



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0040413

(43) 공개일자 2015년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/44 (2010.01) H01L 33/36 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2013-0118888

(22) 출원일자 2013년10월07일

심사청구일자 2013년10월07일

(71) 출원인

광주과학기술원

광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)

(72) 발명자

박성주

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 신소재공학과

임용철

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 신소재공학부

김재준

광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 나노바이오재료전자공학과

(74) 대리인

특허법인이상

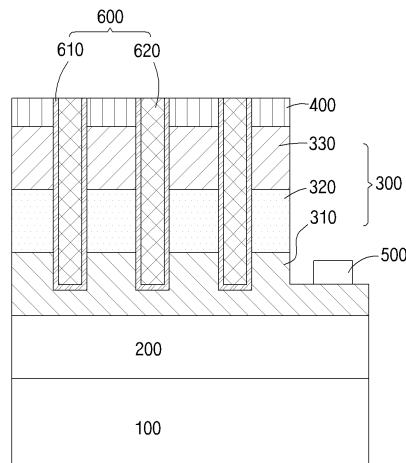
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 자기구조물을 구비하는 발광다이오드 및 그 제조방법

(57) 요약

자기구조물을 구비하는 발광다이오드 및 그 제조방법이 제공된다. 활성층 및 반도체층으로 이루어진 발광구조물의 내측면에 패시베이션층과 자성층으로 이루어진 자기구조물을 구비한다. 본 발명에 따르면, 활성층의 측면에 자성층을 포함하는 자기구조물을 배치함으로써 활성층에 인가되는 자기장의 영향력을 높여 전하운반자의 발광재결합률의 상승시킴으로써 발광다이오드의 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 발광구조물이 식각되는 형태에 따라 자성층을 포함하는 자기구조물의 배치를 달리할 수 있어 그에 따라 다양한 분포를 갖는 자기장을 구현할 수 있다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GM06920

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국광기술원

연구사업명 기술혁신사업

연구과제명 전력변환효율 75%급 LED 광소자공정 및 표준 분석 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국광기술원

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층이 순차적으로 증착하여 형성된 발광구조물;

상기 발광구조물의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물의 일부를 선택적으로 식각한 영역을 제외하고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층 상부에 형성된 반사전극층;

상기 제1 도전형 반도체층의 일부 표면이 노출된 영역 상에 형성된 제2 전극; 및

상기 발광구조물의 식각으로 노출된 내측면 영역에 형성된 자기구조물을 포함하고,

상기 자기구조물은 상기 발광구조물의 식각된 영역의 측면에 형성된 패시베이션층과 상기 패시베이션층들 사이에 형성된 자성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자기구조물은 상기 자기구조물의 자성층이 상기 발광구조물의 활성층 측면에 이격하여 배치하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자기구조물은 상기 발광구조물의 식각 형태에 따라 식각된 영역에 단일 또는 다수 개로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 패시베이션층은 SiO_2 , SiN , HfO_2 , Al_2O_3 , 금속산화물, 금속질화물, 금속불화물 및 금속황화물등 중 적어도 어느 하나의 물질로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자성층은 Co, Fe, Ni, Gd, Dy 또는 이들의 합금물질 중 적어도 어느 하나의 물질로 구성되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드.

청구항 6

기관 상에 순차적으로 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층을 증착하여 발광구조물을 형성하는 단계;

상기 발광구조물의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물의 일부를 선택적으로 식각하는 단계;

상기 발광구조물에서 식각되지 않고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층 상부에 반사전극층을 형성하는 단계;

상기 제1 도전형 반도체층 일부 표면이 노출된 영역 상에 제2 전극을 형성하는 단계; 및

상기 발광구조물의 식각으로 노출된 내측면 영역에 자기구조물을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 자기구조물을 형성하는 단계는, 상기 발광구조물의 식각된 영역의 측면에 패시베이션층을 형성하는 단계

및 상기 패시베이션층들 사이에 자성층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 자기구조물을 형성하는 단계는,

상기 자기구조물의 자성층이 상기 발광구조물의 활성층 측면에 이격하여 형성함을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 발광다이오드의 제조방법은,

상기 발광구조물을 형성하는 단계 이후에,

상기 제1 도전형 반도체층의 일부 표면이 노출되도록 상기 발광구조물을 메사식각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 발광다이오드의 제조방법은,

상기 자기구조물을 형성하는 단계 이후에,

상기 반사전극층 상에 형성된 상기 자기구조물을 식각공정을 통해 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 자기구조물을 형성하는 단계는,

상기 발광구조물의 식각 형태에 따라 식각된 영역에 단일 또는 다수 개로 이루어진 자기구조물을 형성하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 발광구조물의 일부를 선택적 식각하는 단계는,

물리적 식각 또는 화학적 식각을 이용한 건식 식각방법인 반응성 이온식각(Reactive ion etching, RIE) 또는 고주파 유도 결합 플라즈마(Inductively coupled plasma, ICP)으로 수행되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 패시베이션층과 상기 자성층을 형성하는 단계는,

열증착기, 이빔 증착기, 스퍼터링 또는 레이저 증착기에 의하여 수행되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기구조물을 구비하는 발광다이오드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 활성층 및 반도체층으로 이루어진 발광구조물의 내측면에 패시베이션층과 자성층으로 이루어진 자기구조물을 구비하여 발광효율을 향상시키는 발광다이오드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광다이오드(LIGHT EMMITING DIODE, LED)는 전자와 정공(hole)의 재결합에 기초하여 빛을 발광시키는 반도체소자로서, 낮은 소비전력, 진동 저항성, 빠른 응답속도 등의 이점을 가지고 있고, 그 효율이 형광등에 유사한 수준에 도달하며 디스플레이, 전자기기, 조명 기기 등의 여러 형태의 광원으로 널리 사용되고 있다. 이러한 발광다이오드는 그 응용의 범위가 확대되는 추세에 있어 발광다이오드의 효율을 향상시키기 위한 다양한 연구가 지속적으로 시행되고 있다.

[0003] 발광다이오드의 효율을 향상시키기 위하여 발광다이오드에 추가적인 자성층을 삽입하여 외부 자기장을 인가하는 종래의 기술은, 발광다이오드 내의 전하 운반자의 거동을 변화시킴으로써 발광효율을 개선하는 방법을 제시하고 있다.

[0004] 도 1은 종래의 자성층이 삽입된 발광다이오드를 나타낸 단면도이다. 도 1을 참조하면, 발광다이오드는 기판(10) 상에 버퍼층(20), 제1 도전형 반도체층(30), 활성층(40), 제2 도전형 반도체층(50), 반사전극층(60), 자성층(80)이 순차적으로 배치되어 있으며, 제1 도전형 반도체층(30) 상의 노출된 일부영역에 형성된 제2 전극(70)을 포함한다. 상기 자성층(80)은 자기장을 형성하며 상기 발광다이오드 내의 전하가 운반되는 전자 및 정공에 영향을 주어 발광재결합률을 높일 수 있도록 한다.

[0005] 그러나, 종래의 발광다이오드는 전하운반자의 거동에 영향을 미칠 수 있는 자기장의 형성에 있어서 구조적인 한계를 가질 수 있다. 도 2는 종래의 발광다이오드에서 자성층과의 거리에 따른 활성층에 인가된 자기장의 크기 및 방향을 나타낸 도면이다. 도 2를 참조하면, 발광다이오드 내의 활성층에 형성되는 자기장의 크기는 활성층의 측면부에서 가장 크다는 것을 확인할 수 있다. 이처럼 종래의 발광다이오드가 전극층 상부 전체에 자성층을 형성하고 있으나, 자성층에 의해 인가되는 자기장의 영향력은 반도체층의 측면에서만 크게 적용될 수 있으므로 발광효율을 향상시키는 효과가 제한적일 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 활성층의 측면에 자성층을 포함한 자기구조물을 구비하는 발광다이오드를 제공함으로써 상기 활성층 내의 전하운반자에 대한 자기장의 영향을 크게 할 수 있도록 최적화하여 전하운반자의 발광 재결합률을 높이고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은, 기판, 상기 기판 상에 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층이 순차적으로 증착하여 형성된 발광구조물, 상기 발광구조물의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물의 일부를 선택적으로 식각한 영역을 제외하고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층 상부에 형성된 반사전극층, 상기 제1 도전형 반도체층의 일부 표면이 노출된 영역 상에 형성된 제2 전극 및 상기 발광구조물의 식각으로 노출된 내측면 영역에 형성된 자기구조물을 포함하고, 상기 자기구조물은 상기 발광구조물의 식각된 영역의 측면에 형성된 패시베이션층과 상기 패시베이션층들 사이에 형성된 자성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드를 제공한다.

[0008] 상기 자기구조물은 상기 자기구조물의 자성층이 상기 발광구조물의 활성층 측면에 이격하여 배치하도록 구성되는 것을 포함할 수 있다.

[0009] 상기 자기구조물은 상기 발광구조물의 식각 형태에 따라 식각된 영역에 단일 또는 다수 개로 배치될 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 측면은, 기판 상에 순차적으로 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층을 증착하여 발광구조물을 형성하는 단계, 상기 발광구조물의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물의 일부를 선택적으로 식각하는 단계, 상기 발광구조물에서 식각되지 않고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층 상부에 반사전극층을 형

성하는 단계, 상기 제1 도전형 반도체층 일부 표면이 노출된 영역 상에 제2 전극을 형성하는 단계 및 상기 발광 구조물의 식각으로 노출된 내측면 영역에 자기구조물을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 자기구조물을 형성하는 단계는, 상기 발광구조물의 식각된 영역의 측면에 패시베이션층을 형성하는 단계 및 상기 패시베이션층들 사이에 자성층을 형성하는 단계를 포함하는 발광다이오드의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 활성층 및 반도체층들로 이루어진 발광구조물의 측면에 자성층을 포함하는 자기구조물을 배치함으로써 활성층에 인가되는 자기장의 영향력을 높여 전하운반자의 발광재결합률의 상승시킴으로써 발광다이오드의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0012] 또한, 발광구조물이 식각되는 형태에 따라 자성층을 포함하는 자기구조물의 배치를 달리할 수 있어 그에 따라 다양한 분포를 갖는 자기장을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 종래의 자성층이 삽입된 발광다이오드를 나타낸 단면도이다.

도 2는 종래의 발광다이오드에서 자성층과의 거리에 따른 활성층에 인가된 자기장의 크기 및 방향을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기구조물을 구비하는 발광다이오드의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기구조물을 구비하는 발광다이오드에서 자성층 사이의 활성층에 인가된 자기장의 크기 및 방향을 나타낸 도면이다.

도 5는 상기 도3의 자기구조물을 구비하는 발광다이오드의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 자기구조물을 구비하는 발광다이오드

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0016] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본 발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.

[0017] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기구조물을 구비한 발광다이오드의 단면도이다.

[0018] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기구조물을 구비하는 발광다이오드는 기판(100)이 구비되고, 상기 기판(100)상에 제1 도전형 반도체층(310), 활성층(320), 제2 도전형 반도체층(330)이 순차적으로 증착하여 형성된 발광구조물(300), 상기 기판(100)과 상기 제1 도전형 반도체층(300) 사이에 형성된 버퍼층(200), 상기 발광구조물(300)의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물의 일부를 선택적으로 식각한 영역을 제외하고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층(330) 상부에 형성된 반사전극층(400), 상기 제1 도전형 반도체층(310)의 일부 표면이 노출된 영역 상에 형성된 제2 전극(500) 및 상기 발광구조물(300)의 식각으로 노출된 내측면 영역에 형성된 자기구조물(600)을 포함하고, 상기 자기구조물(600)은 상기 발광구조물(300)의 식각된 영역의 측면에 형성된 패시베이션층(610)과 상기 패시베이션층(610)들 사이에 형성된 자성층(620)을 포함한다.

[0019] 상기 기판(100)은 반도체의 성장을 결정하는 기반이 되며, 이에 격자 상수 등 성장하고자 하는 반도체의 성질에 적합한 구조를 가진 것을 선택할 수 있다. 상기 기판(100)은 사파이어(Al_2O_3), ZnO, Si, GaAs, SiC, InP 및 GaN 기판 중 선택되는 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정하지는 않는다. 질화갈륨계 반도체층으로 구성하는 경우 보통 격자상수가 유사한 사파이어(Al_2O_3)를 사용할 수 있다.

[0020] 상기 기판(100) 상에는 버퍼층(200)을 배치할 수도 있다. 상기 버퍼층(200)은 기판(100)의 격자 부정합을 완화하기 위하여 상기 기판(100) 전면에서 걸쳐 형성될 수 있다. 상기 버퍼층(200)은 불순물이 도핑되지 않은 SiC, ZnO, Si, GaAs, AlN 및 GaN 중 선택되는 어느 하나일 수 있으나, 상기 기판(100)이 사파이어와 같은 절연성 기판을 사용하는 경우 버퍼층(200)은 도전성 물질로 형성될 수도 있다.

[0021] 상기 제1 도전형 반도체층(310) 및 상기 제2 도전형 반도체층(330)은 제작하고자 하는 발광다이오드의 종류에

따라 단일층 또는 복수층으로 배치될 수 있고, 도전성질을 갖도록 규소(Si), 마그네슘(Mg) 및 아연(Zn)으로 이루어지는 군 중 어느 하나 또는 복수의 원소를 불순물로 첨가할 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(310)은 예를 들어, n형 불순물이 도핑된 반도체층일 수 있으며, AlN층, GaN층 및 $Al_xGa_{(1-x)}N(0 \leq x \leq 1)$ 층 중 선택되는 어느 하나일 수 있다. 상기 제2 도전형 반도체층(330)은 예를 들어, p형 불순물이 도핑된 반도체층일 수 있으며, SiC층, ZnO층, Si층, GaAs층, AlN층, GaN층 및 $Al_xGa_{(1-x)}N(0 \leq x \leq 1)$ 층 중 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0022] 상기 활성층(320)은 상기 제1 도전형 반도체층(310) 및 제2 도전형 반도체층(330) 사이에서 전자 및 정공의 재결합에 의해 방출되는 에너지를 광으로 방출시키는 층으로써, $In_xAl_yGa_{(1-x-y)}N(0 \leq x < 1, 0 \leq y < 1$ 그리고 $0 \leq x+y < 1)$ 인 InGaN층을 우물로 하고, GaN층을 장벽층으로 하는 다중양자우물(multi-quantum well, MQW) 또는 단일양자우물 구조를 가질 수 있다.

[0023] 상기 반사전극층(400)은 반사층과 제1 전극으로 구성할 수 있다. 상기 반사층은 활성층(320)에서 발생하는 광을 상부로 반사하는 층으로서, 반사율이 높은 금속재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 은(Ag), 알루미늄(Al), 또는 이들을 포함하는 합금으로 형성될 수 있다.

[0024] 상기 반사전극층(400)의 제1 전극 및 상기 제2 전극(500)은 활성층(320)을 발광시키기 위한 구동전원의 인가 수단으로, 낮은 접촉저항과 광 반사성이 우수한 도전 물질을 얻기 위하여 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 백금(Pt), 탄탈륨(Ta), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중의 선택되는 어느 하나 또는 이들 금속의 합금으로 형성될 수 있다. 상기 제2 전극(500)은 기판(100) 상에 형성된 n형 불순물이 도핑된 제1 도전형 반도체층(310)의 노출된 영역에 배치될 수 있다.

[0025] 상기 패시베이션층(610)은 SiO_2 , SiN, HfO_2 , Al_2O_3 , 금속산화물, 금속질화물, 금속불화물 및 금속황화물등 중 적어도 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다. 상기 패시베이션층(610)은 절연을 위해 구성하는 층으로서, 상기 발광구조물(300)에 흐르는 전류가 상기 발광구조물(300)의 식각된 내측면 영역에도 흐르게 되어 발광효율이 저하되지 않도록 전기적으로 절연시킨다. 또한 패시베이션층(610) 사이에 형성되는 자성층(620)을 기계적으로 보호할 수도 있다.

[0026] 상기 자성층(620)은 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 가돌리늄(Gd), 디스프로슘(Dy) 또는 이들의 합금물질 중 적어도 어느 하나의 물질로 형성될 수 있으며, 또는 그 밖의 강자성 물질을 포함할 수 있다.

[0027] 상기 자기구조물(600)은 상기 자기구조물(600)의 자성층(620)이 상기 발광구조물(300)의 활성층(320) 측면에 이격하여 배치하는 것을 포함한다.

[0028] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기구조물을 구비한 발광다이오드의 자성층 사이의 활성층에 인가된 자기장의 크기 및 방향을 나타낸 도면이다.

[0029] 도 4를 참조하면, 활성층 측면에 배치된 자기구조물에 의해 형성된 자기장의 분포 및 크기가 상기 도 2와 달리 높게 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0030] 발광다이오드에 전류가 주입되면 전기장에 의해 전자와 정공이 이동하게 된다. 이러한 발광다이오드에 자성층을 포함하는 자기구조물을 구비하게 되면 자기구조물의 자성층에 의해 발광다이오드에 불균일한 자기장이 형성되고, 불균일한 자기장의 영향을 받게 되는 전자 및 정공은 로렌즈 힘에 의해 in-plane 방향인 기판과 수평한 방향으로 활성층 내부에서 이동할 수 있다. 활성층 내에서 전자 및 정공이 수평하게 이동하면서 전자 및 정공의 발광재결합률이 높아지며 발광 다이오드의 효율이 개선될 수 있다. 여기서, 상기 불균일한 자기장의 크기는 활성층의 측면에서 그 값이 최적화될 수 있으므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광다이오드는 활성층의 측면에 자성층을 포함하는 자기구조물을 위치시킴으로써 자기장의 영향력을 증가시켜 발광재결합률을 더욱 높일 수 있게 할 수 있다.

[0031] 또한, 도 3을 참조하면, 상기 자기구조물(600)은 상기 발광구조물(300)의 식각 형태에 따라 식각된 영역에 단일 또는 다수 개로 배치될 수 있다. 이는 자성층(620)을 포함하는 자기구조물(600)을 여러 형태로 배치할 수 있게 함으로써, 자성층(620)에 의해 형성되는 자기장의 분포를 더욱 다양하게 구현할 수 있다. 이로 인해 상기과 같이 자기장의 크기와 분포에 영향을 받는 전하운반자의 발광재결합률은 더욱 향상될 수 있다.

[0032] **자기구조물을 구비하는 발광다이오드의 제조방법**

[0033] 도 5는 상기 도 3의 자기구조물을 구비하는 발광다이오드의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [0034] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기구조물을 구비하는 발광다이오드의 제조방법은 기판(100) 상에 순차적으로 제1 도전형 반도체층(310), 활성층(320), 제2 도전형 반도체층(330)을 증착하여 발광구조물(300)을 형성하는 단계, 상기 발광구조물(300)의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물(300)의 일부를 선택적으로 식각하는 단계, 상기 발광구조물(300)에서 식각되지 않고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층(330) 상부에 반사전극층(400)을 형성하는 단계, 상기 제1 도전형 반도체층(310) 일부 표면이 노출된 영역 상에 제2 전극(500)을 형성하는 단계 및 상기 발광구조물(300)의 식각으로 노출된 내측면 영역에 자기구조물(600)을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 자기구조물(600)을 형성하는 단계는, 상기 발광구조물(300)의 식각된 영역의 측면에 패시베이션층(610)을 형성하는 단계 및 상기 패시베이션층(610)들 사이에 자성층(620)을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0035] 상기 자기구조물(600)을 형성하는 단계는, 상기 자기구조물(600)의 자성층(620)이 상기 발광구조물(300)의 활성층(320) 측면에 이격하여 형성하는 것을 포함한다. 이에, 앞서 상술한 바와 같이 활성층(320)에 인가되는 자기장의 크기를 최적화하여 발광다이오드의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0036] 상기 기판(100)은 사파이어(Al_2O_3), ZnO, Si, GaAs, SiC, InP 및 GaN 기판 중에 어느 하나로 선택하여 준비할 수 있다. 상기 기판(100)과 상기 발광구조물(300) 사이에는 버퍼층(200)을 형성할 수도 있다. 상기 버퍼층(200)은 SiC, ZnO, Si, GaAs, AlN, 및 GaN 중 선택되는 어느 하나의 물질로 형성할 수 있으며, 금속유기 화학 기상증착(Metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD), 분자선 성장(Molecular beam epitaxy, MBE), 수소화물 기상성장(Hydride vapor phase Epitaxy, HVPE) 등의 방법으로 형성할 수 있다.
- [0037] 상기 기판(100) 상에 발광구조물(300)을 이루는 제1 도전형 반도체층(310), 활성층(320) 및 제2 도전형 반도체층(330)을 형성하는 단계에서 상기 발광구조물(300)은 상기 기판(100) 및 상기 버퍼층(200) 상에 수직방향으로 성장하여 형성되며, 금속유기 화학 기상증착(Metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD), 분자선 성장(Molecular beam epitaxy, MBE), 수소화물 기상성장(Hydride vapor phase Epitaxy, HVPE) 또는 스퍼터링 방법에 의하여 수행될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(310)과 상기 제2 도전형 반도체층(330)은 도전성질을 갖도록 규소(Si), 마그네슘(Mg) 및 아연(Zn)으로 이루어지는 군 중 선택되는 어느 하나 또는 복수의 원소를 도펀트로 첨가하여 형성할 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층(310)은 예를 들어, 규소(Si)를 도펀트로 첨가하여 n형 반도체층으로 형성할 수 있으며, 상기 제2 도전형 반도체층(330)은 예를 들어, 아연(Zn), 마그네슘(Mg)를 도펀트로 첨가하여 p형 반도체층으로 형성할 수 있다.
- [0038] 상기 발광구조물(300)을 형성하는 단계 이후에, 상기 제1 도전형 반도체층(310)의 일부 표면이 노출되도록 상기 발광구조물(300)을 메사식각하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이는, 반응성 이온식각(Reactive ion etching, RIE) 또는 고주파 유도 결합 플라즈마(Inductively coupled plasma, ICP) 등의 방법으로 수행할 수 있으며, 메사 식각으로 상기 제1 도전형 반도체층(310)의 일부 표면이 노출됨으로써 추후 상기 제1 도전형 반도체층(310)의 표면이 노출된 영역에 제2 전극(500)을 형성할 수 있다.
- [0039] 상기 발광구조물(300)의 내부 영역에 자성층(620)으로 인한 자기장을 구현하기 위하여 상기 발광구조물(300)의 내측면이 노출되도록 상기 발광구조물(300)의 일부를 선택적으로 식각하는 단계는, 상기 기판(100)과 수직한 방향으로 식각을 진행할 수 있으며, 물리적 식각 또는 화학적 식각을 이용한 건식 식각방법인 반응성 이온식각(Reactive ion etching, RIE) 또는 고주파 유도 결합 플라즈마(Inductively coupled plasma, ICP)으로 수행될 수 있다. 본 발명의 실시예의 형태에 따라 식각의 범위를 선택하여 식각을 수행할 수 있으며, 상기 발광구조물(300)의 식각 형태에 따라 식각된 영역에 단일 또는 다수 개로 이루어진 자기구조물(600)을 형성할 수 있다. 이에 따라 다양한 자기장의 분포를 구현할 수 있다.
- [0040] 상기 발광구조물(300)에서 식각되지 않고 잔류하는 상기 제2 도전형 반도체층(330) 상부에 반사전극층(400)을 형성하는 단계에서, 상기 반사전극층은 반사층을 형성하는 것과 제1 전극을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 반사전극층(400)의 반사층은 반사율이 높은 금속재료로 형성할 수 있으며, 스퍼터링(sputtering) 또는 진공증착(evaporation) 등의 방법으로 수행할 수 있으나, 이에 한정하지는 않는다. 상기 반사전극층(400)의 제1 전극은 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 백금(Pt), 탄탈륨(Ta), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중의 선택되는 어느 하나 또는 이들 금속의 합금으로 형성할 수 있다.
- [0041] 상기 제1 도전형 반도체층(310) 일부 표면이 노출된 영역 상에 제2 전극(500)을 형성하는 단계에서 상기 제2 전극(500)은 팔라듐(Pd), 로듐(Rh), 백금(Pt), 탄탈륨(Ta), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 금(Au) 및 티타늄(Ti) 중의 선택되는 어느 하나 또는 이들 금속의 합금으로 형성할 수 있다.
- [0042] 상기 발광구조물(300)의 식각으로 노출된 내측면 영역에 자기구조물(600)을 형성하는 단계는, 상기 발광구조물

(300)의 식각된 영역의 측면에 패시베이션층(610)을 형성하고 이후, 상기 패시베이션층(610)들 사이에 자성층(620)을 형성한다. 상기 패시베이션층(610)은 SiO_2 , SiN , HfO_2 , Al_2O_3 , 금속산화물, 금속질화물, 금속불화물 및 금속황화물등 중 선택되는 어느 하나의 물질로 형성할 수 있고, 상기 자성층(620)은 강자성체인 Co, Fe, Ni, Gd, Dy 또는 이들의 합금물질 중 적어도 어느 하나의 물질로 형성할 수 있다. 상기 자성층(620)을 형성하는 방법은 열증착기, 이빔 증착기, 스피터링 또는 레이저 증착기에 의하여 수행될 수 있다. 이 후, 영구자석이 설치된 열 처리로를 통해 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 발광다이오드에 열처리를 하여 발광다이오드에 형성된 자성층(620)을 기판의 수평방향으로 자화할 수 있다.

[0043]

상기 자기구조물(600)을 형성하는 단계 이후에, 상기 반사전극층(400) 상에 형성된 상기 자기구조물(600)을 식각공정을 통해 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 자기구조물(600)을 형성함에 따라 자성층(620)을 형성하는 물질이 상기 반사전극층(400) 상에도 증착될 수 있으므로, 일반적인 건식식각 또는 습식식각 등의 식각공정을 통해 제거할 수 있다.

[0044]

한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

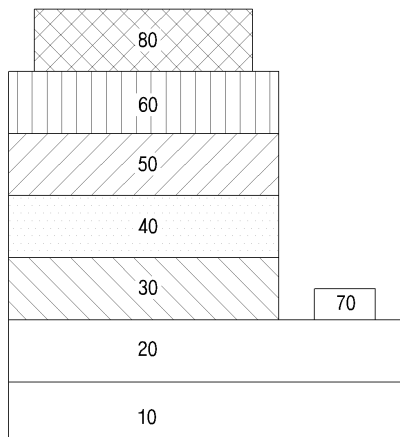
부호의 설명

[0045]

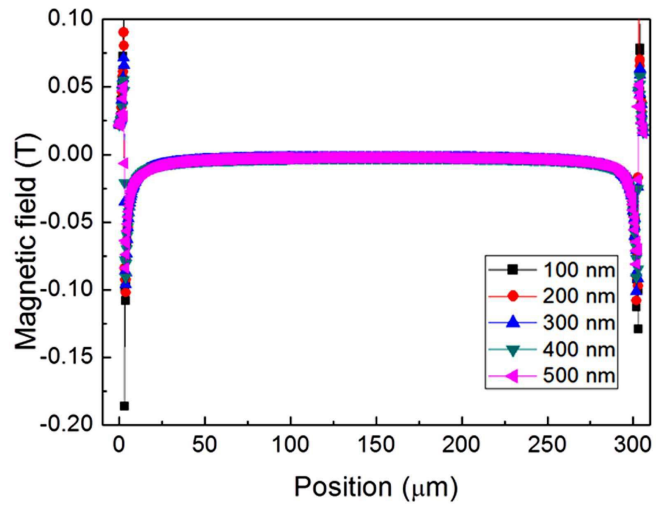
10: 기판	100: 기판
20: 버퍼층	200: 버퍼층
30: 제1 도전형 반도체층	300: 발광구조물
40: 활성층	310: 제1 도전형 반도체층
50: 제2 도전형 반도체층	320: 활성층
60: 반사전극층	330: 제2 도전형 반도체층
70: 제2 전극	400: 반사전극층
80: 자성층	500: 제2 전극
600: 자기구조물	610: 패시베이션층
620: 자성층	

도면

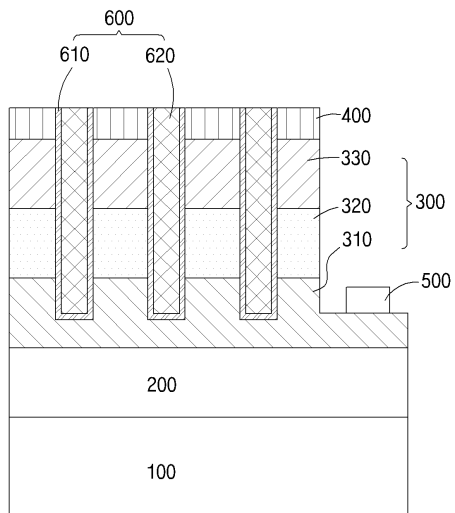
도면1



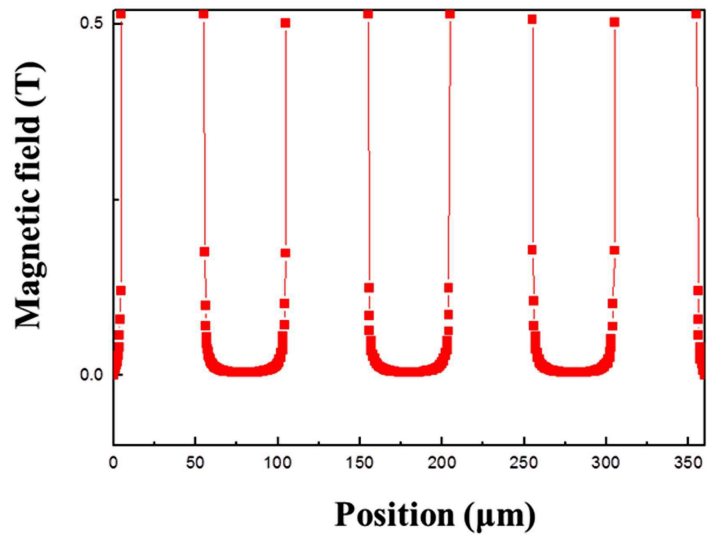
도면2



도면3



도면4



도면5

