(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년10월16일
(11) 등록번호 10-0863805
(24) 등록일자 2008년10월09일

(51) Int. Cl.
H01L 33/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0039610
(22) 출원일자 2007년04월24일
심사청구일자 2007년04월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP18179922 A*
KR1020060057766 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
김태근
경기 성남시 분당구 이매동 122번지 금강아파트 103-1301
김경찬
서울시 동대문구 제기1동 122-530번지 원빌리지 201호
임시종
서울시 서대문구 홍은2동 460번지 풍림 아이원 아파트 101동202호
(74) 대리인
김정식

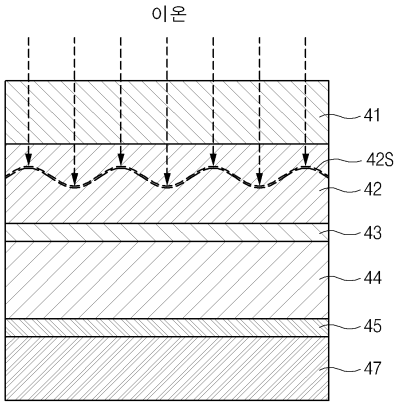
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 장혜정

(54) 질화물 발광소자 및 그 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 질화물 발광 소자 및 그 제조 방법을 개시한다. 본 발명은 이온을 주입하여 분리층을 형성하고 열처리를 수행하여 분리층에서 기판과 질화물층을 분리함으로써, 엑시머 레이저 등을 이용하여 기판과 질화물층을 분리하여 박막 발광 소자를 제조하는 종래 기술에 비하여, 저비용으로 레이저 리프트 오프 과정의 열손상에 의해서 발생하는 N형 전극 영역에서 ohmic 특성의 열화가 없는 박막 발광 소자를 제조할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 분리층이 형성되는 깊이를 조절함으로써 기판 분리후의 N형 질화물 반도체층의 두께를 조절할 수 있는 효과가 있고, 따라서, N형 질화물 반도체층의 두께를 얇게함으로써 발광 소자 내에서 발생하는 열방출을 용이하게 하는 효과뿐만 아니라 기판에 흡수되는 빛의 양을 감소시켜 발과 소자 전체의 광효율을 향상시키는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 N형 질화물 반도체층의 영역에 따라서 주입되는 이온의 깊이를 일정한 패턴으로 또는 불규칙하게 조절함으로써, 포토 에칭과 같은 별도의 텍스쳐링(texturing) 공정을 수행하지 않고서도, 기판 분리 후에 N형 질화물 반도체층의 표면에 텍스쳐링 효과를 줄 수 있게 되었고, 따라서, 활성층에서 발생한 빛이 표면에서 전반사되어 다시 소자 내부로 유입되는 것을 막아 발광 소자 전체의 광효율을 높이는 효과가 있다.

대 표 도 - 도4b



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R01-2007-000-11760-0
부처명	과학재단
연구사업명	특정기초사업
연구과제명	GaN LED의 신뢰성 및 출력향상을 위한 AI기반고반사 전극구조 연구
주관기관	고려대학교
연구기간	고려대학교 전기전자전파공학부

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

(a) 소정의 기판 위에 질화물층을 형성하는 단계;

(b) 소정의 이온을 상기 기판을 통해 상기 질화물층에 주입하여 분리층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 질화물층이 형성된 상기 기판을 열처리하여 상기 분리층에서 상기 기판과 상기 질화물층을 분리하는 단계를 포함하고,

상기 (b) 단계는

상기 분리층이 상기 질화물층의 전체 영역에 걸쳐서 균일하지 않은 깊이로 형성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 7

(a) 소정의 기판 위에 질화물층을 형성하는 단계;

(b) 소정의 이온을 상기 기판을 통해 상기 질화물층에 주입하여 분리층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 질화물층이 형성된 상기 기판을 열처리하여 상기 분리층에서 상기 기판과 상기 질화물층을 분리하는 단계를 포함하고,

상기 (b) 단계는

이온 주입 조건을 조절하여 상기 분리층이 굴곡을 갖도록 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 8

(a) 소정의 기판 위에 질화물층을 형성하는 단계;

(b) 소정의 이온을 상기 기판을 통해 상기 질화물층에 주입하여 분리층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 질화물층이 형성된 상기 기판을 열처리하여 상기 분리층에서 상기 기판과 상기 질화물층을 분리하는 단계를 포함하고,

상기 (b) 단계는

상기 분리층이 요철을 갖도록 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 9

(a) 소정의 기판 위에 질화물층을 형성하는 단계;

(b) 소정의 이온을 상기 기판을 통해 상기 질화물층에 주입하여 분리층을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 질화물층이 형성된 상기 기판을 열처리하여 상기 분리층에서 상기 기판과 상기 질화물층을 분리하는 단계를 포함하고,

상기 (b) 단계는

상기 분리층에서 상기 기판이 분리된 후에 상기 질화물층의 표면에서 텍스쳐링 효과가 나타나도록, 상기 이온이 주입되는 영역에 따라서 상기 질화물층에 이온을 주입하는 주입량, 주입 깊이, 및 주입 에너지 중 어느 하나 이상을 조절하여 상기 이온을 상기 질화물층에 주입하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 10

제 6 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

(d) 상기 질화물층에 전극층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 11

제 6 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

섀도우 마스크 또는 포토 레지스트를 이용하여 이온을 주입하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

청구항 12

삭제

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<5> 본 발명은 질화물 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이온을 주입하여 질화물과 질화물이 성장된 기판을 서로 분리하여 질화물 발광소자를 제조하는 방법과 이를 이용하여 제조된 질화물 발광 소자에 관한 것이다.

<6> 발광다이오드(light emitting diode ; LED) 소자는 PN접합에 순방향으로 전류를 흐르게 함으로써 빛을 발생시키는 반도체 소자이다.

<7> 반도체를 이용한 발광다이오드 소자는 전기 에너지를 빛 에너지로 변환하는 효율이 높고 수명이 5~10년 이상으로 길며, 전력 소모와 유지 보수 비용을 크게 절감할 수 있는 장점이 있어서 차세대 조명 기기 응용 분야에서 주목 받고 있다.

<8> 발광 다이오드 제조를 위한 질화갈륨계 화합물 반도체의 성장에는 주로 사파이어 기판이 이용된다. 사파이어 기판은 절연체이므로 발광 다이오드의 양극과 음극 전극은 웨이퍼의 전면에 형성된다.

<9> 도 1 는 종래의 전면 발광형 발광 다이오드의 구조를 도시한 도면이다. 도 1를 참조하면, 전면 발광형 발광 다이오드는 사파이어 기판(11)상에 N형 질화물 반도체층(12), 활성층(13), 및 P형 질화물 반도체층(14)를 형성하여 질화물층을 형성하고, 질화물층의 일부를 N형 질화물 반도체층(2)이 드러나도록 식각한 후, P형 질화물 반도체층(14) 및 식각된 N형 질화물 반도체층(16)에 각각 전극층(15,16)을 형성한다.

<10> 이 때, 활성층(13)에서 발생된 빛의 투과도를 향상시키면서 전류 주입 면적을 증가시키기 위해서 와이어 본딩이 필요한 영역을 제외하고는 전극층(15,16) 특히 P형 전극층(15)를 Ni/Au 또는 ITO 와 같은 투명 전극층으로 형성할 수도 있다.

<11> 일반적으로 전면발광형 질화갈륨계 발광 다이오드는 저출력용으로 주로 이용되며, 열방출 효율을 향상시키기 위해 사파이어 기판을 약 100 마이크론 이하의 두께로 얇게 하여 칩을 제조한다.

<12> 그러나, 사파이어 기판의 열전도도는 약 50 W/mK이기 때문에 두께를 100 마이크론 정도로 하더라도 열저항이 매

우 크므로, 도 1에 도시된 구조에 의하더라도 원하는 열방출 특성을 얻기 어렵다.

<13> 한편, 고출력 질화갈륨계 발광 다이오드의 경우에는 열방출 특성을 보다 향상시키기 위하여 도 2에 도시된 바와 같이 플립칩 본딩 방식을 주로 사용하고 있다.

<14> 플립칩 본딩 방식은 발광 다이오드 구조가 만들어진 칩을 열전도도가 우수한 실리콘 웨이퍼(약 150 W/mK) 또는 AlN 세라믹(약 180 W/mK) 기판 등의 서브마운트 기판에 뒤집어 부착시키는 것이다.

<15> 종래의 발광다이오드가 플립 칩 본딩된 상태에 대한 단면을 도시한 도 2를 참조하면, 플립 칩 본딩된 발광다이오드는 기본적으로 사파이어 기판(21)과, 사파이어 기판(21)상에 N형 질화물 반도체층(22), 활성층(23), P형 질화물 반도체층(24)이 순차적으로 적층되어 발광 구조물을 형성하고, 발광 구조물의 상부 소정 위치에 P형 전극(25)과, N형 질화물 반도체층(22) 상의 소정 영역에 형성되어 본딩 및 전압인가용으로 사용되는 N형 전극(26)으로 구성된다.

<16> 이러한 발광 다이오드는 P형 전극(25)과 N형 전극(26)상에 형성된 솔더 범프(29)를 게재하여, 실리콘 서브마운트(27)와 직접 접합 된다. 이때 P형 전극(25)과 N형 전극(26)은 솔더 범프(29)를 통하여 각각 실리콘 서브마운트(27)에 형성된 양전극(28b), 음전극(28a)과 연결된다.

<17> 이 경우, 서브마운트 기판을 통하여 열이 방출되므로 사파이어 기판을 통하여 열을 방출하는 경우보다 열방출 효율이 향상되기는 하지만, 그 향상 정도가 만족할 만한 수준인 것은 아니다.

<18> 이러한 문제점들과 관련하여 최근에는 사파이어 기판이 제거된 박막형 질화갈륨계 발광다이오드 (thin GaN LED) 방식이 주목 받고 있다. 사파이어 기판 제거에 의한 발광 다이오드 제작 방식은, 발광 다이오드 결정 구조로부터 레이저 리프트 오프 방식으로 사파이어 기판을 제거한 후 패키징하는 기술이 대표적인 방식이며 열방출 효율이 가장 우수한 구조로 알려져 있다.

<19> 또한, 사파이어 기판 제거 방식은 플립칩 본딩 방식과는 달리 정교한 플립칩 본딩 공정이 필요하지 않고 사파이어 기판의 제거와 관련된 문제점만 해결된다면 제작 공정 또한 간단하다.

<20> 플립칩 방식의 경우 발광 면적이 칩 면적의 약 60% 정도인 것에 비하여 사파이어 기판이 제거된 박막형 발광다이오드 구조의 경우 발광 면적이 칩의 크기의 90% 정도에 이르므로 사파이어 기판이 제거된 구조가 보다 우수한 특성을 가진다.

<21> 그러나,, 이러한 장점에도 불구하고 사파이어 기판의 제거에 대표적으로 사용되던 종래의 레이저 리프트 오프 방식은 고가의 레이저 장비를 필요로 할 뿐만 아니라, 제조 공정 시간이 길고 단순히 질화갈륨층과 사파이이 기판을 분리하는 이상의 기능을 수행하지 못하는 문제점이 존재한다.

<22> 또한, 레이저 조사시에, 사파이어 기판과 접촉한 질화물층에 열적 손상(thermal damage)이 발생하여 질화물층에 전극층이 형성되는 경우에 오믹 특성에 악영향을 끼칠뿐만 아니라, 사파이어 기판과 발광 다이오드 결정 구조 사이에 존재하는 스트레스(stress)에 의해 발광 다이오드 결정 구조에 쪼개짐이 발생하므로, 열 방출 효율이 우수함에도 불구하고 수율이 현저히 떨어지기 때문에 대량 생산에는 아직 적용되지 못하고 있는 실정이다.

<23> 또한, GaN 가 분리되면서 발생하는 질소에 의해서 계면 및 질화물 반도체 소자에 물리적 스트레스(Mechanical Stress)가 발생하여 심한 경우 소자에 Crack이 발생하는 문제가 있고, 또한 분리되면서 발생하는 Ga 덩어리들이 질화물층의 표면에 존재하고, 레이저에 의한 열손상이 질화물층에 존재하게 되어 질화물 반도체 층의 결정질이 손상되거나, 극단의 경우는 빛이 발생하는 활성층의 손상에 의해 소자특성이 나빠지는 문제점이 있다.

<24> 따라서, 발광 효율 및 열 방출 효율 등과 같은 특성이 우수한 사파이어 기판이 제거된 박막형 질화갈륨계 발광다이오드를 양산할 수 있는 제조 방법이 요구되는 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<25> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 종래의 레이저를 이용하여 박막 발광 소자를 제조하는 경우에 발생되는 문제점을 해결하여, 신뢰성이 높고 저비용으로 발광 효율을 극대화할 수 있는 질화물 발광 소자의 제조 방법 및 이를 이용하여 제조된 질화물 발광 소자를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<26> 상술한 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명은 질화물층에 일정 깊이로 이온을 주입하여 질화물층 내부에 분리

층을 형성하고, 질화물층이 형성된 기판에 열처리를 수행하여 분리층에서 기판과 질화물층을 분리하여, 별도의 레이저 오프 과정을 수행하지 않고서 박막 질화물 발광 소자를 제조하는 방법을 제공한다.

<27> 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 발광 소자 제조 방법은, (a) 소정의 기판 위에 질화물층을 형성하는 단계; (b) 소정의 이온을 기판을 통해 질화물층에 주입하여 분리층을 형성하는 단계; 및 (c) 질화물층이 형성된 기판을 열처리하여 분리층에서 기판과 질화물층을 분리하는 단계를 포함한다.

<28> 또한, 상술한 (a) 단계에서, 기판위에 기판위에 제 1 질화물 반도체층, 활성층, 및 제 2 질화물 반도체층을 순차적으로 형성하는 단계와, 상기 제 2 질화물 반도체층위에 서브마운트 기판을 접합하는 단계를 포함할 수 있다.

<29> 또한, 상술한 (a) 단계에서, 기판위에 제 1 질화물 반도체층, 활성층, 및 제 2 질화물 반도체층을 순차적으로 형성할 수 있고, 상술한 (b) 단계는 분리층을 제 1 질화물 반도체층에 형성할 수 있다.

<30> 또한, 상술한 (b) 단계에서 분리층이 질화물층의 전체 영역에 걸쳐서 균일한 깊이로 형성될 수 있다.

<31> 또한, 상술한 (b) 단계에서 분리층이 질화물층의 전체 영역에 걸쳐서 균일하지 않은 깊이로 형성될 수 있다

<32> 또한, 상술한 (b) 단계에서, 이온 주입 조건을 조절하여 분리층이 굴곡을 갖도록 형성될 수 있다.

<33> 또한, 상술한 (b) 단계에서, 분리층이 요철을 갖도록 형성될 수 있다.

<34> 또한, 상술한 (b) 단계는, 분리층에서 기판이 분리된 후의 질화물층의 표면에서 텍스쳐링 효과가 나타나도록, 이온이 주입되는 영역에 따라서 질화물층에 이온을 주입하는 주입량, 주입 깊이, 및 주입 에너지 중 어느 하나 이상을 조절하여 이온을 질화물층에 주입할 수 있다.

<35> 또한, 상술한 (b) 단계는, 섀도우 마스크 또는 포토 레지스트를 이용하여 이온을 주입할 수 있다.

<36> 또한, 상술한 발광 소자 제조 방법은, (d) 질화물층에 전극층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

<37> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다.

<38> 도 3a 내지 3d 는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 질화물 발광 소자 제조 방법을 설명하는 도면이다. 도 3a 내지 도 3d를 참조하면, 먼저, 본 발명은 도 3a 에 도시된 바와 같이, 발광소자 제조 기판(31)에 N형 질화물 반도체층(제 1 질화물 반도체층;32), 활성층(33), 및 P형 질화물 반도체층(제 2 질화물 반도체층;34)를 순차적으로 적층하여 질화물층을 형성한다.

<39> 이 때, 본 발명은 발광 소자 제조 기판(31)으로서 사파이어 기판(31)을 이용하지만, 사파이어 기판 이외에 다른 기판이 이용될 수도 있으며, 이하에서는 설명의 편의를 위해서 사파이어 기판(31)을 예시적으로 설명한다. 또한, 질화물층을 형성하는 방법은 종래의 MOCVD 방식 등 주지된 방식을 이용하여 형성할 수 있다.

<40> 또한, 질화물층이 형성된 후, P형 질화물 반도체층(44) 위에 P형 전극층(35)이 형성된다. P형 전극층(35)은 수소저장합금층, 투명 전극층(TCO), 및 반사막층으로 구성되는 것이 바람직하다. P형 전극층(35)이 형성된 후, 실리콘 또는 메탈등의 전도 물질로 구성되는 서브마운트 기판(37)이 P형 전극층(35)상에 접합된다.

<41> 서브마운트 기판(37)이 P형 전극층(35)에 접합된 후, 도 3b 에 도시된 바와 같이, 사파이어 기판(31)과 질화물층을 서로 분리하기 위해서, 사파이어 기판(31)을 통해서 이온을 주입시켜 N형 질화물 반도체층(32) 내부에 균일한 깊이로 분리층(32s)을 형성한다.

<42> 구체적으로, 본 발명은 1×10^{16}ions/㎠ 내지 10×10^{16}ions/㎠ 의 수소 이온들을 10KeV 내지 200KeV의 주입 에너지로 사파이어 기판을 투과시켜 N형 질화물 반도체층(32)에 분리층(32s)을 형성하였다. 이 경우, N형 질화물 반도체층(32)과 사파이어 기판의 경계로부터 제 1 질화물 반도체층(32) 내부로 약 1000 ~ 9000Å의 깊이에 분리층(32s)이 형성되었다. 분리층(32s)이 형성되는 깊이는 이온 주입 조건등을 변경함으로써 조절이 가능함은 물론이다. 또한, 본 발명은 주입되는 이온으로 수소 이온을 이용하였으나, 질소, 아르곤 등의 이온이 이용될 수도 있다.

<43> 질화물층에 분리층(32s)이 형성된 후, 도 3c 에 도시된 바와 같이, 질화물층이 형성된 사파이어 기판에 대해서 소정의 온도에서 소정 시간동안 열처리를 수행하여 사파이어 기판과 질화물층을 분리한다. 본 발명의 바람직한 실시예는 약 300~600℃의 온도 범위에서 약 10분 내지 30분간 열처리를 수행하여 분리층(32s)에서 질화물층과 실리콘 기판을 분리하였는데, 열처리가 수행되면 분리층(32s)에 주입된 수소 이온들에 의해서 미세균열이 형성

되면서 분리층(32s)이 파괴됨으로써 질화물층과 사파이어 기판이 분리된다.

<44> 기판과 질화물층이 분리된 후, 도 3d 에 도시된 바와 같이, N형 질화물 반도체층(32)의 상부에 N형 전극층(36)을 형성하여 LED 칩을 제조한다.

<45> 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예는 N형 질화물 반도체층(32)에 이온을 주입하여 분리층(32s)을 형성하고, 분리층(32s)에 기판과 질화물층을 분리함으로써, 엑시머 레이저 등을 이용하여 기판과 질화물층을 분리하여 박막 발광 소자를 제조하는 종래 기술에 비하여, 저비용으로 레이저 리프트 오프 과정의 열손상에 의해서 발생하는 N형 전극 영역에서 ohmic 특성의 열화가 없는 박막 발광 소자를 제조할 수 있는 효과가 있다.

<46> 또한, 상술한 바와 같이, 본 발명은 분리층(32s)이 형성되는 깊이를 조절함으로써 기판 분리후의 제 1 질화물 반도체층의 두께를 조절할 수 있는 효과가 있고, 따라서, 제 1 질화물 반도체층의 두께를 얇게함으로써 발광 소자 내에서 발생하는 열방출을 용이하게 하는 효과뿐만 아니라 기판에 흡수되는 빛의 양을 감소시켜 발과 소자 전체의 광효율을 향상시키는 효과가 있다.

<47> 도 4a 내지 도 4d 는 본 발명의 바람직한 제 2 실시예에 따른 질화물 발광 소자 제조 방법을 설명하는 도면이다. 제 2 실시예는 제 1 실시예와 분리층을 형성하는 방법에만 차이가 있다. 따라서, 제 1 실시예와의 차이점을 중심으로 설명하고, 동일한 내용에 대해서는 간략하게 설명한다.

<48> 제 1 실시예와 동일한 방식으로, 도 4a 에 도시된 바와 같이, 사파이어 기판(41)에 N형 질화물 반도체층(제 1 질화물 반도체층;42), 활성층(43), 및 P형 질화물 반도체층(제 2 질화물 반도체층;44)을 순차적으로 적층하여 질화물층을 형성한다.

<49> 질화물층이 형성된 후, P형 질화물 반도체층(44) 위에 P형 전극층(45)이 형성된다. P형 전극층(45)은 수소저장 합금층, 투명 전극층(TCO), 및 반사막층으로 구성되는 것이 바람직하다. P형 전극층(45)이 형성된 후, 실리콘 또는 메탈등의 전도 물질로 구성되는 서브마운트 기판(47)이 P형 전극층(45)상에 접합된다.

<50> 서브마운트 기판(47)이 P형 전극층(45)에 접합된 후, 도 4b 에 도시된 바와 같이, 사파이어 기판(41)과 질화물층을 서로 분리하기 위해서, 사파이어 기판(41)을 통해서 이온을 주입시켜 N형 질화물 반도체층(42) 내부에 분리층(42s)을 형성한다.

<51> 다만, 분리층(42s)을 균일한 깊이로 평탄하게 형성했던 제 1 실시예와 달리, 제 2 실시예의 경우에는, 이온이 주입되는 N형 질화물 반도체층(42)의 영역에 따라서 주입되는 이온의 양 및 이온 주입 에너지, 이온이 주입되는 깊이 등과 같은 이온 주입 변수들을 조절하여, 도 4b 에 도시된 바와 같이, 분리층(42s)이 균일하지 않은 깊이로, 즉, 평탄하지 않게 형성되도록 이온을 주입한다. 따라서, 분리층(42s)은 요철을 갖도록 형성되고, 도 4b 에 도시된 바와 같이 규칙적인 굴곡을 갖도록 형성되거나, 불규칙적인 돌출부와 홈부를 갖도록 형성될 수 있으며 돌출부 및 홈부의 모양이 뾰족하게 형성될 수도 있다. 이하에서는, 규칙적인 굴곡을 갖도록 분리층(42s)이 형성된 경우를 예시적으로 설명한다.

<52> 분리층(42s)에 굴곡을 형성하기 위해서는 다양한 방식으로 이온이 주입될 수 있는데, 예컨대, 라인 스캐닝 방식으로 이온을 주입할 때 한 라인에는 이온 주입 에너지와 이온 주입량을 증가시켜 이온을 깊이 주입하고, 그 다음 라인에는 이온 주입 에너지와 이온 주입량을 감소시켜 이온을 얕게 주입하고, 이러한 방식을 일정하게 반복하여 분리층(42s)의 깊이를 조절할 수 있다. 이 밖에도 이온 주입시에 포토 레지스트 또는 섀도우 마스크등을 이용하여 이온을 주입할 수 있고, 분리층(42s)에 형성된 굴곡의 모양은 소정의 패턴이거나 임의의 패턴일 수 있다.

<53> 아울러, 본 발명의 제 2 실시예도 제 1 실시예와 마찬가지로 1×10^{16}ions/㎠ 내지 10×10^{16}ions/㎠ 의 수소 이온들을 10KeV 내지 200KeV의 주입 에너지로 사파이어 기판을 투과시켜 N형 질화물 반도체층(42)에 분리층(42s)을 형성하였다. 이 경우, N형 질화물 반도체층(42)과 사파이어 기판의 경계로부터 제 1 질화물 반도체층(42) 내부로 약 1000 ~ 9000Å의 깊이에 분리층(42s)이 형성되었다.

<54> 질화물층에 분리층(42s)이 형성된 후, 도 4c 에 도시된 바와 같이, 질화물층이 형성된 사파이어 기판에 대해서 소정의 온도에서 소정 시간동안 열처리를 수행하여 사파이어 기판과 질화물층을 분리한다. 열처리를 수행하는 방식과 작용은 제 1 실시예와 동일하다.

<55> 기판(41)이 분리되면, N형 질화물 반도체층(42)의 표면(분리면)은 분리층(42s)에 형성된 굴곡과 동일한 모양으로 형성되고, 이러한 분리면은 활성층(43)에서 발생된 빛이 표면에서 전반사되어 다시 소자 내부로 유입되는 것

을 막아 광효율을 향상시키는 역할을 수행한다.

<56> 기판(41)과 질화물층이 분리된 후, 도 4d 에 도시된 바와 같이, N형 질화물 반도체층(42)의 상부에 N형 전극층(46)을 형성하여 LED 칩을 제조한다.

<57> 이렇게 제조된 발광 소자의 경우에는, 표면의 텍스쳐링 효과에 의해서, 점선으로 도시된 바와 같이, 활성층에서 발생된 빛이 표면에서 전반사되지 않으므로, 전체적인 광효율을 향상시키는 효과가 나타난다.

<58> 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시예는 상술한 제 1 실시예의 효과를 모두 포함한다. 또한, 제 1 실시예의 효과에 더하여, N형 질화물 반도체층(42)의 영역에 따라서 주입되는 이온의 깊이를 일정한 패턴으로 또는 불규칙하게 조절함으로써, 포토 에칭과 같은 별도의 텍스처링(texturing) 공정을 수행하지 않고서도, 기판 분리 후에 N형 질화물 반도체층(42)의 표면에 텍스처링 효과를 줄 수 있게 되었고, 따라서, 활성층(43)에서 발생한 빛이 표면에서 전반사되어 다시 소자 내부로 유입되는 것을 막아 발광 소자 전체의 광효율을 높이는 효과가 있다.

<59> 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.

발명의 효과

<60> 상술한 바와 같이, 본 발명은 이온을 주입하여 분리층을 형성하고 열처리를 수행하여 분리층에서 기판과 질화물층을 분리함으로써, 엑시머 레이저 등을 이용하여 기판과 질화물층을 분리하여 박막 발광 소자를 제조하는 종래 기술에 비하여, 저비용으로 레이저 리프트 오프 과정의 열손상에 의해서 발생하는 N형 전극 영역에서 ohmic 특성의 열화가 없는 박막 발광 소자를 제조할 수 있는 효과가 있을 뿐아니라 계면에서 발생하는 물리적인 스트레스에 의해 소자가 손상되는 것을 최소화 할 수 있다.

<61> 또한, 본 발명은 분리층이 형성되는 깊이를 조절함으로써 기판 분리후의 N형 질화물 반도체층의 두께를 조절할 수 있는 효과가 있고, 따라서, N형 질화물 반도체층의 두께를 얇게 조절할 수도 있으므로 발광 소자 내에서 발생하는 열방출을 용이하게 하는 효과뿐만 아니라 활성층에서 N형 질화물 반도체층간의 두께가 얇아서 흡수되는 빛의 양을 감소시켜 발광 소자 전체의 광효율을 향상시키는 효과가 있다.

<62> 또한, 본 발명은 N형 질화물 반도체층의 영역에 따라서 주입되는 이온의 깊이를 일정한 패턴으로 또는 불규칙하게 조절함으로써, 포토 에칭과 같은 별도의 텍스처링(texturing) 공정을 수행하지 않고서도, 기판 분리 후에 N형 질화물 반도체층의 표면에 텍스처링 효과를 줄 수 있게 되었고, 따라서, 활성층에서 발생한 빛이 표면에서 전반사되어 다시 소자 내부로 유입되는 것을 막아 발광 소자 전체의 광효율을 높이는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1 은 종래 기술에 따른 전면 발광형 발광 소자의 구조를 도시한 도면이다.

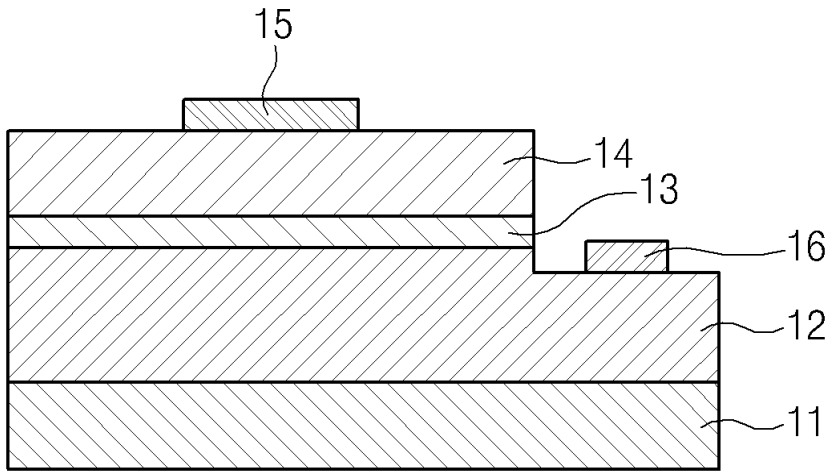
<2> 도 2 는 종래 기술에 따른 플립칩 본딩 방식을 이용하여 제조된 발광 소자의 구조를 도시한 도면이다.

<3> 도 3a 내지 도 3d 는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 제조 방법을 설명하는 도면이다.

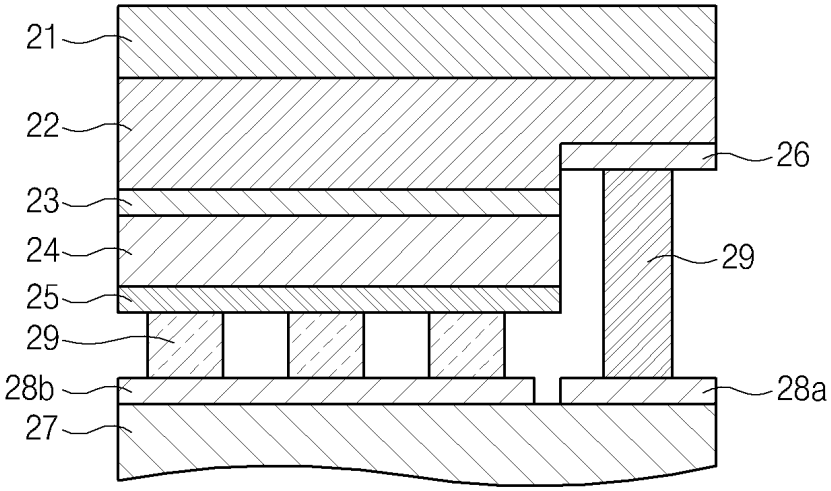
<4> 도 4a 내지 도 4d 는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 발광 소자 제조 방법을 설명하는 도면이다.

도면

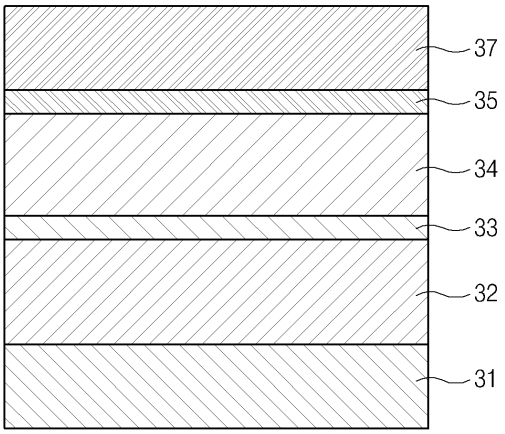
도면1



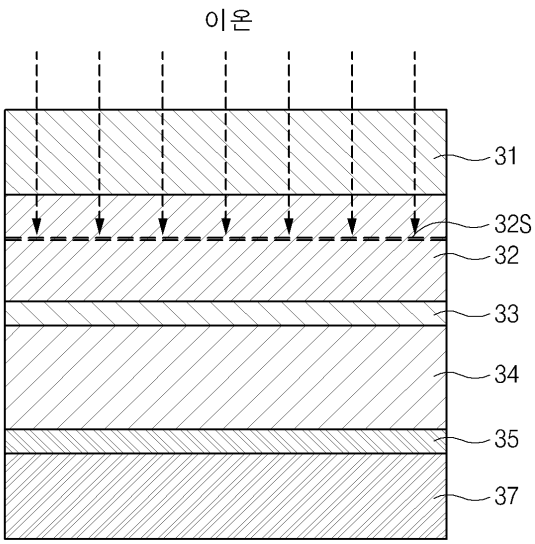
도면2



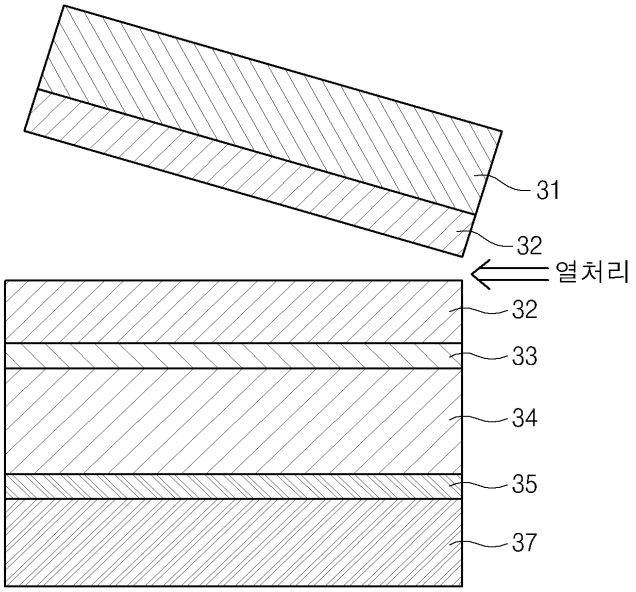
도면3a



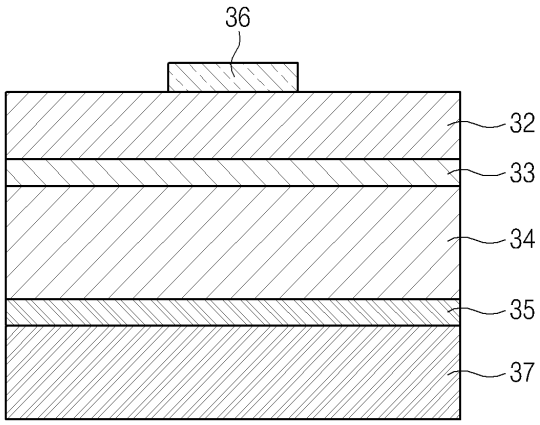
도면3b



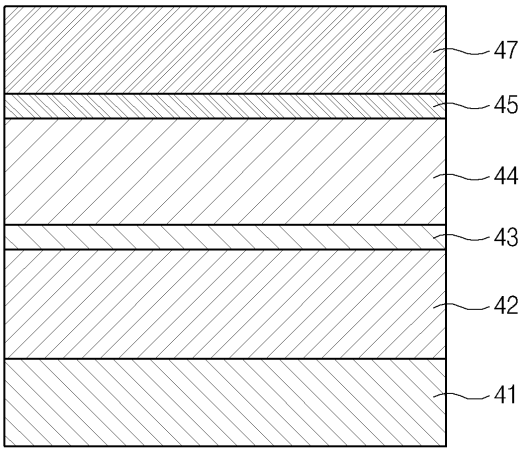
도면3c



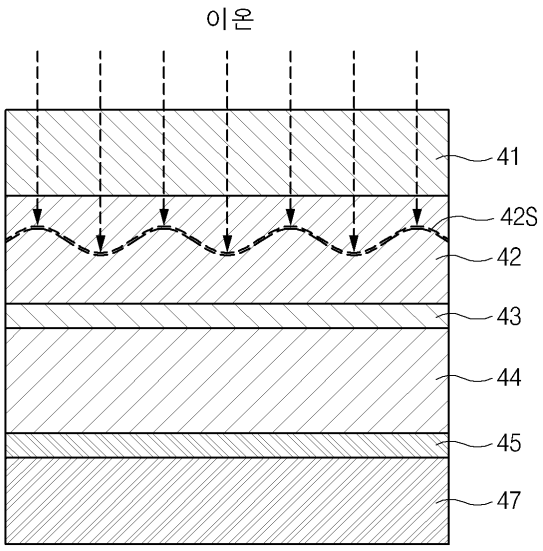
도면3d



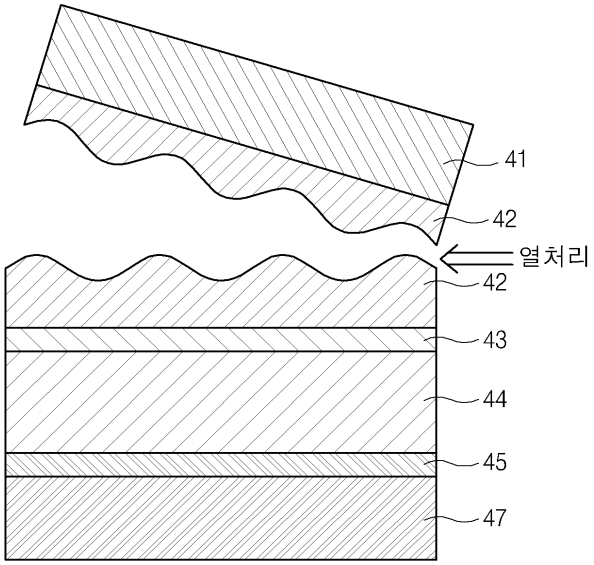
도면4a



도면4b



도면4c



도면4d

