

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0045704  
H01L 33/00 (2006.01) (43) 공개일자 2006년05월17일

(21) 출원번호 10-2005-0031037  
(22) 출원일자 2005년04월14일

(30) 우선권주장 10/825,290 2004년04월16일 미국(US)

(71) 출원인 아리마 옵토일렉트로닉스 코퍼레이션  
대만, 타오유안, 대쉬, 쟈 호 로드, 섹션 2, 넘버 349, 7F

(72) 발명자 후양 앤디  
대만 타오유안 컨트리 대쉬 쟈 호 로드 섹션 2 넘버 349 7에프

(74) 대리인 김태홍  
신정건

심사청구 : 있음

(54) 고 광도 갈륨 질화물계 발광 장치

요약

본 발명에 따른 새로운 투과 전도 산화물(TCO)은  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  ( $0 \leq x < 2, 0 < y < 3, 0 \leq z < 2$ )로 표현할 수 있고, GaN 기판 LED 공정에서 전류 확산과 광도를 증가 시키는데 사용된다. 이러한  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 광학 특성은 블루-그린 영역에서 보통의 Ni/Au 투명 전도성 층보다 우수하고, 새로운  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계는 보통의 공정과 비교하면 1.5 내지 2.5배의 광도를 증가시킬 수 있다. 또, 새로운 투명 전도 산화물 박막은 높은 전도성을 갖고, Ni/Au 투명 전도 산화물 박막보다 우수하다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 p타입 갈륨 질화물계 클래드 층에 접촉한 금속 투광 전극을 사용하는 종래의 기술에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 2는 p타입 갈륨 질화물계 클래드 층에 접촉한 인듐 주석 산화합물(ITO) 투광층을 사용하는 종래의 기술에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 3은 사파이어 기판 상에 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층 및  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광층(11b)을 사용한 본 발명에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 4는 실리콘 카바이드(SiC)(216) 기판 상에 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층 및  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광층(11b)을 사용한 본 발명에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 5는 실리콘(Si)(316) 기판 상에 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층 및  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광층(11b)을 사용한 본 발명에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 6은 갈륨 비소화물(GaAs)(416) 기판 상에 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층 및  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광층(11b)을 사용한 본 발명에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 7은  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광층(11b), 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층 및 인듐 갈륨 질화물계 중간층을 사용한 본 발명에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 8은  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광층(11b), 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층 및 투명 전도 산화물 윈도우 층을 사용한 본 발명에 따른 발광 장치를 개략적으로 도시한 단면도.

도 9는  $\text{Ga}_{1.6}\text{In}_{6.4}\text{Sn}_2\text{O}_{16}$ ,  $\text{Ga}_{2.8}\text{In}_{5.2}\text{Sn}_2\text{O}_{16}$ ,  $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{2.7}\text{In}_{5.2}\text{Sn}_2\text{O}_{16}$  및 ITO의 투과 스펙트럼(UV-V 영역)을 도시하는 그래프.

도 10은 본 발명의 p타입 갈륨 질화물계 클래드 층에 접촉하는  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광 전극의 전류-전압 특성을 도시한 그래프로서, X축의 한 눈금은 0.5V이고, Y축 한 눈금은 0.2mA이다.

도 11은 본 발명에 따른 p타입 갈륨 질화물계 클래드 층과  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투광 전극 사이에서 갈륨 농후 상을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층의 전류-전압 특성을 도시한 그래프에서, X축의 일 눈금은 0.5V이고, Y축 일 눈금은 0.2mA이다.

도 12는 본 발명에 따른 p형 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택층 사이에서 중간층의 전류-전압 특성을 도시한 그래프로서, X축의 한 눈금은 0.5V이고, Y축 한 눈금은 0.2mA이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

116 : 사파이어 기판

10 : p형 전극

14 : n형 전극

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 투명 전도 산화물(TCO) 및 고체 갈륨 질화물계 발광 장치에 관한 것이다.

최근 몇년 동안, p형 갈륨 질화물계 III-V족 화합물 반도체 층은 보통  $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 보다 작은 캐리어 농도를 가지며, 최하위 비저항은, 1 ohm-cm 정도이다. 전도율이 낮으면 p형 화합물 반도체 층 전체에 전류를 효율적으로 배분할 수 없다. 그

래서, p전극은 전체 p형 화합물 반도체 층의 전체에 전류를 균일하게 확산시키는 것을 보장하기 위하여 p형 갈륨 질화물계 III-V족 화합물 반도체 층의 거의 전체 표면을 덮도록 됨으로써, 발광 장치로부터 균일한 발광을 얻을 수 있다. 그러나, p형 전극은 투광의 옴 전극으로 고려된다.

1993년 말에 일본의 니치아 화학 공업주식회사는 p전극으로서 금속 박막을 사용한 고체 갈륨 질화물계 발광 장치의 성공적인 제작을 발표했다. 또한, 일본의 니치아 화학 공업주식회사는 특히 금과 니켈을 함유하는 바람직한 금속 박막을 발표했다. 금과 니켈은 니켈층이 p형 반도체 층에 직접 접촉하도록 형성되고 금 층은 니켈층 상에 형성되도록 하는 것이 좋다. 어닐링 처리 한 후에, 그러한 다층 구조는 p형 갈륨 질화물계 III-V족 화합물 반도체 층에 대해 투광성과 옴성을 지닌 합금을 형성할 수 있다.

도 1에서 보여지는 종래에 기술에 있어서, 니치아 화학 공업주식회사는 사파이어 기판(116), n형 갈륨 질화물계 클래드 층(15), n형 티타늄/알루미늄(Ti/Al) 전극 본딩 패드(14), 인듐-갈륨 질화물 계 발광층(13), p형 갈륨 질화물계 클래드 층(12), 니켈-금(Ni/Au) 투광 전극(11a)을 포함한 p형 금속 박막 그리고 p타입 니켈-금(Ni/Au) 전극 본딩 패드(10)을 사용한 갈륨 질화물계 III-V족 화합물 반도체를 미국 특허 제6,093,965호에 개시하고 있다.

금속 박막은 발광 장치로부터 발광된 빛의 20% 내지 40%를 전달하는 니켈-금(Ni/Au) 투광 전극을 포함한다. 그러므로, 갈륨 질화물계 III-V족 화합물 반도체 발광 장치의 광도와 효율성을 개선하기 위해서는 투광 전극으로부터 흡수를 감소시킨다.

주석 인듐 산화물은 도 2에 도시된 것과 같이 보통의 니켈-금 박막 투광 전극으로부터 흡수를 감소시키기 위해 사용되는 투광 전극이며, 인듐 갈륨 질소 발광 다이오드는 사파이어 기판(116), n형 갈륨 질화물계 클래드 층(15), n형 알루미늄 갈륨 질화물계 클래드 층(15a), n형 티타늄/알루미늄(Ti/Al) 전극 본딩 패드(14), 인듐-갈륨 질소 계 발광층(13), p형 갈륨 질화물계 클래드 층(12), p형 고농도 콘택층(117), 인듐-주석 산화물(ITO) 투광 전극(11c) 및 p타입 니켈-금(Ni/Au) 전극 본딩 패드(10)를 사용한다.

갈륨 질화물계 콘택층은 p형 농도는  $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$  이상이고 두께는 500옹스트롬 이하이다. 콘택층(117)은 아연(Zn) 확산, 마그네슘(Mg) 확산, 아연 혹은 마그네슘 이온 주입등으로 형성될 수 있고, 에피스타(Epistar) 사는 인듐-주석 산화물(ITO)을 사용하여 투광 전극의 투광 효율성을 개선하고 있다. 보통, 이 기술을 사용한 발광 다이오드는 아연 및 마그네슘 확산 혹은 주입 공정에 의한 고농도의 p타입 콘택층(117)과 ITO 투광 전극(11c)을 통과한 광의 50% 내지 70%만을 전달할 수 있다. 그리고, ITO 막에서, 전하 캐리어는 주석 도펀트와 이온화된 산소 공백 도너 둘다로부터 발생된다. 습기는 ITO 막으로 쉽게 확산하여 ITO 막과 갈륨 질화물계 콘택층 사이 계면을 파괴할 수 있다. 즉, 옴 콘택의 접촉 비저항은 크게 증가할 것이다. 그래서, 습도가 높은 조건에서는 불안정적이고 신뢰성이 떨어진다.

종래의 기술에서는, 갈륨 질화물계 발광 반도체 장치에서 빛 효율성과 높은 신뢰도를 동시에 만족하는 투광 전극은 없었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 비결정 혹은 나노 결정의 박막과 같은 새로운  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 투명 전도 산화물(TCO)을 포함하는 고효율 갈륨 질화물계 발광 장치를 제조하는 방법을 제공한다. 새로운  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계 박막은 시판되고 있는 인듐-주석 산화물(ITO)보다 약 10배 높은 최고의 전도성을 지닌다.

본 발명의 또 다른 목적은 갈륨 질화물계 III-V족 화합물 반도체 발광 장치와 이 새로운  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  투명 전도 산화물 계 사이에서 접촉 저항을 줄일 수 있는 갈륨 농후 상을 가진 갈륨 질화물계 콘택층을 제공하는 것이고, 또한 이 콘택층은 n타입 또는 p타입 또는 언도핑 층일 수 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 p형 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택층 사이에 있는 중간층을 제공하는 것이고, 이 중간층은 인듐 질화물계 재료이고 p형 또는 n형 또는 언도핑 층일 수 있다. 이 중간층의 물질 띠틈간격 에너지(band-gap energy)는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층보다 낮을 수 있다. 이 층의 기능은 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 갈륨 농후 상을 지닌 갈륨 질화물계 콘택층 사이에서 전기적 스파크 효과를 감소시키는 것이다.

제1 실시예에 따르면, 고 광도 갈륨 질화물계 발광 반도체 장치는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층에 접촉하여  $Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계 투광층을 형성함으로써 생산될 수 있다. p형 갈륨 질화물계 클래드 층의 오믹 콘택을 확립 하기 위하여  $Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계 투광층을 어닐링한다. 또, 투명 전도 산화물 윈도우 층은 이 투광층에 접촉하여 형성 되어, 광 효율성과 전류 확산을 개선시킨다.

제2 실시예에 따르면, 고 광 갈륨 질화물계 발광 반도체 장치는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과  $Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계 투광층 사이에서 갈륨 농후 상을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층이 성장함으로써 생산될 수 있다. 이 고 광 갈륨 질화물계 발광 반도체 장치를 높은 온도에서 어닐링하고,  $Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계 투광층과 갈륨 질화물계 콘택층 사이의 단단한 계면을 형성한다. 이 계면은 오믹 접촉의 접촉 저항성을 감소시키고 빛 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한, 이 단단한 계면은 오믹 접촉 콘택 저항률의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

제3 실시예에 따르면, p형 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택층 사이에 있는 중간층은 인듐 질화물계 물질일 수 있고, p형이거나 n형이거나 혹은 언도핑 층일 수 있으며, 이 중간층의 물질 띠 간격 에너지는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층보다 낮아야 한다. p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택 층 사이에 띠간격 에너지를 낮추고, 전류가 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택 층 사이 양단에 흐르는 동안 전기적 스파크 효과를 감소시켜 유효한 기능을 형성한다.

### 발명의 구성 및 작용

인듐-주석 산 화합물(ITO),  $Ga_{1.6}In_{6.4}Sn_2O_{16}$ ,  $Ga_{2.8}In_{5.2}Sn_2O_{16}$  및  $Al_{0.1}Ga_{2.7}In_{5.2}Sn_2O_{16}$  투명 전도 산화물과 동일한 두께의 본 샘플을 준비한다.

$Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계의 샘플 색은 밝은 블루-그린(소량의 알루미늄 함유)에서부터 밝은 그린(다량의 갈륨 함유)에서 그린(소량의 갈륨 함유)까지 분포한다. 또한 다결정 인듐-주석 산화물(ITO) 샘플 색은 그린이나,  $Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계 샘플보다 어둡다.

도 9는  $Ga_{1.6}In_{6.4}Sn_2O_{16}$ ,  $Ga_{2.8}In_{5.2}Sn_2O_{16}$ ,  $Al_{0.1}Ga_{2.7}In_{5.2}Sn_2O_{16}$  및 ITO의 투과 스펙트럼(UV-V 영역)을 비교한다.  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물 투과율은 파장( $\lambda$ )>400nm에서 인듐-주석 산화물(ITO)보다 다소 우수하고,  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물은 UV영역에서 낮은 흡수율을 지닌다. 본 발명은 블루-그린 영역에서 높은 투과율을 보이는  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물에 대해 갈륨 농도 혹은 약간의 알루미늄 농도를 증가시킴을 보여준다.

상기 투명 전도성 산화물의 투과 특성은 파장 하한치에서 물질의 띠간격에 의해서 정해지고,

$$\lambda_{bg} = hc/E_g$$

그리고 파장 상한치는 전하 캐리어 밀도에 의해서 정해진다.

$$\lambda_p = 2\pi [mc^2/4\pi(N/V)e^2]^{1/2}$$

또한, 물질의 결함 분포와 위상 관계는 투명 전도 산화물의 투과 특성을 결정한다.  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물의 본 발명에서, 알루미늄 농도가  $x>1$ 로 증가할때,  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물의 투과율은 크게 감소한다.

본 발명의 결과로 볼때,  $x>1$ 인 경우  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물에서 면저항은 증가하고 캐리어 농도는 많이 감소하고,  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물에서 알루미늄 농도가 매우 높을때, 결함 분포는 증가할 것이고, 단사  $\beta$ 갈리아 상 구조는  $x>1$  이상인 경우  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  조성물의 알루미늄 농도의 증가에 의해서 파괴될 수 있다.  $Al_2O_3$ - $Ga_2O_3$ - $In_2O_3$ - $SnO_2$  계의 바람직한 조성은  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  화학식으로 나타낼 수 있고, 여기에서  $0 \leq x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 \leq z < 2$  이다.

더욱이 본 발명에 있어서,  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$ 은 정방 구조 상을 갖는데, 여기에서 Sn은 인듐-주석 산화물 (ITO)일 때 치환 도펀트라기보다는 구조적 원소로서 포함된다. 이런 이유에서, 새로운  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계는 인듐 주석 산화물과 비교하여 볼때 더 안정성과 신뢰성을 갖는다.

본 발명에서,  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층은 p형 질화물계 클래드 층과 접촉하여 퇴적되어야 하고, 200°C 혹은 그 이상의 온도에서 어닐링되어야 한다.  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층과 p형 질화물계 클래드 층 사이에는 쇼트키 장벽이 있고 오믹 콘택을 형성한다. 도 10은 본 발명의 p타입 갈륨 질화물계 클래드 층에 접촉하는  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계 투광층의 전류-전압 특성을 도시한 그래프이다.

본 발명에서,  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층의 전도성을 고려하면, 그 두께는 5 옴스트롬 이상 이어야만 한다.

본 발명은 갈륨 농후 상을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층은 p형 갈륨 질화물계 클래드층과  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계 투광층 사이에서 성장하고, 200°C 혹은 그 이상의 온도에서 어닐링되고, 갈륨 농후 상을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층의 갈륨은  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  투광층으로 부분적 확산되고,  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$  계면의 바람직한 고(高) 갈륨 내용물을 형성하고, 갈륨 질산화물 콘택층의 유효한 오믹 콘택을 확립하고, 이 갈륨 질화물계 콘택 층의 두께는 5옴스트롬 내지 1000 옴스트롬 사이에 있다. p형 갈륨 질화물계 콘택층과  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층 사이에서 갈륨 농후 상을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층의 전류-전압 특성은 도 11에 도시되어 있다.

갈륨 농후 상을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층은 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 비교하여 높은 무질서 구조를 갖고, 전류는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택 층 양단을 흐르며, 두 층 사이에서 전류 스파크가 발생할 것이고, 인듐 질화물계 중간 층의 두께는 5옴스트롬 내지 500옴스트롬 이다.

도 7은 인듐 질산화물계 중간층(17b)의 성장을 보여주는데 p형 클래드 층(12)와 갈륨 질산화물계 콘택층(17b) 사이에 있고 인듐 질산화물계 중간층(17b)은 AlGaIn이거나 AlInIn이거나 InGaIn 혹은 InN 물질일 수 있고, p형이거나 n형이거나 언도핑 층일 수 있으며, 이 인듐 질화물계 중간층의 물질 띠틈격 에너지는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층(12)보다 낮아야 한다.

도 12는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택층 사이에서 인듐 질화물계 중간층의 하부 물질 띠틈격 에너지의 전류-전압 특성을 보여주는데, 전기적 스파크 효과를 감소시켜서 유효한 기능을 수행하고 전류는 p형 갈륨 질화물계 클래드 층과 갈륨 질화물계 콘택층 양단에 흐른다.

도 3은 본 발명에 따른 발광 장치의 일 실시예를 도시하는 개략도인데,  $Al_2O_3$ ,  $LiGaO_2$ ,  $LiAlO_2$  그리고  $MgAl_2O_4$  와 같은 투명 절연 기판상에  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층(11b)과 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층을 갖는다. 그리고 제1 하부 클래드 층(15)으로 n형 GaN 상기 투명 절연 기판상에 바로 위에 놓이고, InGaIn 발광층(13)은 상기 하부 클래드 층(15)에 바로 위에 놓이며, 제2 상부 클래드 층으로서 p형 GaN은 상기 발광층(13)에 바로 위에 놓이고, n형 전극(14)은 n형 GaN(15)의 부분적 노출된 영역에 형성되며, p형 전극(10)은 투광층(11b)의 상층부에 형성한다.

도 4는 본 발명에 따른 발광 장치의 일 실시예를 도시하는 개략도인데, 본 발명은 실리콘 카바이드(SiC)와 갈륨 질화물계 (GaN) 및 알루미늄 질화물계(AlN) 기판과 같은 투과성이고 전기적 전도성 기판(216)상에  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층(11b)과 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층이다.

도 5는 본 발명에 따른 발광 장치의 일 실시예를 도시하는 개략도인데, 본 발명은 실리콘(Si)(316) 기판이나 ZnSe 기판상에  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층(11b)과 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층이다.

도 6은 본 발명에 따른 발광 장치의 일 실시예를 도시하는 개략도인데, 본 발명은 갈륨 비소화물계(GaAs계) 기판, 갈륨 인화물계(GaP) 기판과 같은 광 흡수율과 전기적 전도성 기판(416)상에  $Al_2O_3-Ga_2O_3-In_2O_3-SnO_2$  계의 투광층(11b)과 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층이다.

도 8은  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계의 투광성 층(11b) 및 갈륨 농후 상(17a)을 갖는 갈륨 질화물계 콘택층의 발명에 따른 발광 장치의 일 실시예를 도시하는 개략도인데,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$ , ITO,  $\text{Cd}_2\text{SnO}_4$ , ZnO,  $\text{CuAlO}_2$ ,  $\text{CuGaO}_2$ ,  $\text{SrCu}_2\text{O}_2$ , NiO,  $\text{AgCoO}_2$  등과 같은 투명 전도 산화물 윈도우 층(11d)은 투광 전극에 접촉하여 형성되어 투명 전도 산화물의 전류 확산 및 광 효율성을 개선시킬 수 있으며, 투명 전도 산화물의 투명 전도 산화물 전류 확산 및 광 효율성을 고려하면, TCO의 두께는 5 옹스트롬 이상이어야 한다.

전술한 본 발명의 실시예 안에서 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 많은 변경 및 수정을 수행할 수 있다. 따라서, 과학 기술의 발전을 증진시키기 위해서, 본 발명을 개시하고, 첨부된 청구항의 범위내에서 제한하는 것을 목적으로 한다.

### 발명의 효과

본 발명에 따르면  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계의 광학 특성은 블루-그린 영역에서 보통의 Ni/Au 투명 전도성 층보다 우수하고, 새로운  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  계는 보통의 공정과 비교하면 1.5 내지 2.5배의 광도를 증가시킬 수 있다. 또, 새로운 투명 전도 산화물 박막은 높은 전도성을 갖고, Ni/Au 투명 전도 산화물 박막보다 우수하다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

발광 다이오드에 있어서,

투명 절연 기판과;

상기 투명 기판 바로 위에 제1 하부 클래드 층으로서 제1 전도 타입 GaN과;

상기 하부 클래드 층 바로 위에 InGaN 발광 층과;

상기 InGaN 발광 층 바로 위에 제2 상부 클래드 층으로서 제2 전도 타입 GaN과;

상기 상부 클래드 층 바로 위에 5옹스트롬 내지 1000옹스트롬 사이의 두께와 갈륨 농후 상을 갖는 GaN 계 콘택층과;

상기 GaN 계 콘택층 바로 위에 투광층으로서  $\text{AlGaInSnO}$  계 투명 전도 산화물(TCO)(이 TCO 박막의 두께는 5옹스트롬 이상이어야 한다)과;

상기 제1 전도성 타입 GaN의 부분 노출된 영역상에 형성된 제1 전극과;

상기 투광층의 상층에 형성된 제2 전극

을 포함하는 발광 다이오드.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 투명 전도 산화물(TCO)은  $\text{Al}_x\text{Ga}_{3-x-y}\text{In}_{5+y}\text{Sn}_{2-z}\text{O}_{16-2z}$ 의 조성을 가지며, 여기에서  $0 \leq x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 \leq z < 2$  인 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 투명 절연 기판은  $Al_2O_3$ ,  $LiGaO_2$ ,  $LiAlO_2$  및  $MgAl_2O_4$ 으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 GaN 계 콘택층은 AlGaIn, GaN, InGaIn으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 5.

발광 다이오드에 있어서,

제1 전도 타입 기판과;

상기 기판 바로 위에 제1 하부 클래드 층으로서 제1 전도성 타입 GaN과;

상기 하부 클래드 층 바로 위에 InGaIn 발광층과;

상기 InGaIn 발광 층 바로 위에 제2 상부 클래드 층으로서 제2 전도성 타입 GaN과;

상기 상부 클래드 층 바로 위에 5옹스트롬 내지 1000옹스트롬 사이의 두께와 갈륨 농후 상을 갖는 GaN 계 콘택층과;

상기 GaN 계 콘택 층 바로 위에 투광층으로서 AlGaInSnO 계 투명 전도 산화물(TCO) (이 TCO 박막의 두께는 5옹스트롬 이상이다)과;

상기 제1 전도성 타입 기판 하부에 형성된 제1 전극과;

상기 투광층의 상층에 형성된 제2 전극

을 포함하는 발광 다이오드.

#### 청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 투명 전도성 산화물(TCO)은  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$ 의 조성을 가지며, 여기에서  $0 \leq x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 \leq z < 2$  인 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 7.

제5항에 있어서, 상기 전도성 타입 기판이 SiC, Si, ZnSe, GaAs, GaP, GaN, AlN으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 8.

제5항에 있어서, 상기 GaN 계 콘택층은 AlGaIn, GaN, InGaIn으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 9.

발광 다이오드에 있어서,

투명 절연 기판과;

상기 투명 기판 바로 위에 제1 하부 클래드 층으로서 제1 전도 타입 GaN과;

상기 하부 클래드 층 바로 위에 InGaN 발광 층과;

상기 InGaN 발광 층 바로 위에 제2 상부 클래드 층으로서 제2 전도 타입 GaN과;

물질 띠 간격 에너지는 제2 전도 타입 GaN보다 낮고, 두께는 5옹스트롬 내지 500옹스트롬인, 상기 상부 클래드 층 바로 위에 AlGaInN 계 중간 층과;

상기 중간 층 바로 위에 5옹스트롬 내지 1000옹스트롬 사이의 두께와 갈륨 농후 상을 갖는 GaN 계 콘택층과;

상기 GaN 계 콘택층 바로 위의 투광층으로서 AlGaInSnO 계 투명 전도 산화물(TCO) (이 TCO 박막의 두께는 5옹스트롬 이상이다)과;

상기 제1 전도 타입 GaN의 부분 노출된 영역상에 형성된 제1 전극과;

상기 투광층의 상층에 형성된 제2 전극

을 포함하는 발광 다이오드.

#### 청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 투명 전도 산화물(TCO)은  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$ 의 조성을 가지며, 여기에서  $0 \leq x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 \leq z < 2$  인 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 투명 절연 기판은  $Al_2O_3$ ,  $LiGaO_2$ ,  $LiAlO_2$  및  $MgAl_2O_4$ 으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 12.

제9항에 있어서, 상기 GaN 계 콘택층은 AlGaIn, GaN, InGaIn으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 13.

제9항에 있어서, 상기 중간층은 AlGaInN, InGaIn, InN으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

#### 청구항 14.

발광 다이오드에 있어서,

투명 절연 기판과;

상기 투명 절연 기판 바로 위에 제1 하부 클래드 층으로서 제1 전도 타입 GaN와;

상기 하부 클래드 층 바로 위에 InGaN 발광 층과;

상기 InGaN 발광 층 바로 위에 제2 상부 클래드 층으로서 제2 전도 타입 GaN과;

상기 상부 클래드 층 바로 위에 5옹스트롬 내지 1000옹스트롬 사이의 두께와 갈륨 농후 상을 갖는 GaN 계 콘택 층과;

상기 GaN 계 콘택층 바로 위에 투광층으로서 AlGaInSnO 계 투명 전도 산화물(TCO) (이 TCO 박막의 두께는 5옹스트롬 이상이다)과;

상기 투광층 바로 위에 투명 전도성 산화물 윈도우 층과;

제1 전도 타입 GaN과 부분적 노출된 지역상에 형성된 제1 전극과;

투명 전도성 산화물 윈도우 층의 상층부에 형성된 제2 전극

을 포함하는 발광 다이오드.

### 청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 투명 전도 산화물(TCO)은  $Al_xGa_{3-x-y}In_{5+y}Sn_{2-z}O_{16-2z}$ 의 조성을 가지며, 여기에서  $0 \leq x < 2$ ,  $0 < y < 3$ ,  $0 \leq z < 2$  인 것인 발광 다이오드.

### 청구항 16.

제14항에 있어서, 상기 투명 절연 기판과 투명 절연 기판은  $Al_2O_3$ ,  $LiGaO_2$ ,  $LiAlO_2$  및  $MgAl_2O_4$ 으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

### 청구항 17.

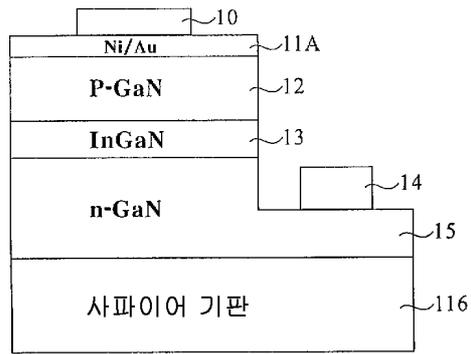
제14항에 있어서, 상기 GaN 계 콘택층은 AlGaIn, GaN, InGaIn 으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

### 청구항 18.

제14항에 있어서, 상기 투명 전도 산화물 윈도우 층은  $SnO_2$ ,  $In_2O_3$ , ITO,  $Cd_2SnO_4$ , ZnO,  $CuAlO_2$ ,  $CuCaO_2$ ,  $SrCuO_2$ , NiO,  $AgCoO_2$ 으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것인 발광 다이오드.

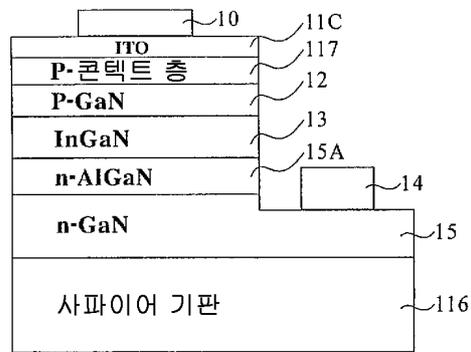
도면

도면1



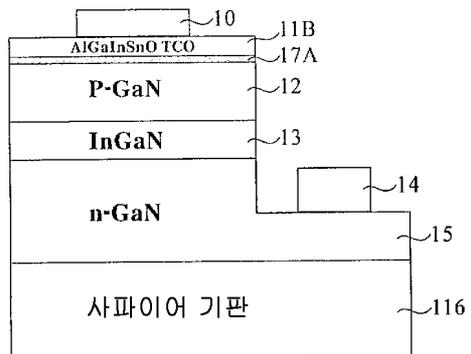
(종래 기술)

도면2

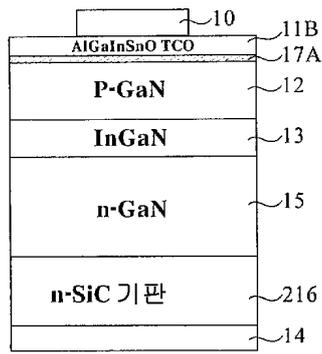


(종래 기술)

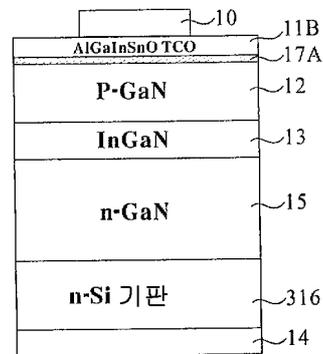
도면3



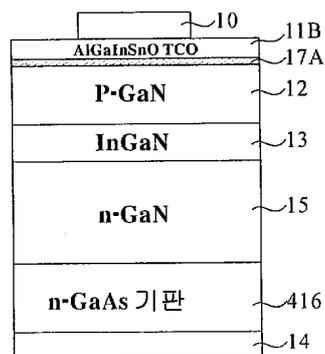
도면4



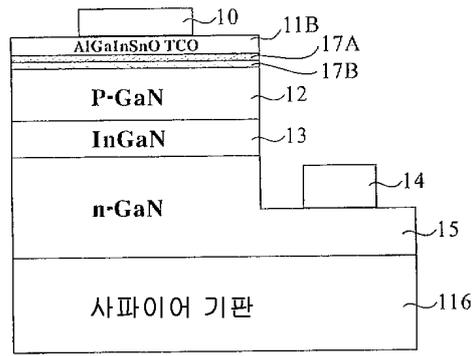
도면5



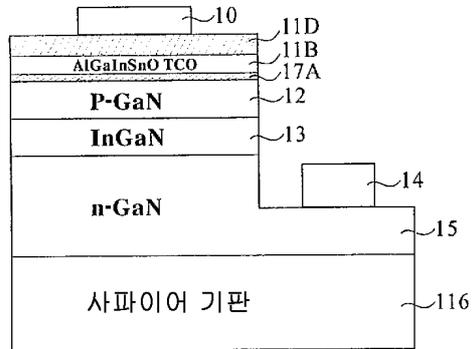
도면6



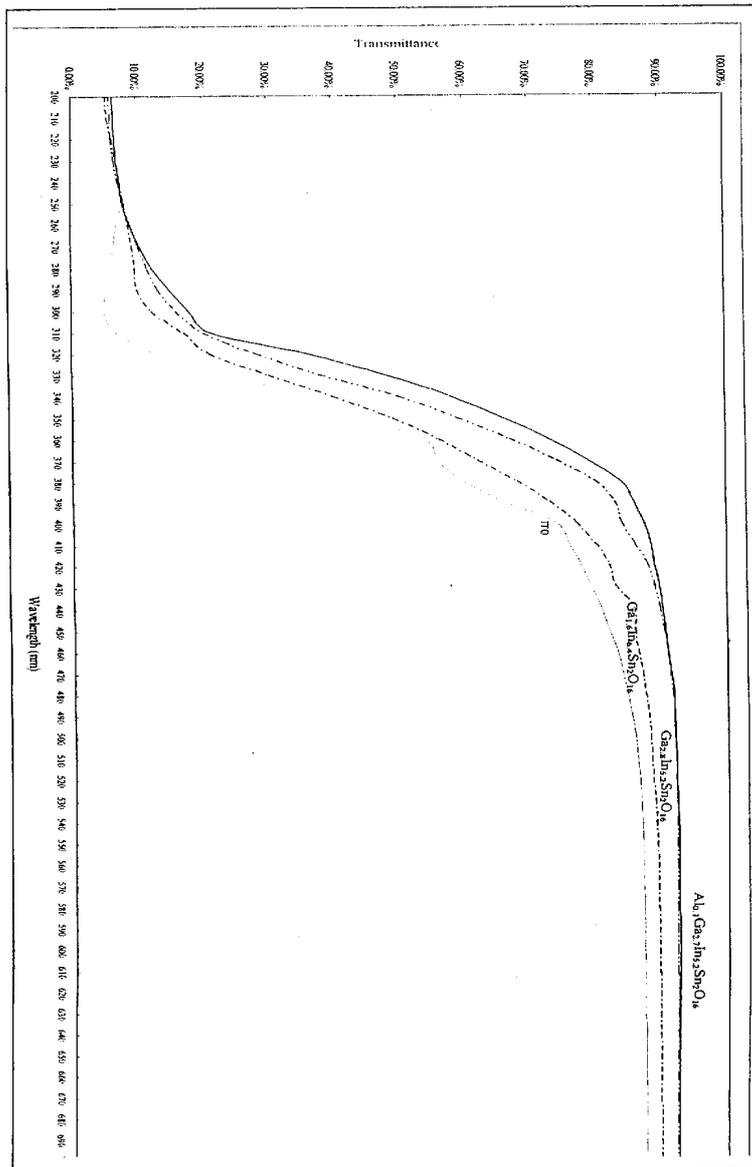
도면7



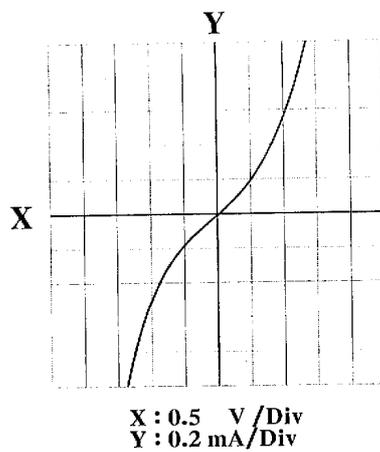
도면8



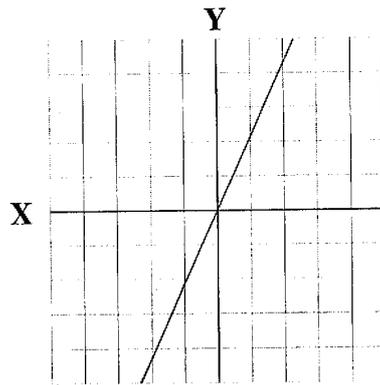
도면9



도면10

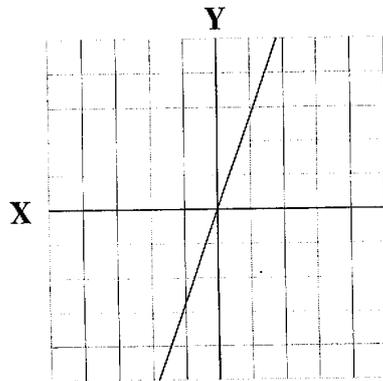


도면11



X : 0.5 V/Div  
Y : 0.2 mA/Div

도면12



X : 0.5 V/Div  
Y : 0.2 mA/Div