



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0042675
(43) 공개일자 2009년04월30일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01) H01L 21/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0108555

(22) 출원일자 2007년10월26일

심사청구일자 2007년10월26일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

김태근

경기 성남시 분당구 이매동 122번지 금강아파트
103-1301

임시중

서울시 서대문구 홍은2동 460번지 풍림 아이원 아
파트 101동202호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김정식

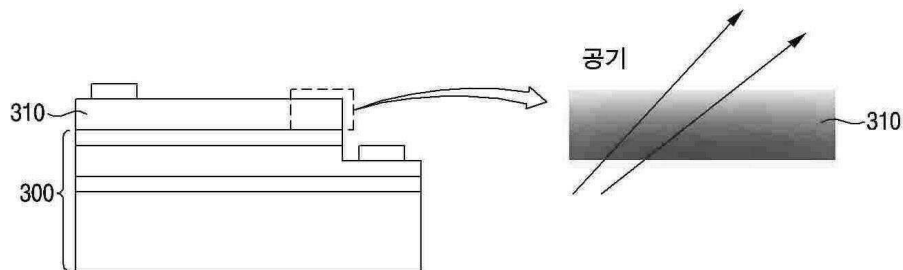
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발광 효율 향상을 위한 질화물 발광 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 질화물 발광 소자 및 그 제조 방법을 개시한다. 본 발명은 질화물 발광 소자의 투명 전극층 내부에 공극이 포함되도록 형성하되, 공극의 양이 투명 전극층의 하부에서 상부로 갈수록 점진적으로 감소되도록 형성함으로써, 투명 전극층 전체적으로 하부에서 상부로 갈수록 굴절율이 감소하도록 형성하였다. 따라서, 본 발명은 투명 전극층에 포함되는 공극양을 점진적으로 조절하여 투명 전극층의 굴절률을 조절할 수 있는 효과가 있고, 투명 전극층의 굴절률을 조절할 수 있음으로 인해서 투명 전극층에 맞닿은 물질과의 계면에서 전반사가 발생하지 않도록 투명 전극층을 형성하여 발광 소자의 광추출 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

신영철

서울시 서초구 서초동 우성아파트 2동 913호

이병규

서울시 도봉구 방학3동 274번지 삼익아파트 101동
707호

특허청구의 범위

청구항 1

질화물층이 형성된 기관; 및

질화물층이 형성된 상기 기관 위에, 내부에 공극을 포함하도록 형성된 투명 전극층을 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 투명 전극층은 하부에서 상부로 공극의 양이 점증하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 투명 전극층은 하부에서 상부로 갈수록 상기 투명 전극층을 형성하는 물질의 양이 감소하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투명 전극층을 형성하는 물질은 나사선 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투명 전극층을 형성하는 물질들 사이에 형성된 상기 공극은 나사선 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자.

청구항 6

(a) 기관에 질화물층을 형성하는 단계; 및

(b) 회전하는 상기 기관으로 투명 전극층을 형성하는 물질이 입사되는 각을 변화시키면서 상기 질화물층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

상기 투명 전극층을 형성하는 물질이 상기 기관에 입사되는 각을 수직에서 수평으로 변화시키면서 상기 투명 전극층을 형성하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

상기 투명 전극층을 형성하는 물질을 방사하는 소오스에 대한 상기 기관의 기울기를 변화시키면서 상기 투명 전극층을 형성하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 9

(a) 기관에 질화물층을 형성하는 단계;

(b) 상기 질화물층에 공극 형성 구조물들을 형성하는 단계;

(c) 상기 공극 형성 구조물들 사이의 공극에 투명 전극층 형성 물질을 침투시켜 투명 전극층을 형성하는 단계; 및

(d) 상기 공극 형성 구조물들을 제거하여 투명 전극층에 공극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

회전하는 상기 기관으로 상기 공극 형성 구조물들을 형성하는 물질이 입사되는 각을 변화시키면서 증착하여 상기 공극 형성 구조물들을 형성하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 공극 형성 구조물은 상기 기관의 표면에서 상부로 갈수록 부피가 증가하는 나선 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 공극 형성 구조물을 형성하는 물질은 실리콘 산화물인 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

상기 공극 형성 구조물들 사이의 공극에 투명 전극층 형성 물질의 Sol-Gel을 침투시켜 투명 전극층을 형성하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

상기 기관을 투명 전극층 형성 물질의 Sol-Gel을 스핀 코팅하여 투명 전극층을 형성하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

상기 공극 형성 구조물들의 상부가 드러나도록 상기 투명 전극층의 상부를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 질화물 발광 소자 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 질화물 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 발광 효율 향상을 위한 GaN계 물질로 이루어지는 발광소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 청색, 녹색, UV광을 방출하는 GaN계 발광 다이오드(LED)는 소형 및 대형 전광판 뿐만 아니라, Indicator, LCD 장치의 백라이트, 및 휴대폰 키패드의 백라이트 등 사회 전반에 걸쳐 그 응용범위가 점차 넓어지고 있다.

<3> 현재는 청록색 LED 가 기존 신호등을 대체하고 있고, 다양한 LED가 자동차용 및 간접조명용 광원으로 사용되고 있으며, 광효율이 더 높은 백색 LED가 개발되면 현재 사용되는 전등도 LED로 대체될 수 있을 것이다.

<4> 이렇게 다양한 분야에 이용되는 LED를 제조하기 위해서, 종래에는 GaN 물질로 LED를 구성하기 위해 박막을 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)등의 방식으로 사파이어 기관 또는 SiC 기관 위에

형성하였다.

- <5> 도 1a 및 도 1b 는 종래의 기술에 따라서 이용하여 발광소자를 제조하는 방법을 설명하는 도면이다. 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 종래의 방식은 사파이어, SiC, GaN 등의 기판(11) 위에 MOCVD 방식에 의해 버퍼층(Un-doped GaN;12)을 형성하고, 버퍼층(12) 위에 N-GaN 층(13), 활성층($\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($x=0\sim 1$);14), P-GaN층(15)을 차례로 형성한다(도 1a의 (a) 참조).
- <6> 그 후, P-GaN층(15)의 불순물의 활성화를 위해서 약 600℃에서 약 20분간 열처리를 수행한 후, N형 전극을 형성하기 위해서 N-GaN층(13)의 일부분이 드러나도록 P-GaN층(15)부터 아래로 식각을 수행한다(도 1a 의 (b) 참조).
- <7> 그 후, P-GaN층(15)의 전면에 얇은 ohmic contact 용 메탈(또는 투명 전도 박막;16)을 형성하고(도 1a의 (c) 참조), 그 위에 칩의 조립시 본딩을 하기 위한 패드용 P형 ohmic contact(17)을 형성한다(도 1b의 (d) 참조).
- <8> 그 후, 식각된 N-GaN층(13) 위에도 ohmic 및 패드 메탈로 동시에 이용되는 전극층(18)을 형성하여 칩을 완성한다(도 1b 의 (e) 참조).
- <9> 완성된 LED 칩은 패키징과 몰딩 과정을 거쳐 SMD, lamp, 고출력 LED PKG 의 형태로 만들어 진다.
- <10> 한편, LED 의 구동과정을 설명하면, N 및 P 형 전극을 통해서 전압이 인가되면, N-GaN층(13) 및 P-GaN층(15)으로부터 전자 및 정공이 활성층(14)으로 유입되고, 활성층(14)에서 전자와 정공의 결합이 일어나면서 발광하게 된다.
- <11> 활성층(14)에서 발생된 빛은 활성층(14)의 위와 아래로 진행하게 되고, 위로 진행된 빛은 P-GaN층(15)위에 얇게 형성된 투명전극을 통해서 밖으로 방출되고, 아래로 진행된 빛의 일부분은 칩의 외부로 방출되고, 나머지는 기판 아래쪽으로 진행하여 LED 칩의 조립시에 이용되는 솔더(solder)에 흡수되거나, 반사되어 다시 위쪽으로 진행하여 일부는 활성층(14)에 다시 흡수되기도 하고, 다른 일부는 활성층(14)을 지나 투명전극을 통해서 칩 외부로 방출된다.
- <12> 이 LED Chip으로 다른 파장을 구현하기 위해서는 조립시 LED Chip 상부에 파장 변환 물질인 포스포를 형성하게 하여 다파장의 색을 구현하게 되면 파장이 변환된 특정 파장, 혼합파장 및 White 의 LED를 구현할 수 있게 된다.
- <13> 상기의 LED 구조에서 종래 기술은 단일층으로 형성된 투명 전극을 사용하고 있으며 이 구조는 다음과 같은 문제점이 있다.
- <14> 투명 전극의 경우 90 % 정도의 빛 투과율에 대한 장점을 가지는 반면, 단일층으로 형성된 투명 전극은 P-GaN 층과 공기층 등과 같은 인접한 층들과의 굴절율의 차이로 인해서 제한된 입사각의 빛만을 투과시킨다는 점 등에서 광추출 효율이 저하되는 문제점이 있다.
- <15> 구체적으로 설명하면, GaN LED의 활성층에서 나온 빛이 p-GaN을 지나 투명 전극을 통과할 때, p-GaN 층과 투명 전극층의 계면에서 굴절률 차이 ($p\text{-GaN}$ 층=2.4, 투명 전극층 (ITO)=2.0)에 의해 스넬의 법칙(snell's law)에 따라 제한된 입사각의 빛만이 통과한다는 점에서 한계를 갖는다.
- <16> 또한, 도 2 에 도시된 바와 같이, 투명 전극층(16)의 굴절률은 투명 전극층 전체적으로 균일하게 약 2.0 정도이기 때문에 빛이 투명 전극층(16)을 통과하여 공기(굴절률=1.0)층으로 빠져나갈 때, 빛의 입사각이 임계각(θ_c)보다 작은 경우에는 투명 전극층(16) 외부로 통과하지만(도 2 의 ①), 임계각 이상인 경우(도 2 의 ② 및 ③)에는 투명 전극층(16)과 공기층의 경계면에서 스넬의 법칙에 따른 전반사가 일어나 추출되는 빛의 양이 현저하게 감소되는 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <17> 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 종래 기술의 발광 소자보다 광추출 효율이 향상된 질화물 발광 소자 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <18> 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 질화물 발광 소자는, 질화물층이 형성된 기판; 및 질화물층이 형

성된 기판 위에, 내부에 공극을 포함하도록 형성된 투명 전극층을 포함한다.

- <19> 또한, 상술한 투명 전극층은 하부에서 상부로 공극의 양이 점증하는 것을 특징으로 한다.
- <20> 또한, 상술한 투명 전극층은 하부에서 상부로 갈수록 투명 전극층을 형성하는 물질의 양이 감소할 수 있다.
- <21> 또한, 상술한 투명 전극층을 형성하는 물질은 나사선 구조로 형성된 것일 수 있다.
- <22> 또한, 상술한 투명 전극층을 형성하는 물질들 사이에 형성된 공극은 나사선 구조로 형성될 수 있다.
- <23> 한편, 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 질화물 발광 소자 제조 방법은, (a) 기판에 질화물층을 형성하는 단계; 및 (b) 회전하는 기판으로 투명 전극층을 형성하는 물질이 입사되는 각을 변화시키면서 질화물층 위에 투명 전극층을 형성하는 단계를 포함한다.
- <24> 또한, 상술한 (b) 단계는, 투명 전극층을 형성하는 물질이 기판에 입사되는 각을 수직에서 수평으로 변화시키면서 투명 전극층을 형성할 수 있다.
- <25> 또한, 상술한 (b) 단계는, 투명 전극층을 형성하는 물질을 방사하는 소오스에 대한 기판의 기울기를 변화시키면서 투명 전극층을 형성할 수 있다.
- <26> 한편, 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 다른 질화물 발광 소자 제조 방법은, (a) 기판에 질화물층을 형성하는 단계; (b) 질화물층에 공극 형성 구조물들을 형성하는 단계; (c) 공극 형성 구조물들 사이의 공극에 투명 전극층 형성 물질을 침투시켜 투명 전극층을 형성하는 단계; 및 (d) 공극 형성 구조물들을 제거하여 투명 전극층에 공극을 형성하는 단계를 포함한다.
- <27> 또한, 상술한 (b) 단계는, 회전하는 기판으로 공극 형성 구조물들을 형성하는 물질이 입사되는 각을 변화시키면서 증착하여 공극 형성 구조물들을 형성할 수 있다.
- <28> 또한, 상술한 공극 형성 구조물은 기판의 표면에서 상부로 갈수록 부피가 증가하는 나사선 구조로 형성될 수 있다.
- <29> 또한, 상술한 공극 형성 구조물을 형성하는 물질은 실리콘 산화물일 수 있다.
- <30> 또한, 상술한 (c) 단계는, 공극 형성 구조물들 사이의 공극에 투명 전극층 형성 물질의 Sol-Gel을 침투시켜 투명 전극층을 형성할 수 있다.
- <31> 또한, 상술한 (c) 단계는, 기판을 투명 전극층 형성 물질의 Sol-Gel을 스핀 코팅하여 투명 전극층을 형성할 수 있다.
- <32> 또한, 상술한 (c) 단계는, 공극 형성 구조물들의 상부가 드러나도록 투명 전극층의 상부를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

효 과

- <33> 본 발명은 질화물 발광 소자의 투명 전극층 내부에 공극이 포함되도록 형성하되, 공극의 양이 투명 전극층의 하부에서 상부로 갈수록 점진적으로 감소되도록 형성함으로써, 투명 전극층 전체적으로 하부에서 상부로 갈수록 굴절율이 감소하도록 형성하였다.
- <34> 따라서, 본 발명은 투명 전극층에 포함되는 공극양을 점진적으로 조절하여 투명 전극층의 굴절률을 조절할 수 있는 효과가 있고, 투명 전극층의 굴절률을 조절할 수 있음으로 인해서 투명 전극층에 맞닿은 물질과의 계면에서 전반사가 발생하지 않도록 투명 전극층을 형성하여 발광 소자의 광추출 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <35> 본 발명은 투명 전극층에 공극이 포함되도록 형성하되, P-GaN 층으로부터 P형 ohmic contact 방향으로 갈수록 공극의 크기가 커짐으로써, 전체적으로 굴절율이 점진적으로 감소하도록 구성하고, 이렇게 구성함으로써, 투명 전극층보다 굴절율이 작으면서 투명 전극층과 맞닿는 공기 또는 포스포 물질과 투명 전극층간의 굴절율 차이를 감소시킴으로써 광추출 효율을 향상 시킨다.
- <36> 따라서, 투명 전극층을 형성하는 공정 이외의 공정은 도 1a 및 도 1b 를 참조하여 상술한 일반적인 공정을 이용해서 수행되므로, 본 발명의 특징적인 구성인 투명 전극층을 형성하는 구성을 중심으로 본 발명의 바람직한 실

시예를 설명한다.

- <37> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.
- <38> 먼저, 본 발명의 발광 소자를 제조하기 위해서 도 1a 에 도시된 바와 같이, 사파이어, SiC, GaN 등의 기판위에 버퍼층(Un-doped GaN), N-GaN 층, 활성층, P-GaN층을 차례로 형성하고, N형 전극을 형성하기 위해서 N-GaN층의 일부분이 드러나도록 P-GaN층부터 아래로 식각을 수행한다.
- <39> 그 후, 이렇게 반도체층이 형성된 기판을 기판의 법선 방향을 중심축으로하여 회전시키면서, 기판과 기판에 투명 전극층이 증착되는 각, 즉, 기판과 e-beam 소오스간의 각을 변화시키면서 투명 전극층을 증착하여 형성한다.
- <40> 본 발명의 투명 전극층 형성 과정을 도 3a 내지 도 4 를 참조하여 구체적으로 설명한다. 도 3a 및 도 3b 는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따라서 투명 전극층을 형성하는 과정을 구체적으로 설명하는 도면이고, 도 4 는 도 3a 및 도 3b 에 도시된 방식에 따라서 형성된 투명 전극층의 단면을 도시하는 도면이다.
- <41> 먼저, 반도체층이 형성된 기판(300)을 도 3b 의 (a)와 같이 e-beam 소오스와 정면으로 배치한 후(이 때의 기판과 e-beam 소오스간의 각을 0도로 정의한다), 도 3a 에 도시된 바와 같이, 기판(300)을 회전시키면서 e-beam 소오스를 통해서 투명 전극층 형성 물질을 증착하기 시작한다. 이 때, e-beam 소오스에서 방사된 투명 전극층 형성 물질은 기판(300)에 수직으로 입사되어 증착된다.
- <42> 한편, 기판을 회전시키면서 투명 전극층을 증착하는 과정에서, 반도체 기판(300)과 e-beam 소오스 간의 각을 점차 증가시켜, 반도체 기판(300)과 e-beam 소오스 간의 각이 거의 90도에 이를 때까지 증가시킨다(도 3b 의 (b) 및 (c) 참조). 도 3b 에 도시된 바와 같이, 기판(300)에 대해서 투명 전극층을 형성하는 물질이 기판(300)으로 입사되는 각이 점차 증가하게 되면, 투명 전극층 형성 물질이 기판 전체에 증착되는 양도 그만큼 감소하게 된다.
- <43> 도 3a 및 도 3b 의 방식에 따라서 형성된 투명 전극층의 단면을 도시한 도 4 를 참조하면, 도 3b 의 (a)와 같이 기판과 e-beam 소오스간의 각이 0도일 때에는 반도체 기판(300)위에 형성된 투명 전극층(310)에는 공극(316)이 거의 없으나, 증착이 진행되고 반도체 기판(300)과 e-beam 소오스간의 각이 커짐에 따라서 반도체 기판(300)위로 증착되는 투명 전극층 물질의 양이 감소하고 투명 전극층(310)에서는 공극(316)이 형성되기 시작하며, 기판(300)과 e-beam 소오스간의 각이 90도에 가까워짐에 따라서 투명 전극층(310)에 형성된 공극(316)의 양은 투명 전극층 물질(314)에 비하여 더욱 커지게 된다.
- <44> 도 4에서 투명 전극층(310) 중에서 기판(300)에 가까운 부분일수록 기판과 e-beam 소오스 간의 각이 작을 때 형성되어 공극이 적고, 기판에서 떨어진 투명 전극층(310)의 상부일수록 기판과 e-beam 소오스 간의 각이 클 때 형성되어 공극(316)이 많아지게 된다. 또한, 증착 과정에서 기판(300)이 일정한 속도로 회전하므로 기판위에 형성된 투명 전극 물질(314)은 나선선 구조로 증착되어 투명 전극층(310)을 형성한다.
- <45> 도 5 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 형성된 투명 전극층(310)에서의 광추출 효율을 설명하는 도면이다. 도 5 에 도시된 바와 같이, 본 발명의 투명 전극층(310)은 투명 전극층(310)이 형성된 기판(300)의 표면으로부터 상부로 진행할수록 굴절율이 높은 투명 전극층 형성 물질(314)의 양이 점진적으로 감소하고 공극(316)의 양이 점진적으로 증가하여 투명 전극층(310) 전체로 판단하면 굴절율이 점진적으로 감소하게 된다.
- <46> 따라서, 상술한 예에서 투명 전극층(310) 중 기판(300)에 인접한 영역에서의 굴절율은 약 2.0 정도가 되지만, 상부로 진행할수록 점진적으로 굴절율이 감소되어 투명 전극층(310)의 최상부에서는 거의 공기와 같은 정도까지 감소된다.
- <47> 따라서, 도 5 에 도시된 바와 같이, 투명 전극층(310)과 외부 공기간의 계면에서는 굴절율의 차이가 거의 존재하지 않아, 발광 소자의 활성층에서 발생된 빛은 입사각에 관계없이 거의 대부분 투명 전극층(310)을 통해서 외부로 방출되고, 발광 소자 내부로 전반사되는 빛은 거의 존재하지 않게 된다.
- <48> 한편, 투명 전극층(310)이 형성된 후, 도 1b에 도시된 바와 같이, 투명 전극층 위에 칩의 조립시 본딩을 하기 위한 패드용 P형 ohmic contact을 형성하고, 식각된 N-GaN층 위에도 ohmic 및 패드 메탈로 동시에 이용되는 전극층을 형성하여 칩을 완성한다.
- <49> 도 6a 내지 도 6d 는 본 발명의 제 2 실시예에 따라서 광추출 효율이 향상된 발광 소자를 제조하는 방법을 설명하는 도면이다. 도 6a 내지 도 6c 를 참조하여 설명하는 본 발명의 제 2 실시예는 투명 전극층을 형성하는 공정에만 차이가 있고, 그 이외의 공정은 상술한 바와 동일하므로, 투명 전극층 형성 공정만을 설명한다.

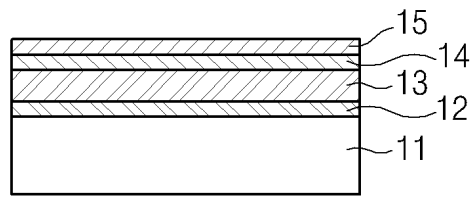
- <50> 먼저, N-GaN 층, 활성층, 및 P-GaN 층이 순차적으로 형성된 반도체 기판(600)을 도 3b 의 (c) 에 도시된 바와 같이 e-beam 소오스에 대해서 90도 각도로 배치한 후, 도 3a 에 도시된 바와 같이 회전시키면서 증착 공정을 수행하여 기판(600)위에 공극 형성 구조물(612)을 형성한다. 이 때, e-beam 소오스를 통해서 반도체 기판(600)에 증착되는 형성되는 공극 형성 구조물(612)은 실리콘 산화물 등으로 형성된다.
- <51> 그 후, 증착 공정을 수행하면서 반도체 기판(600)과 e-beam 소오스간의 각이 0도가 될 때까지 반도체 기판의 기울기를 조정하여 반도체 기판(600)과 e-beam 소오스간의 각을 감소시킨다.
- <52> 그 결과, 반도체 기판(600)상에 증착되는 공극 형성 구조물(612)의 양은 점점 증가되어, 도 6a 와 같이, 반도체 기판(600)과의 경계면으로부터 상부로 갈수록 공극의 양은 줄어들고 실리콘 산화물 등의 양이 증가되도록 공극 형성 구조물(612)이 나선 구조로 형성된다.
- <53> 그 후, 도 6b 에 도시된 바와 같이, 공극 형성 구조물(612)이 나선 구조로 형성된 기판(600)에 투명 전극층 형성 물질의 Sol-Gel을 스핀 코팅을 수행하여 공극 형성 구조물(612) 사이의 공극에 투명 전극층 형성 물질(614)을 침투시킨다.
- <54> 투명 전극층 형성 물질(614)이 공극 형성 구조물(612) 사이의 공극에 침투되면, 반도체 기판(600)에 건식 식각을 수행하여 스핀 코팅된 투명 전극층 물질(614)을 상부로부터 일정한 두께만큼 제거하여, 도 6c 에 도시된 바와 같이 나선 구조의 공극 형성 구조물(612)이 외부로 드러나도록 한다.
- <55> 그 후, 반도체 기판(600)에 chemical etching 을 수행하여 나선 구조의 공극 형성 구조물(612)을 제거하면, 도 6d 에 도시된 바와 같은 나선 구조의 공극(616)이 형성된 투명 전극층(610)이 형성된다.
- <56> 본 발명의 제 1 실시예와 제 2 실시예를 비교하면, 제 1 실시예는 투명 전극층이 나선 구조로 형성됨에 비하여, 제 2 실시예는 투명 전극층 사이의 공극이 나선 구조로 형성됨에 차이가 있다.
- <57> 한편, 상술한 실시예에서 투명 전극층(610)이 공기와 맞닿는 경우를 예를 들어 설명하였으나, 발광 소자에서 방사되는 빛의 파장을 변화시키기 위한 포스포 물질과 같이 투명 전극층과 굴절율이 서로 다른 물질이 맞닿는 경우에도 투명 전극층에 공극을 포함시켜 굴절률을 조절함으로써 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- <58> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

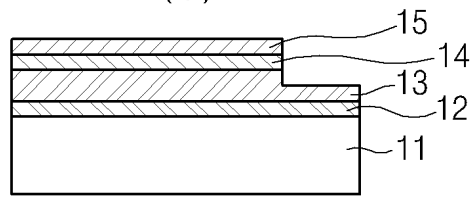
- <59> 도 1a 및 도 1b 는 종래기술에 따른 발광 소자의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- <60> 도 2 는 종래 기술에 따라서 발생하는 광추출 효율의 문제점을 설명하는 도면이다.
- <61> 도 3a 및 도 3b 는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따라서 투명 전극층을 형성하는 과정을 구체적으로 설명하는 도면이다.
- <62> 도 4 는 도 3a 및 도 3b 에 도시된 방식에 따라서 형성된 투명 전극층의 단면을 도시하는 도면이다.
- <63> 도 5 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 형성된 투명 전극층에서의 광추출 효율을 설명하는 도면이다.
- <64> 도 6a 내지 도 6d 는 본 발명의 제 2 실시예에 따라서 광추출 효율이 향상된 발광 소자를 제조하는 방법을 설명하는 도면이다.

도면

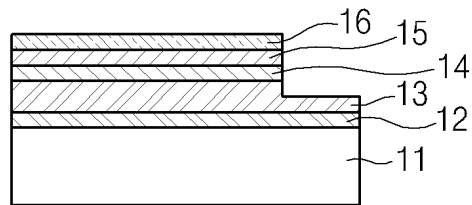
도면1a



(a)

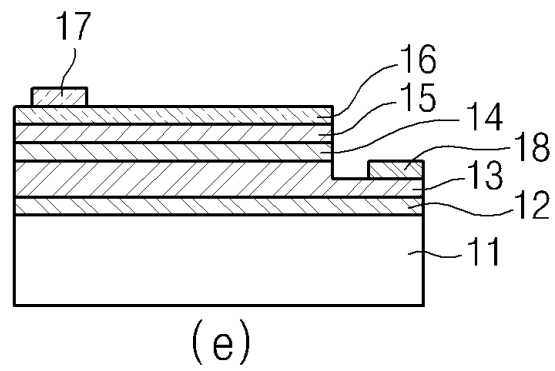
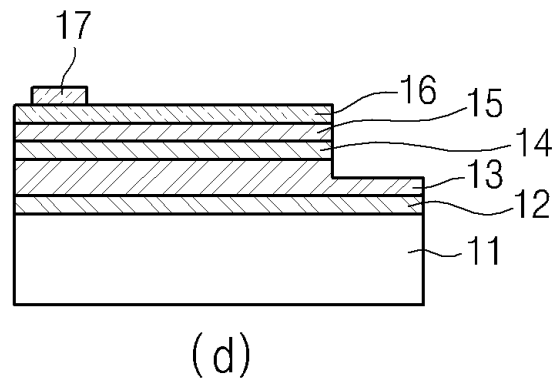


(b)

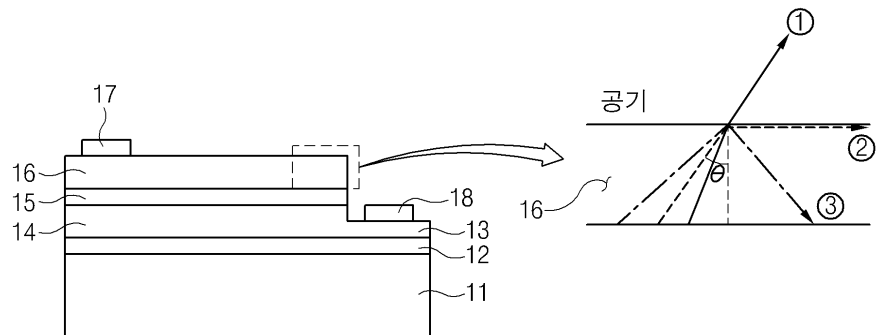


(c)

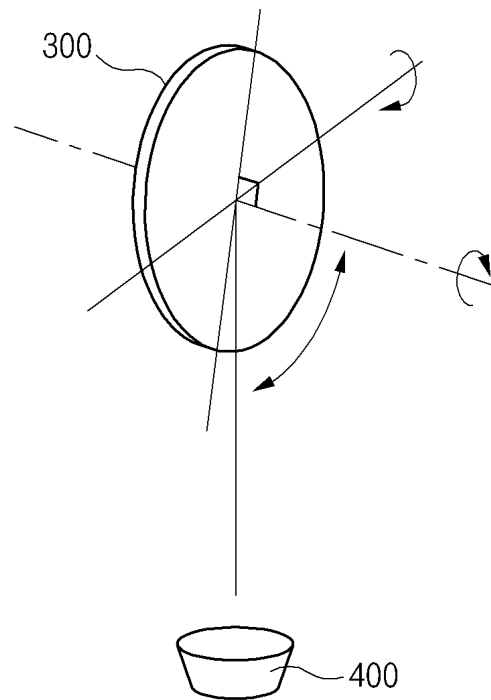
도면1b



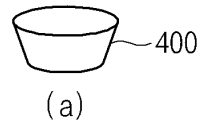
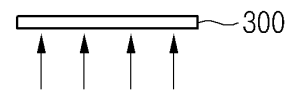
도면2



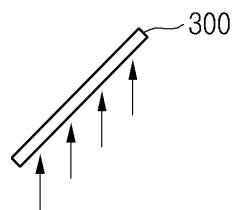
도면3a



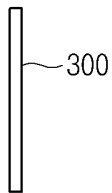
도면3b



(a)

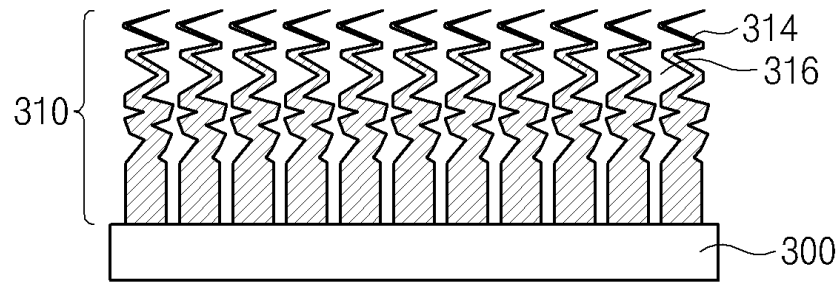


(b)

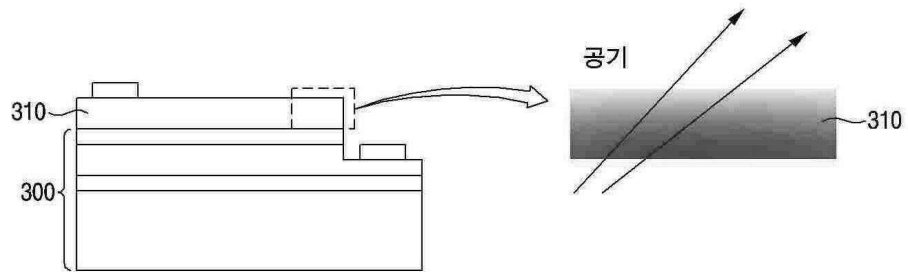


(c)

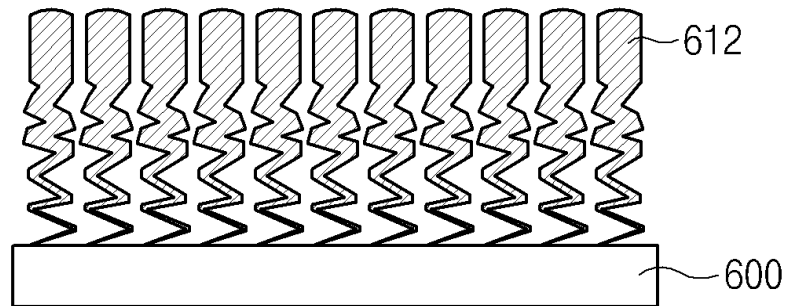
도면4



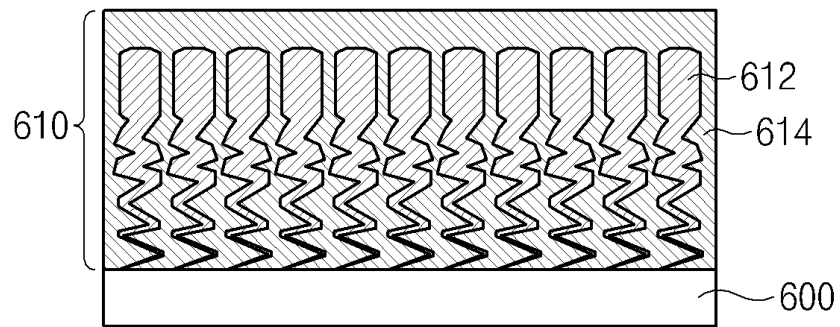
도면5



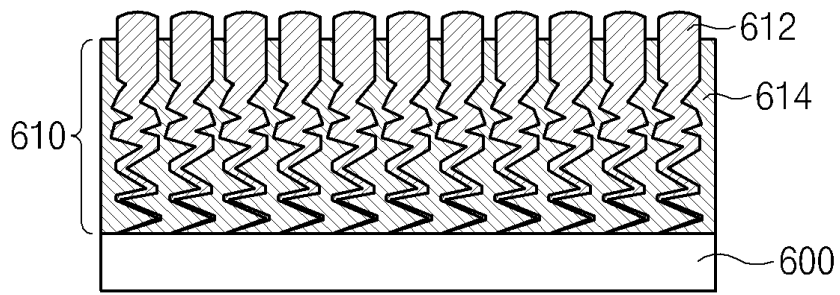
도면6a



도면6b



도면6c



도면6d

