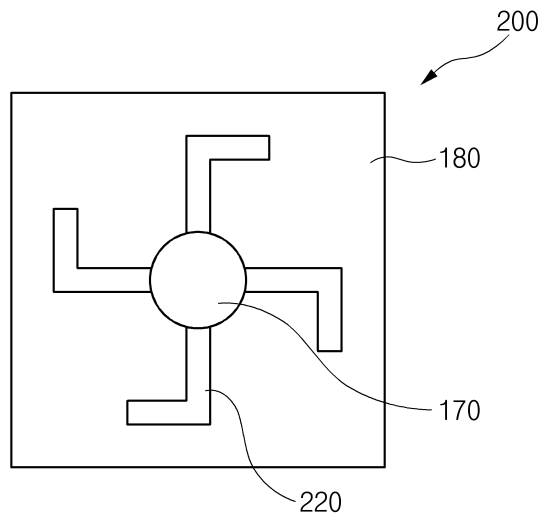
도면7



도면8



도면9



도면10

