



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0075317  
(43) 공개일자 2009년07월08일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0001133

(22) 출원일자 2008년01월04일

심사청구일자 2008년01월04일

(71) 출원인

광주과학기술원

광주 북구 오룡동 1번지

(72) 발명자

박태영

광주광역시 북구 첨단과기로 261 (오룡동) 광주과학기술원신소재공학과

박성주

광주광역시 북구 첨단과기로 261 (오룡동) 광주과학기술원신소재공학과

(74) 대리인

김삼용, 김상철, 이재관

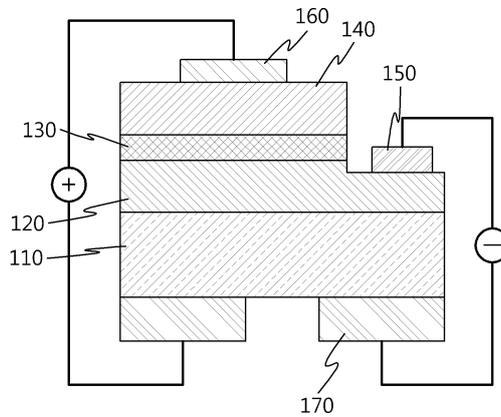
전체 청구항 수 : 총 4 항

**(54) 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드**

**(57) 요약**

플라즈마 방전 방식을 응용한 정전 방전보호 발광 다이오드는 기관 상에 형성된 하부접촉층, 하부접촉층 상에 형성된 발광활성층, 발광활성층 상에 형성된 상부접촉층, 상부접촉층 상에 형성된 음극, 하부접촉층의 일부에 형성된 양극 및 기관의 배면에 형성되고, 역바이어스가 인가되는 경우 플라즈마 방전을 일으키는 금속전극층을 포함한다. 따라서, 발광 다이오드에 평행한 금속 전극을 증착하여 전기적으로 연결하면, 정전방전 현상에 대한 내구성이 향상되어 소자의 파괴를 감소시킬 수 있으며, 제조 공정이 간단하기 때문에 생산비를 절감할 수 있다.

**대표도 - 도1**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기관 상에 형성된 하부접촉층;

상기 하부접촉층 상에 형성된 발광활성층;

상기 발광활성층 상에 형성된 상부접촉층;

상기 상부접촉층 상에 형성된 음극;

상기 하부접촉층의 일부에 형성된 양극; 및

상기 기관의 배면에 형성되고, 역바이어스가 인가되는 경우 플라즈마 방전을 일으키는 금속전극층을 포함하는 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 금속전극층은,

상기 플라즈마 방전을 유도하기 위해 상기 금속전극층 사이에 이격공간을 오픈하도록 형성하며,

상기 이격공간은 20 $\mu\text{m}$  내지 200 $\mu\text{m}$ 의 범위로 하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 금속전극층은,

1nm 내지 400nm 두께 범위로 형성하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 금속전극층은,

금, 은, 구리, 티타늄, 알루미늄, 니켈, 망간, 철, 주석, 마그네슘, 은합금, 구리합금, 티타늄합금, 알루미늄합금 및 주석합금 중 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

<1> 본 발명은 발광 정전방전보호용 발광 다이오드에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 발광 다이오드의 정전방전 특성을 향상시킬 수 있는 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드에 관한 것이다.

#### 배경기술

<2> 최근의 우주 항공 산업 및 정보 통신 분야에 사용되는 전자 소자 부품들은 초소형화, 초고속화, 고집적화 현상이 더욱 뚜렷해지고 있다. 이러한 경향이 가속될수록 신뢰성이 우수한 전자 소자의 개발이 요구된다. 그러나, 기존의 소자들은 정전 방전 현상에 대한 내구성이 떨어져 소자가 파괴되는 문제점이 있다.

<3> 상기 문제점을 해결하기 위해 “Japanese patent H11-040848, (1999)”에서는 p-n 접합 반도체를 역방향으로 연결하거나 제너 다이오드를 역방향으로 연결하는 방법을 시도하였고, “IEEE electron device, 24, 129, (2004)”에서는 쇼키 접합을 이용하여 정전내압 특성을 향상시키려는 시도를 하였으며, 현재는 이러한 시도를 바탕으로하여 다이오드를 역방향으로 연결하는 백투백(back to back) 구조가 상용화 되어 사용되고 있다.

<4> 하지만, 상기 백투백 구조는, 다이오드와 발광 다이오드가 평행하게 위치됨으로써 차지하는 공간이 넓어지며,

패키징시 세번의 세선용접(wire bonding)이 요구되는 번거로움이 동반된다.

- <5> 또한, 공정이 복잡하여 제조시 발생하는 비용이 많고, 상기 다이오드를 발광 다이오드와 평행하게 놓음으로써 발광 다이오드에서 발생하는 빛의 일부가 다이오드에 의해 산란되거나 흡수되므로 큰 광손실을 가져오게 된다.
- <6> 상기 문제를 해결하고자 발광 다이오드와 평행하게 위치시켰던 다이오드를 수직 구조로 구성하여 제작하였으나 상기 평행 구조의 다이오드에 비해 공간이 감소되지만, 이 구조 역시 두번의 납땀(Soldering), 한번의 백컨택트(back contact) 및 한번의 세선용접(wire bonding)이 요구되므로 조잡한 공정 및 번거로움이 수반되는 단점이 있다.
- <7> 또한, 상기의 평행 또는 수직의 구조를 통해 제작한 발광다이오드는 제작 과정에서 건식 식각공정이 수행됨으로써 발광 다이오드에 결함이 생기거나, 최적화가 어려워지고, 광흡수가 커지는 문제점이 발생된다.

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

- <8> 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 결함 및 광손실이 적으며, 정전방전 특성이 좋은 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드를 제공하는데 있다.

#### 과제 해결수단

- <9> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 기판 상에 형성된 하부접촉층, 상기 하부접촉층 상에 형성된 발광활성층, 상기 발광활성층 상에 형성된 상부접촉층, 상기 상부접촉층 상에 형성된 음극, 상기 하부접촉층의 일부에 형성된 양극 및 상기 기판의 배면에 형성되고, 역바이어스가 인가되는 경우 플라즈마 방전을 일으키는 금속전극층을 포함하는 플라즈마 방전 방식을 응용한 정전방전보호 발광 다이오드를 제공한다.
- <10> 여기서, 상기 금속전극층은 상기 플라즈마 방전을 유도하기 위해 상기 금속선극층 사이에 이격공간을 오픈하도록 형성하며, 상기 이격공간은 20 $\mu$ m 내지 200 $\mu$ m의 범위로 할 수 있다.
- <11> 또한, 상기 금속전극층은 1nm 내지 400nm의 두께로 형성할 수 있다.

#### 효과

- <12> 상술한 바와 같이 발광 다이오드에 평행한 금속 전극을 증착하고 전기적으로 연결하여 플라즈마 방전을 유도하면, 정전방전 현상에 대한 내구성이 향상되어 소자의 파괴를 감소시킬 수 있으며, 제조 공정이 간단하기 때문에 생산비를 절감할 수 있다.

#### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

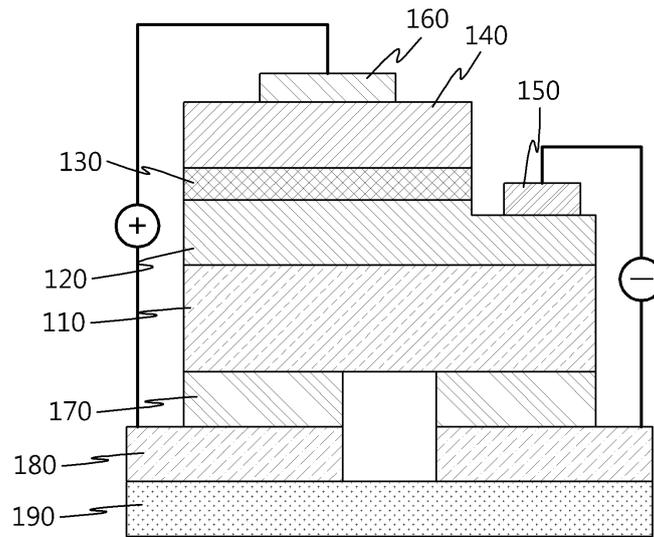
- <13> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- <14> 실시예
- <15> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 정전방전보호 발광 다이오드의 단면도이다.
- <16> 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 발광 다이오드는 기판(110)상에 순차적으로 형성된 하부접촉층(120), 발광활성층(130), 상부접촉층(140), 양극(150), 음극(160) 및 역바이어스가 인가되는 경우 플라즈마 방전을 일으키는 금속전극층(170)을 포함할 수 있다.
- <17> 먼저, 기판(110)의 상부에 n-GaN으로 이루어진 하부접촉층(120)을 형성한다. 상기 기판(110)은 사파이어 기판, 실리콘 기판 및 실리콘 카바이드기판 등을 포함할 수 있으며, 기판(110)의 상부에 형성되는 하부접촉층(120)은 5nm 내지 200nm 두께의 범위로 형성한다.
- <18> 이어서, 상기 하부접촉층(120)의 상부에 발광활성층(130)을 형성한다. 상기 발광활성층(130)의 형성은 다중 양자우물(Multi-Quantum Well, MQW) 구조를 도입하여 형성하거나, 다중 양자장벽(Multi-Quantum Barrier, MQB) 구조로 도입하여 형성할 수 있으며, 약 400nm 내지 700nm의 두께로 형성한다.
- <19> 또한, 상기 발광활성층(130) 상부에 p-GaN을 이용하여 5nm 내지 200nm의 두께 범위로 상부접촉층(140)을 형성할 수 있으며, n-GaN으로 이루어지는 상기 하부접촉층(120)의 일부까지 건식식각하여 타이타늄(Ti)/알루미늄(Al)을 각각 10~50nm/50~100nm의 두께 범위로 하여 양극(150)을 형성할 수 있다. 또한, 상부 접촉층(140)의 상부에 니

켈(Ni)/ 금(Au)을 각각 10~50nm/50~100nm의 두께 범위로 하여 음극(160)을 형성할 수 있다.

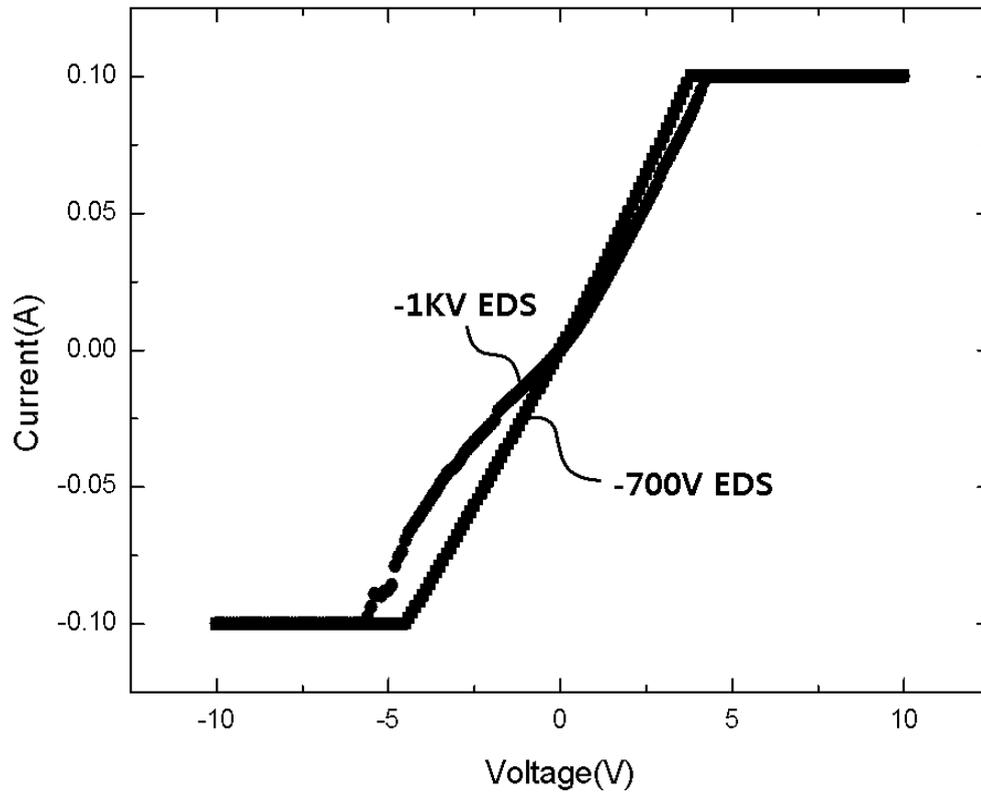
- <20> 마지막으로 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 다이오드에 금속전극층(170)을 형성한다(S150). 상기 금속전극층(170)은 발광 다이오드의 기판(110)의 배면에 형성된다. 상기 발광 다이오드 소자에 형성되는 금속전극층(170)의 형상은 평행 구조, 곡선 구조 또는 볼록한 구조 등의 다양한 형태로 형성될 수 있다.
- <21> 상기 금속전극층(170)을 형성하기 위해 먼저, 기판(110) 배면의 전체를 도포하는 금속전극막을 형성한다. 상기 금속전극막은 일반적인 증착을 통해 이루어지며, 금, 은, 구리, 티타늄, 알루미늄, 니켈, 망간, 철, 주석 또는 마그네슘과 같은 순수한 금속을 이용하거나, 은합금, 구리합금, 알루미늄합금, 주석합금 또는 티타늄합금 등을 이용하여 형성할 수도 있다.
- <22> 계속해서, 금속전극막 상부에 스펀코팅을 통해 포토레지스트를 도포한다.
- <23> 통상의 포토리소그래피 공정을 이용하여 포토레지스터 패턴을 형성하고, 형성된 포토레지스터 패턴을 식각마스크로 하여 식각을 수행한다. 상기 식각은 건식식각임이 바람직하다. 예컨대, 포토레지스터 패턴은 식각을 통해 형성되는 금속전극층(170) 사이의 이격공간을 오픈하도록 형성되며, 오픈된 영역에 노출된 금속전극막은 건식식각을 통해 제거된다.
- <24> 이후에, 잔류하는 포토레지스터 패턴을 제거하면 소정간격으로 이격된 금속전극층(170)을 얻을 수 있다. 여기서 형성된 금속전극층(170)은 약 1nm 내지 400nm의 두께로 형성할 수 있으며, 바람직하게는 300nm의 두께로 형성할 수 있다. 또한, 상기 금속 전극층 사이의 이격거리는 20~200 $\mu$ m임이 바람직하다. 만일, 20 $\mu$ m 미만인 경우, 낮은 전압차에서도 방전현상이 발생되어 본 발명에서 목적하는 플라즈마 방전의 빈도수가 급격히 증가하는 문제가 있다. 또한, 금속 전극층 사이의 이격거리가 200 $\mu$ m를 상회하는 경우, 높은 역전압에도 불구하고 플라즈마 방전이 발생하지 않아, 다이오드를 보호하는 기능을 수행하지 못하는 문제가 발생한다.
- <25> 여기서, 발광 다이오드 기판(110)의 하부에 위치한 금속전극층(170)은 발광 다이오드의 음극(160) 및 양극(150) 각각에 연결하여 전기적 특성을 평가할 수 있다.
- <26> 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 PCB 기판을 이용한 정전방전보호 발광 다이오드의 단면도이다.
- <27> 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 발광 다이오드의 금속전극층(170)의 박막 패턴(180)을 갖는 PCB 기판(190)을 제작하여 적층형의 형태로 형성시킬 수 있다. 상기 박막 패턴(180)은 금속전극층(170) 상에 형성되며, 박막 패턴(180) 사이에 이격공간을 오픈하도록 형성될 수 있다. 상기 박막 패턴(180) 사이의 이격거리는 상기 금속전극층(170)의 이격거리와 동일한 20~200 $\mu$ m으로 형성함이 바람직하다. 도 1에서 설명한 바와 같이 박막 패턴(180)이 20 $\mu$ m 미만인 경우, 낮은 전압차에서도 방전현상이 발생되어 본 발명에서 목적하는 플라즈마 방전의 빈도수가 급격히 증가하는 문제가 있다. 또한, 금속 전극층 사이의 이격거리가 200 $\mu$ m를 상회하는 경우, 높은 역전압에도 불구하고 플라즈마 방전이 발생하지 않아, 다이오드를 보호하는 기능을 수행하지 못하는 문제가 발생한다.
- <28> 그런후, PCB 기판(190)에 형성된 양측 패턴(180)은 발광 다이오드의 음극(160) 및 양극(150) 각각에 연결하여 전기적 특성을 평가할 수 있다. 상기 양측 패턴(180)은 음극(160) 및 양극(150)과 단락되기 위해, 패턴(180)이 수행된 PCB기판(190)의 폭을 상기 발광 다이오드보다 넓게 형성하는 것이 바람직하다.
- <29> 도 3a는 종래의 발광 다이오드의 전류-전압특성을 나타내는 그래프이고, 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 다이오드의 전류-전압특성을 나타내는 그래프이다.
- <30> 도 3a 내지 도 3b를 참조하면, 종래와 같이 금속 전극이 형성되지 않은 GaN 발광 다이오드에 역방향 정전 방전 하의 -700V 및 -1KV의 전압에서 3초간 노출시켜본 결과, 상기의 낮은 전압에서도 다이오드의 특성이 저하되고, 파괴되는 현상이 나타난다(도 3a 참조).
- <31> 한편, 본 발명에 따른 GaN 발광 다이오드에 금속전극층(170)을 약 15~20 $\mu$ m 간격으로 100~400nm 두께로 형성하고, 전극을 연결한 후 정전방전을 측정해본 결과, 역방향 -2kV의 정전방전을 인가하더라도 전압에 따른 전류의 폭이 일정하고, 다이오드 특성이 변하지 않는 것을 보아, 본 발명에 따른 금속전극층(170)을 형성한 발광 다이오드는 높은 전압에서도 매우 안정적인 것을 알 수 있다(도 3b 참조).
- <32> 이는 금속전극층(170)을 형성한 발광 다이오드의 경우, 정전방전과 같은 갑작스런 전류가 인가되었을 때 평행한 금속전극층(170)의 양단에 큰 전압차가 생기고 이로 인해 공기중의 이온이나 전자들에 의한 플라즈마 방전현상이 발생되는데 상기와 같이 플라즈마가 인가되면 정전방전 전류가 발광 다이오드 내부보다는 평행한 금속전극층



도면2



도면3a



도면3b

