

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0098661 (43) 공개일자 2016년08월19일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>H01L 33/36</i> (2010.01) <i>H01L 21/02</i> (2006.01) <i>H01L 33/20</i> (2010.01) (52) CPC특허분류 <i>H01L 33/36</i> (2013.01) <i>H01L 21/0262</i> (2013.01) (21) 출원번호 10-2015-0020279 (22) 출원일자 2015년02월10일 심사청구일자 2015년02월10일		(71) 출원인 울산과학기술원 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 (72) 발명자 백정민 울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-9번(우미린 1차 301동 1201호) 예병욱 대구광역시 서구 국제보상로36길 50 B동 606호 (중리동, 광명아파트) 김지현 경기도 안산시 상록구 반석로 8 13동 303호 (본 오동, 한양아파트) (74) 대리인 장한특허법인

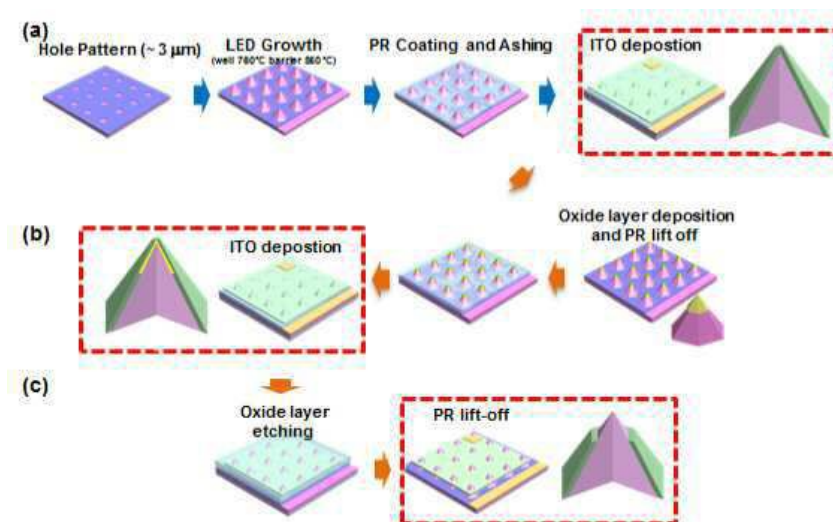
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 (A) GaN 층이 적층된 기판상의 홀 패턴을 형성하는 단계; (B) 패턴이 형성된 기판을 금속유기화학증착장비(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에 넣어, 홀 패턴의 개구부에서 n-GaN, MQWs, p-GaN이 성장되도록 하는 단계; (C) 기판에서 피라미드 형태로 성장된 피라미드형 발광 다이오드에 PR(Photoresist:광경화성수지)로 코팅 후, 에칭(Ashing)을 실시하는 단계; (D) 피라미드형 발광다이오드의 첨단부만을 절개하여 오픈(open)한 후, 스퍼터(SPUTTER) 방식을 이용하여 마스크층을 증착하는 단계; 및 (E) SiO₂이 증착된 피라미드형 발광 다이오드에 E-beam을 이용하여 ITO를 증착하여 투명전극을 형성하는 단계;를 포함하여, 발광 구조체의 첨단부 또는 단부를 덮는 누설전류 방지층을 형성시킴으로써, 발광 소자의 누설 전류 발생을 최소화할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 33/20 (2013.01)

H01L 2924/12041 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10035598
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	산업원천기술개발사업(RCMS)
연구과제명	180 LM/W급 고효율 나노기반 LED 개발
기 여 율	1/1
주관기관	국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단
연구기간	2014.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

- (A) GaN 층(20)이 적층된 기판(10)상의 홀 패턴을 형성하는 단계;
- (B) 상기 패턴이 형성된 기판을 금속유기화학증착장비(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에 넣어, 상기 홀 패턴의 개구부에서 n-GaN, MQWs, p-GaN이 성장되도록 하는 단계;
- (C) 상기 기판(100)에서 피라미드 형태로 성장된 피라미드형 발광 다이오드에 PR(Photoresist: 광경화성수지)로 코팅 후, 에칭(Ashing)을 실시하는 단계;
- (D) 상기 피라미드형 발광다이오드의 침단부만을 절개하여 오픈(open)한 후, 스퍼터(SPUTTER) 방식을 이용하여 마스크층을 증착하는 단계; 및
- (E) 상기 SiO₂이 증착된 피라미드형 발광 다이오드에 E-beam을 이용하여 ITO를 증착하여 투명전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

- (F) 상기 (E)단계 이후에, 화학적 에칭방법을 통해 마스크층만을 제거하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 (D) 단계는

상기 마스크층은 MgO, SiO₂, SiN, 및 SiO_x 중 어느 하나의 물질인 것을 특징으로 하는 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

복수의 상기 홀 패턴의 개구부는

직경이 20um 내지 6um 크기의 원형 형성되고, 상호간에 200um 내지 10um만큼 이격되어 배열되는 것을 특징으로 하는 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 마스크층은 100nm 두께로 증착하고, 상기 ITO는 800nm 두께로 증착하는 것을 특징으로 하는 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중, 어느 한 항의 제조 방법에 의해 제조된 피라미드형 발광다이오드.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 피라미드형 발광소자의 첨단부 부분을 MgO 패시베이션, Top opened 구조로하여 단색발광 및 전류누설을 막을 수 있도록 하기 위한 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 발광 다이오드는 기본적으로 P형 반도체와 N형 반도체의 접합인 PN 접합 다이오드이다.
- [0003] 발광 소자는 전자와 정공의 재결합으로 발생하는 광을 발하는 무기 반도체 소자로서, 최근, 디스플레이, 자동차 램프, 일반 조명 등의 여러 분야에서 사용된다. 발광 소자는 수명이 길고, 소비 전력이 낮으며, 응답 속도가 빨라서, 발광 다이오드를 포함하는 발광소자 패키지는 종래의 광원을 대체할 것으로 기대된다.
- [0004] 최근, 일반적인 발광 소자는 (Al, Ga, In)N과 같은 질화물계 반도체를 이용하여 제조되며, 성장 기판 상에 n형 질화물 반도체층, 활성층 및 p형 질화물 반도체층을 순차적으로 성장시켜 제조된다. 특히, 성장 기판으로 c면 ((0001)) 사파이어 기판이 가장 폭넓게 이용된다.
- [0005] 그런데, 상기 c면 사파이어 기판 상에 성장된 질화물계 반도체는 사파이어 기판의 성장면을 따라 성장되므로, c면 방향을 따라 성장하게 된다. c면 방향의 질화물계 반도체는 극성을 가지므로, c면 방향을 따라 형성된 질화물계 반도체는 [0001] 방향으로 자발 분극을 형성하게 된다. 또한, 활성층의 격자 부정합으로 형성된 내부 스트레인 압전기장에 의한 양자구속 스타크 효과(Quantum Confined Stark Effect)로 인하여, 내부 양자 효율을 높이는 데에 한계가 있다.
- [0006] 이와 같은 극성 질화물계 반도체가 갖는 문제점을 해결하기 위하여, 비극성 또는 반극성 질화물계 반도체를 이용하여 발광 소자를 제조하는 방법이 연구 및 개발되고 있다. 비극성 또는 반극성 질화물계 반도체는 전기적으로 중성을 띄게 되어 양자구속 스타크 효과 등에 의한 내부 양자 효율의 저하를 최소화할 수 있다. 비극성 또는 반극성 발광 소자를 제조하기 위해서는, a면이나 m면 등의 비극성 또는 반극성의 성장면을 따라 질화물계 반도체를 성장시켜야 한다.
- [0007] 그런데, 이러한 비극성 또는 반극성의 질화물계 반도체를 성장시키기 위해서는 다른 성장면을 갖는 사파이어 기판을 이용하거나, 동종 기판(예를 들어, GaN 기판 또는 AlN 기판)을 이용하여 성장시켜야 하는데, 이러한 성장 기판들은 c면 사파이어 기판에 비해 가격이 매우 높아 전체적인 공정비용이 증가하는 문제점이 있다.
- [0008] 또한, 현재 기술력의 한계로 인하여 비극성 또는 반극성의 질화물계 반도체의 결정질이 c면 질화물계 반도체의 결정질에 비해 매우 떨어지는 문제점이 있다.
- [0009] 이에 따라, 종래에 c면 사파이어 기판에서 성장된 n형 질화물계 기저층 상에 선택적 에피택셜 성장법을 이용하여 다각뿔 형상의 질화물계 반도체층들을 성장시켜, 반극성의 활성층을 제조하는 방법이 연구되었다. 그러나, 이러한 구조를 갖는 발광 소자는, 다각뿔 형상의 첨단부에서 전류 누설 등이 발생하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2014-0044848호(2014.04.15)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 피라미드형 발광소자의 첨단부 부분을 MgO 패시베이션 Top opened 구조로하여 누설전류의 발생을 최소화하기 위한 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상술한 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 (A) GaN 층이 적층된 기판상의 홀 패턴을 형성하는 단계; (B) 패턴이 형성된 기판을 금속유기화학증착장비(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에 넣어, 홀 패턴의 개구부에서 n-GaN, MQWs, p-GaN이 성장되도록 하는 단계; (C) 기판에서 피라미드 형태로 성장된 피라미드형 발광 다이오드에 PR(Photoresist:광경화성수지)로 코팅 후, 에칭(Ashing)을 실시하는 단계; (D) 피라미드형 발광다이오드의 첨단부만을 절개하여 오픈(open)한 후, 스퍼터(SPUTTER) 방식을 이용하여 마스크층을 증착하는 단계; 및 (E) 패시베이션(MgO)층이 증착된 피라미드형 발광 다이오드에 E-beam을 이용하여 ITO를 증착하여 투명전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 발광 구조체의 첨단부 또는 단부를 덮는 누설전류 방지층을 형성시킴으로써, 발광 소자의 누설 전류 발생을 최소화할 수 있는 효과가 있다.
- [0014] 또한, 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 상술한 발광 소자의 누설 전류 발생을 최소화할 수 있는 효과로 인해, 발광소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있는 현저한 효과가 있다.
- [0015] 또한, 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 발광하는 면적을 줄여 동일한 인듐 함유량을 가지는 첨단부에 높은 인듐함유량을 가지는 MQWs에서 발광을 제한하여 단색의 발광 효과를 얻을 수 있다.

[0016]

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법에 의해 제조된 단색발광이 가능한 발광다이오드 소자의 개념도,
- 도 2는 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법과 종래 제조 방법의 비교도면,
- 도 3은 본 발명에 따른 제조 방법과 종래 제조 방법으로 제조된 피라미드형 발광 다이오드의 주사전자현미경으로 측정한 사진 도면,
- 도 4는 본 발명에 따른 피라미드형 발광 다이오드와 종래 피라미드형 발광 다이오드의 전기적 특성을 비교 도시한 도면,
- 도 5는 본 발명에 따른 피라미드형 발광 다이오드와 종래 피라미드형 발광 다이오드의 발광특성을 비교 도시한 도면, 및
- 도 6은 본 발명에 따른 피라미드형 발광 다이오드와 종래 피라미드형 발광 다이오드의 발광 과장대를 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구

구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

- [0019] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0020] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법에 의해 제조된 발광다이오드 소자의 개념도 이다.
- [0022] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 제조 방법에 의해 제조된 발광 다이오드 소자는 기판(10), GaN 층(20), PR층(30) 및 ITO층(40)을 포함한다.
- [0023] 상술한 구성외에도, 상기 발광다이오드 소자는 n-GaN, MQWs, p-GaN, SiO₂ 마스크층, PR 마스크층, MgO 패시베이션 층, 투명전극, n형 전극 및 p형 전극을 포함할 수 있다.
- [0024] 특히, 상기 SiO₂ 마스크층은 GaN이 성장되지 않도록 하는 선택적 성장 마스크로 사용되며 그 종류로는 SiN, SiO_x 등으로 선택적 성장이 가능하도록 격자 차이가 나는 물질로 SiO₂에 한정하지 않는다.
- [0025] 상술한 구성을 갖는 발광다이오드 소자의 제조방법에 대하여 도 2를 참조하여 상세히 설명한다.
- [0026] 참고로, 도 2는 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법과 종래 제조 방법의 비교도면이다.
- [0027] 상기 기판(10)상의 상기 GaN 층(20)에 홀 패턴으로 정렬된 패턴을 형성하는 단계를 수행한다(S100).
- [0028] 상기 기판(10)은 성장 기판일 수 있고, 또한 이에 한정되지 않고, 사파이어 기판, 유리 기판, 실리콘카바이드 기판, 실리콘 기판 또는 GaN 기판일 수 있다.
- [0029] 상기 `S100` 단계에서 상기 패턴이 형성된 기판을 금속유기화학증착장비(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)에 넣어 홀 패턴의 개구부에서 n-GaN, MQWs, p-GaN이 성장되도록 하는 단계를 수행한다(S200).
- [0030] 이후, 상기 기판(100)에서 피라미드 형태로 성장된 피라미드형 발광 다이오드에 PR(Photoresist: 광경화성수지)로 코팅후 200nm 두께가 남도록 에싱(Ashing)을 실시하는 단계를 수행한다(S300).
- [0031] 상기 `S300` 단계 이후에 상기 PR이 코팅된 피라미드형 발광 다이오드에 E-beam을 이용하여 ITO를 800nm증착하여 투명전극을 형성하는 단계를 수행한다(S500).
- [0032] 상기 `S100` 단계 내지 `S500` 단계를 포함하는 공정이 도 2(a)에 도시된 종래의 피라미드형 발광다이오드 제작공정이다.
- [0033] 한편, 종래의 피라미드형 발광다이오드 제작공정을 통해 제작된 피라미드 발광 다이오드 칩단부에 적층결함이 존재하는데, 상기 피라미드 발광 다이오드 칩단부에 존재하는 적층결함은 인가되는 전류의 누설을 초래하게 되고, 전류의 흐름이 차단되어 결과적으로 발광다이오드의 효율이 낮아지는 문제점이 발생하게 된다.
- [0034] 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 MgO 패시베이션 피라미드형 발광다이오드 소자 제조방법에 있는데, 상기 제조방법은 상기 `S300` 단계까지 동일하고, 도 2(b)에 도시된 바와 같이 피라미드형 발광다이오드의 칩단부만을 절개하여 오픈(open)한 후, MgO를 E-beam으로 100nm두께로 증착하는 단계를 수행한다(S400).
- [0035] 이후, E-beam을 이용하여 ITO를 800nm두께로 증착하여 투명전극을 형성하는 상기 `S500` 단계와 동일한 공정을 수행한다.
- [0036] 누설전류를 차단하기 위한 다른 실시예로서, 본 발명에 따른 선택적 전극형성을 이용한 피라미드형 발광 다이오드 제조 방법은 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 상기 `S500` 단계 공정 이후, 상기 MgO층만을 화학적 에칭방법으로 제거하여 단계를 수행한다(S600)

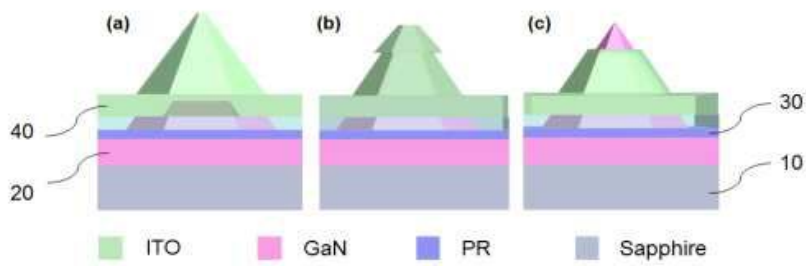
- [0037] 상술한 `S100` 내지 `S600`를 포함하여 제조되는 발광다이오드가 Top opened 피라미드형 발광다이오드이다.
- [0038] 상술한 종래 피라미드형 발광다이오드 소자 제조방법, Top opened 피라미드형 발광다이오드 소자 제조방법, 및 MgO 패시베이션 피라미드형 발광다이오드 소자 제조방법에 의해 제조된 피라미드형 발광 다이오드 소자의 전기적 특성에 살펴보면 도 4에 도시된 전기적 특성과 같다.
- [0039] 도 4에 도시된 바와 같이, 역방향 누설전류의 값인 -5 V에서 MgO 패시베이션 피라미드형 발광 다이오드는 $-2.97 \times 10^{-3} \text{ A/cm}^2$, Top opened 피라미드형 발광 다이오드는 $-3.15 \times 10^{-2} \text{ A/cm}^2$ 이며, 종래의 피라미드형 발광 다이오드 $-2.10 \times 10^{-1} \text{ A/cm}^2$ 의 결과가 나타났다. MgO 패시베이션 피라미드형 발광 다이오드에서 가장 높은 역방향 누설전류 차단효과가 나타났다.
- [0040] 참고로, 도 4는 본 발명에 따른 피라미드형 발광 다이오드 종래 피라미드형 발광 다이오드의 전기적 특성을 비교 도시한 도면이다.
- [0041] 한편, 본 발명에 따른 피라미드형 발광 다이오드 종래 피라미드형 발광 다이오드의 발광특성을 비교 도시한 도면인 도 5을 참조하여 빛의 강도와 형상에 대하여 비교설명한다.
- [0042] 상기 MgO 패시베이션 피라미드형 발광 다이오드, Top opened 피라미드형 발광 다이오드, 및 종래의 피라미드형 발광 다이오드의 발광특성은 공초점 주사광학 현미경으로 각각의 피라미드형 발광다이오드에서 발광되는 빛의 강도(intensity) 및 형상을 확인할 수 있는데, 먼저 도 5(a)에 도시된 바와 같이, 종래의 피라미드형 발광 다이오드는 피라미드의 첨단부 영역, 즉 중앙부분에서 가장 높은 빛이 방출되었다. 이는 피라미드형태의 구조적 특성으로 r-plane에 성장된 MQWs에서 발생된 빛이 내부로 반사되었던 빛 중에서 피라미드형의 첨단부에서 더 많은 양의 빛이 GaN 외부로 빠져나가는 것을 확인 할 수 있다.
- [0043] 다음으로, 도 5(b)에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 MgO 패시베이션 피라미드형 발광 다이오드 소자는 종래의 피라미드형 발광 다이오드 소자와 달리 피라미드형 발광 다이오드의 r-plane에서만 빛이 발광됨을 알 수 있다. 그로 인해 발생된 빛이 대부분 r-plane에서만 방출됨을 알 수 있으며 전기적 특성 향상으로 보다 많은 빛을 외부로 방출 하고 있음을 확인 할 수 있다.
- [0044] 마지막으로, 도 5(c)에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 Top opened 피라미드형 발광 다이오드 소자는 종래의 피라미드형 발광 다이오드 소자와 달리 피라미드형 발광 다이오드의 r-plane의 빛이 중앙부분, 즉 피라미드 첨단부 영역 부분과 비슷한 빛이 방출됨을 확인 할 수 있다. 투명전극이 형성되어 있는 r-plane에서만 발광이 이루어지며 이 때 외부로 바로 방출되지 못하고 내부에서 반사된 빛들이 피라미드형태의 구조적 특성으로 첨단부에서 빛이 외부로 방출됨을 알 수 있다.
- [0045] 또한, 도 6에 도시된 바와 같이 과장대별 측정 결과 종래의 피라미드형 발광 다이오드는 첨단부에도 전류가 공급되어 장파장의 영역에서도 발광되고 있음을 확인 할 수 있다. 이는 누설전류가 큰 첨단부로 발광이 되므로 전체적인 효율이 감소하는 역할을 하게 된다. 첨단부를 제어한 MgO 패시베이션 피라미드형 발광 다이오드, Top opened 피라미드형에서는 좁은 영역의 발광이 발생한다.
- [0046] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 하기에 기재될 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

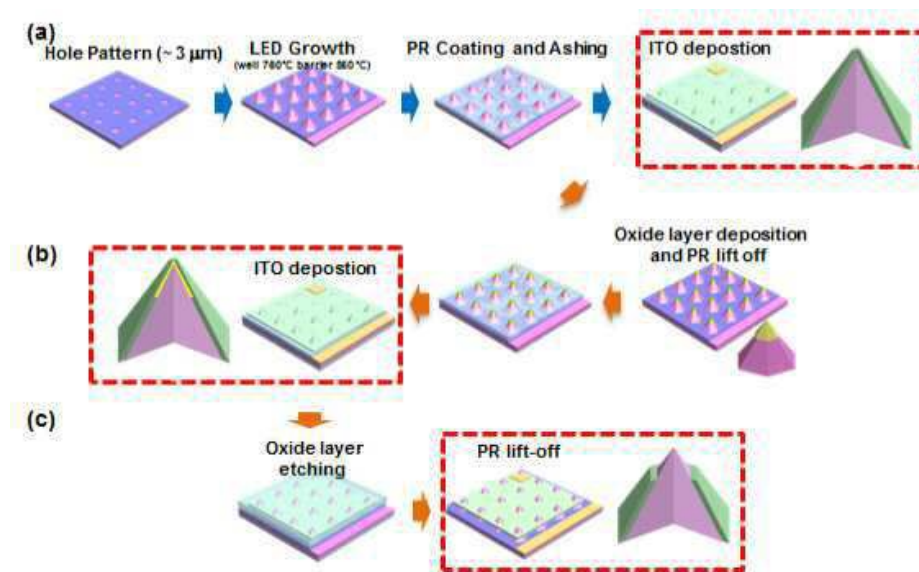
- [0047] 10 : 기판
20 : GaN 층
30 : PR층
40 : ITO층

도면

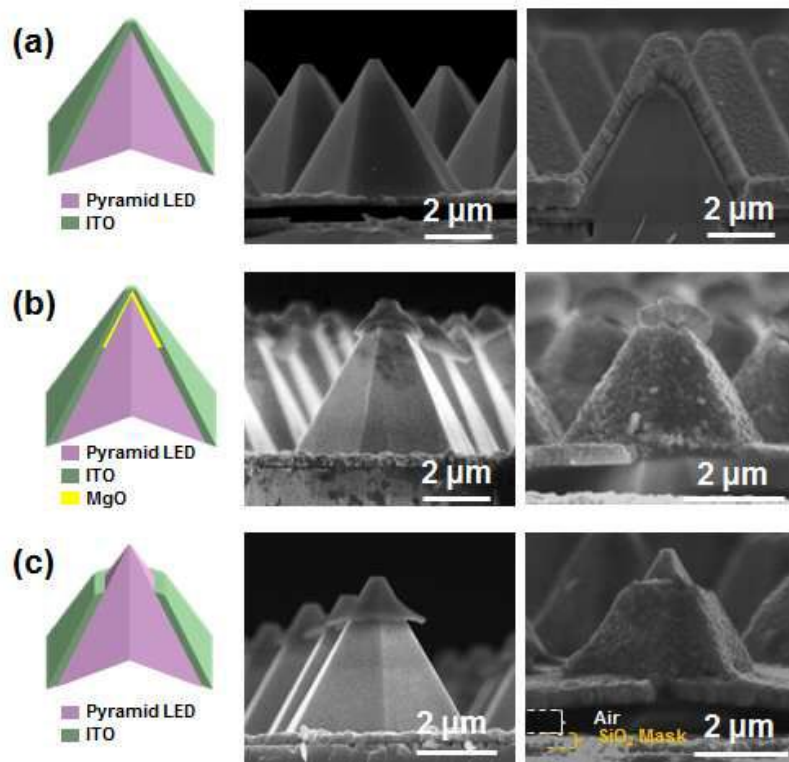
도면1



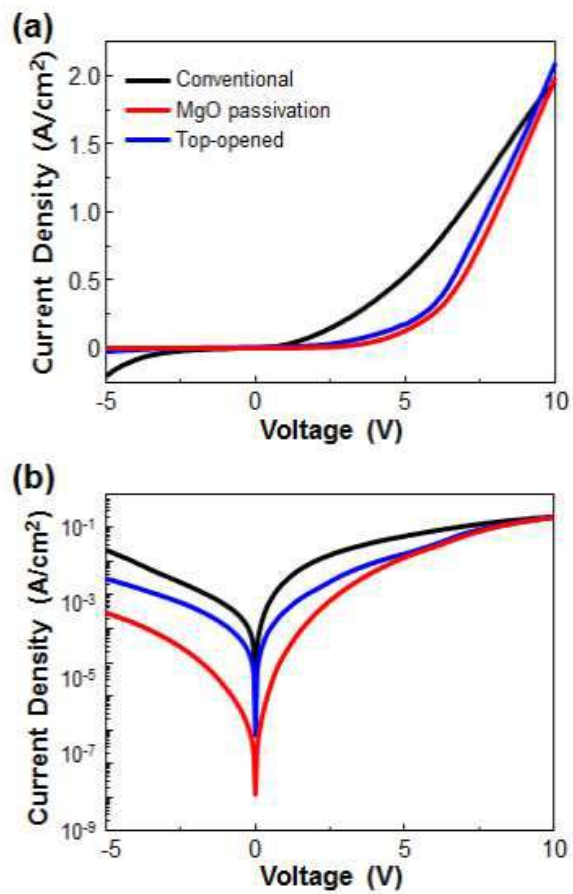
도면2



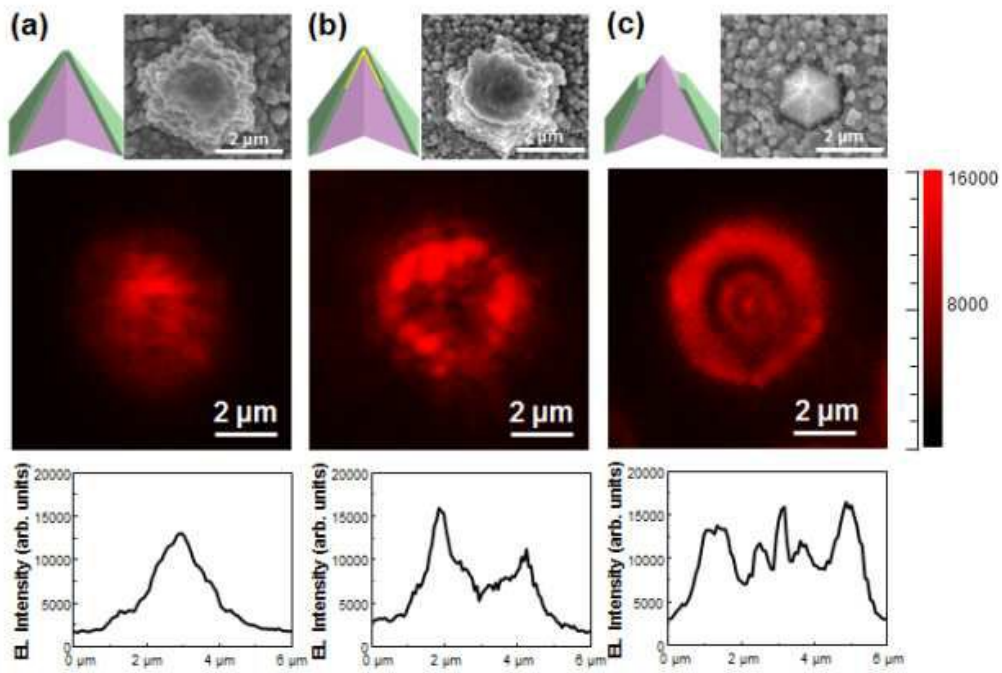
도면3



도면4



도면5



도면6

