



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0010827
(43) 공개일자 2010년02월02일

(51) Int. Cl.

H01L 33/14 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2008-0071876

(22) 출원일자 2008년07월23일

심사청구일자 2008년07월23일

(71) 출원인

전남대학교산학협력단

광주 북구 용봉동 300

(72) 발명자

류상완

광주 북구 일곡동 현대3차아파트 301동 903호

(74) 대리인

정태훈

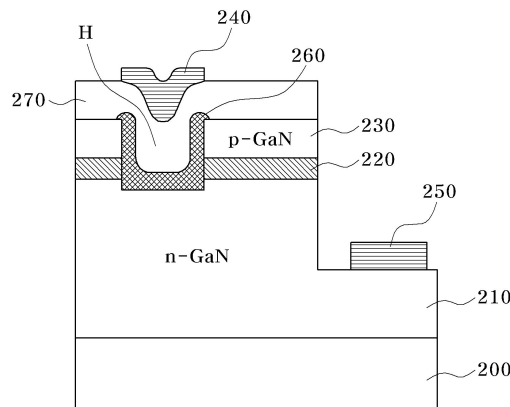
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발광다이오드 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 발광다이오드 및 그 제조방법에 관한 것으로, 전극들 사이에 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층이 구비된 발광다이오드에 있어서, 상부에 상기 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층이 형성된 기판과, 상기 제1 클래드층의 일정영역이 노출되도록 상기 제2 클래드층과 상기 발광층을 소정 깊이로 식각하여 형성된 홈과, 상기 홈 상부에 형성된 절연층과, 상기 절연층의 상부에 형성된 전극을 포함함으로써 발광다이오드의 발광 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

전극들 사이에 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층이 구비된 발광다이오드에 있어서,
 상부에 상기 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층이 형성된 기관;
 상기 제1 클래드층의 일정영역이 노출되도록 상기 제2 클래드층과 상기 발광층을 소정 깊이로 식각하여 형성된 홈;
 상기 홈의 상부에 형성된 절연층; 및
 상기 절연층의 상부에 형성된 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 상기 홈의 크기는 상기 전극의 크기보다 작거나 같은 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 발광다이오드.

청구항 3

제1 항에 있어서,
 상기 절연층을 형성하는 물질은 SiO_2 또는 SiNx 인 것을 특징으로 하는 발광다이오드.

청구항 4

제1 항에 있어서,
 상기 절연층 및 전극의 사이에 개재하여 전도성 투명박막이 더 형성되는 것을 특징으로 하는 발광다이오드.

청구항 5

전극들 사이에 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층을 구비하는 발광다이오드의 제조방법에 있어서,
 상기 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층을 형성하는 단계;
 상기 제1 클래드층의 일정영역이 노출되도록, 상기 제2 클래드층과 상기 발광층을 소정 깊이로 식각하여 홈을 형성하는 단계; 및
 상기 홈의 상부에 절연층과 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,
 상기 홈의 크기는 상기 전극의 크기보다 작거나 같은 크기를 갖도록 형성하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 7

제5 항에 있어서,
 상기 절연층을 형성하는 물질은 SiO_2 또는 SiNx 인 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

청구항 8

제5 항에 있어서,
 상기 절연층 및 전극의 사이에 개재하여 전도성 투명박막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 발광다이오드 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전극의 하부 영역에 형성된 발광층을 제거하고 상기 영역과 전극사이에 절연층을 형성함으로써 발광다이오드의 발광 효율을 향상시킬 수 있는 발광다이오드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 질화물 반도체는 넓은 에너지 밴드갭을 가지고 있는 직접천이형 반도체로, 가시광선에서 자외선까지의 발광을 구현할 수 있는 발광소자 제작에 매우 유용한 물질이다.

[0003] 이러한 질화물 반도체에 관한 연구는 1990년대에 사파이어 기판에 저온 GaN 버퍼층을 사용한 고품위 결정성장 기술개발과 Mg 도핑한 p형 GaN 개발이 성공적으로 이루어짐으로써 현재까지 비약적인 발전을 거듭하고 있다.

[0004] 특히, 고휘도 청색 발광다이오드 및 형광유기체를 결합한 백색광 발광다이오드의 성공적인 개발은 차세대 친환경 조명분야 및 에너지 산업, 고밀도 광기록매체 분야 등에서 응용이 빠르게 진행되고 있다.

[0005] 하지만, 발광다이오드의 광효율은 종래의 통상적인 광 소스들에 비해 여전히 낮다. 따라서 광효율을 개선하기 위한 더 많은 연구가 필요하다.

[0006] GaN 발광다이오드는 일반적으로 사파이어 기판의 절연성질 때문에 에피텍셜 층과 동일한 면에 p형과 n형 전극이 형성되게 된다. 메사 구조의 상부 표면에 형성되는 p형 금속 전극은, 얇고 투명한 금속층 또는 전도성 산화막층과 그 위에 형성된 와이어 본딩을 위한 두꺼운 금속층으로 구성된다. 따라서, 두꺼운 금속층으로 구성된 p형 금속 전극의 하부에서는 광자흡수(photon absorption)로 인해 광 손실을 야기하게 된다.

[0007] 또한, p형 반도체가 얇고 전기전도도가 작아 금속 전극의 주위에 전류 편중(Current crowding)을 야기하게 된다. 이러한 전류 편중으로 인해 광손실이 더 큰 전극 하부에서 더 많은 광자가 형성되는 문제가 있다.

[0008] 이에 따라, 최근에는 발광다이오드의 광 효율을 향상시키기 위해 p형 금속 전극이 위치한 영역의 하부에 SiO₂ 전류 차단막을 가진 InGaN-GaN 다중양자우물(Multi-Quantum Well; MQW) 발광다이오드 칩이 제안되었다. {참고문헌; C. Huh, J. M. Lee, D. J. Kim, and S. J. Park, "Improvement in lightoutput efficiency of InGaN/GaN multiple-quantum well light-emitting diodes by current blocking layer," J. Appl. Phys., vol. 92, pp. 2248-2250, 2002}

[0009] 도 1은 종래의 전류 차단막(170)을 가진 발광다이오드를 설명하기 위한 단면도이다.

[0010] 도 1에서와 같이 종래의 발광다이오드는 기판(100), 제1 클래드층(110), 발광층(120), 제2 클래드층(130), 투명 전극(140), 제1 및 제2 전극(150 및 160)을 포함하여 이루어진다.

[0011] 이때, 제1 전극(150)이 위치하는 영역 하부의 제2 클래드층(130) 내부에는 전류 차단막(170)을 더 포함하게 된다.

[0012] 이러한 전류 차단막(170)은 광이 효과적으로 외부로 빠져 나올 수 있는 영역에만 전류를 주입할 수 있도록 하여, 발광다이오드에 대한 광 효율 감소를 최소화할 수 있게 된다.

[0013] 하지만, 종래의 발광다이오드는 전류 차단막을 형성하기 위한 제조 공정을 더 포함하기 때문에 복잡한 제조 공정 및 높은 제조 단가를 필요로 한다는 문제점이 있다. 또한 전류 차단막이 형성된 영역 하부의 발광층은 전류 주입이 되지 않아 다른 영역에서 발생한 광자를 흡수하게 되고, 결과적으로 발광다이오드의 효율이 감소하게 된다.

[0014] 한편, 미국등록특허 제6,777,717호 에서도 발광다이오드의 광 효율 감소를 최소화하기 위한 방법으로서, p형 금속 전극이 위치한 영역의 하부를 경사지게 식각하고 식각된 영역에 SiO₂ 등의 유전체로 채운 반사층을 형성하여 금속 전극 아래에서 형성된 광자를 쉽게 외부로 추출할 수 있는 기술이 제안되었다.

[0015] 하지만, 이러한 기술은 여전히 반사막이 형성된 영역 하부의 발광층에 전류주입이 되지 않아 다른 영역에서 발

생한 광자를 흡수하게 되어 발광다이오드의 효율이 감소하게 된다는 문제점을 갖는다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0016] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 발광다이오드의 전극이 위치한 영역 하부의 발광층을 제거하고 상기 영역과 전극사이에 절연층을 형성함으로써 발광다이오드의 광 효율을 향상시킬 수 있는 발광다이오드 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

[0017] 본 발명의 다른 목적은 제조공정을 단순화하여 제조단가를 절감할 수 있는 발광다이오드 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

[0018] 전술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제1 측면은, 전극들 사이에 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층이 구비된 발광다이오드에 있어서, 상부에 상기 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층이 형성된 기관; 상기 제1 클래드층의 일정영역이 노출되도록 상기 제2 클래드층과 상기 발광층을 소정 깊이로 식각하여 형성된 홈; 상기 홈 상부에 형성된 절연층; 및 상기 절연층의 상부에 형성된 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드를 제공하는 것이다.

[0019] 여기서, 상기 홈의 크기는 전극의 크기보다 작거나, 크거나 또는 같은 크기를 가질 수 있으며, 바람직하게는, 효율의 향상을 위하여 전극의 크기보다 작거나 같은 크기를 가질 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 절연층을 형성하는 물질은 SiO₂ 또는 SiN_x일 수 있다.

[0021] 바람직하게는, 상기 절연층 및 전극의 사이에 개재하여 전도성 투명박막이 더 형성될 수 있다.

[0022] 본 발명의 제2 측면은, 전극들 사이에 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층을 구비하는 발광다이오드의 제조방법에 있어서,

[0023] 상기 제1 클래드층, 발광층, 및 제2 클래드층을 형성하는 단계;

[0024] 상기 제1 클래드층의 일정영역이 노출되도록, 상기 제2 클래드층과 상기 발광층을 소정 깊이로 식각하여 홈을 형성하는 단계; 및

[0025] 상기 홈 상부에 절연층과 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광다이오드의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0026] 여기서, 상기 홈의 크기는 전극의 크기보다 작거나, 크거나 또는 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있으며, 바람직하게는, 효율의 향상을 위하여 전극의 크기보다 작거나 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있다.

[0027] 바람직하게는, 상기 절연층을 형성하는 물질은 SiO₂ 또는 SiN_x일 수 있다.

[0028] 바람직하게는, 상기 절연층 및 전극의 사이에 개재하여 전도성 투명박막을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

효과

[0029] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명의 발광다이오드 및 그 제조방법에 따르면, 발광다이오드의 전극이 위치한 영역 하부의 일정 영역에 대한 발광층을 제거하고 상기 영역과 전극사이에 절연층을 형성함으로써 발광다이오드의 광 효율을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

[0030] 또한, 본 발명에 따르면 제조공정을 단순화하여 제조단가를 절감할 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되어지는 것이다.

- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광다이오드는 크게 기관(200), 제1 클래드층(210), 발광층(220), 제2 클래드층(230), 제1 전극(240) 및 제2 전극(250)을 포함하여 이루어진다.
- [0034] 여기서, 기관(200)은 예컨대, 사파이어 기관 등을 이용하여 형성할 수 있는데, 이에 국한하지는 않으며, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광다이오드에 적용 가능하다면 사파이어 기관 이외의 다른 기관을 이용하는 것도 가능하다.
- [0035] 제1 클래드층(210), 발광층(220) 및 제2 클래드층(230)은 각각 예컨대, n형 GaN, InGaN/GaN 및 p형 GaN 등의 물질을 이용하여 형성할 수 있으며 이에 국한하지는 않는다.
- [0036] 이때, 제2 클래드층(230)을 포함한 발광층(220)의 일정 영역에는 제1 클래드층(210)이 외부로 노출되도록 제2 클래드층(230) 및 발광층(220)을 제거하여 형성된 일정 깊이의 홈(H)이 형성된다.
- [0037] 여기서, 홈(H)의 크기는 제1 전극(240)의 크기보다 작거나, 크거나 또는 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있는데, 바람직하게는, 효율의 향상을 위하여 제1 전극(240)의 크기보다 작거나 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있다.
- [0038] 이러한 홈(H)은 예컨대, 포토리소그래피 등의 방법을 이용하여 제2 클래드층(230)으로부터 발광층(220)을 순차적으로 식각함에 따라 형성될 수 있다. 또한 홈(H)의 상부에는 예컨대, SiO₂ 또는 SiN_x 등의 물질로 형성된 부도체 박막 즉, 절연층(260)이 적층된다.
- [0039] 제1 및 제2 전극(240 및 250)은 예컨대, 전자빔(E-Beam) 증착, 열 증착(Thermal Evaporation) 또는 스퍼터링(Sputtering) 등의 방법들 중 어느 하나의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0040] 예컨대, 제1 및 제2 전극(240 및 250)을 Ti/Ni/Au 또는 Pd/Au 중 어느 하나의 금속을 이용하여 증착한 후, 질소 또는 산소를 포함하는 분위기의 퍼니스(furnace)에서 예컨대, 약 500℃ 정도의 온도로 열처리하여 형성할 수 있다. 이때, 제1 전극(240)은 절연층(260)의 상부에 형성된다.
- [0041] 제1 전극(240)을 예컨대, 불투명전극으로 형성할 경우, 발광다이오드로부터 외부로 방출되는 광은 제1 전극(240)이 형성된 영역에서는 외부로 효과적으로 빠져나올 수가 없게된다.
- [0042] 따라서, 이러한 제1 전극(240)의 하부에 절연층(260)을 형성함으로써 광이 효과적으로 외부로 빠져나올 수 있는 영역에만 전류를 주입할 수 있게되며, 제1 전극(240)이 형성된 영역 하부의 발광층(220)을 제거함으로써, 절연층이 형성된 영역에 대한 발광층의 광자 흡수를 억제하여 발광다이오드의 광 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0043] 한편, 전류주입면적을 증가시키면서도 휘도에 악영향을 주지 않기 위해서, 제2 클래드층(230) 상부에는 제1 전극(240)을 형성하기 전에 전도성 투명박막 즉, 투명전극(transparent electrode)(270)을 더 형성하는 것이 바람직하며, 투명 전극(270)은 예컨대, 얇은 두께의 Ni/Au 또는 인듐 주석 산화물(ITO) 등을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0044] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광다이오드의 제조방법을 상세히 설명한다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 기관(예컨대, 사파이어 기관)(200) 상에 금속유기화학증착법(MOCVD), 액상에피택셜법(LPE) 또는 분자빔에피택셜법(MBE) 등을 이용하여 제1 클래드층(210), 발광층(220) 및 제2 클래드층(230)을 차례로 적층시킨 에피기관을 준비한다.
- [0046] 이후, 제2 클래드층(230) 상부에 포토리소그래피 등의 방법을 이용하여 제2 클래드층(230)의 일정 영역을 식각하게 되는데, 이때, 제1 클래드층(210)이 외부로 노출되도록 발광층(220)을 함께 식각하여 일정 깊이의 홈(H)을 형성한다.
- [0047] 이때, 홈(H)의 크기는 후술할 제1 전극(240)의 크기보다 작거나, 크거나 또는 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있는데, 바람직하게는, 효율의 향상을 위하여 제1 전극(240)의 크기보다 작거나 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있다.
- [0048] 이후, 홈(H)의 상부에 예컨대, 부도체 박막 즉, 절연층(260)을 적층하게 되는데, 절연층(260)은 예컨대, SiO₂ 또는 SiN_x 등의 물질을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0049] 이후, 예컨대, 전도성 투명박막 즉, 투명전극(270)을 전체 상부에 형성한다. 다음으로, 소정 영역에 해당하는 제2 클래드층(230)과 발광층(220)을 건식식각하여 제1 클래드층(210)의 일부 상면을 노출시킨다.

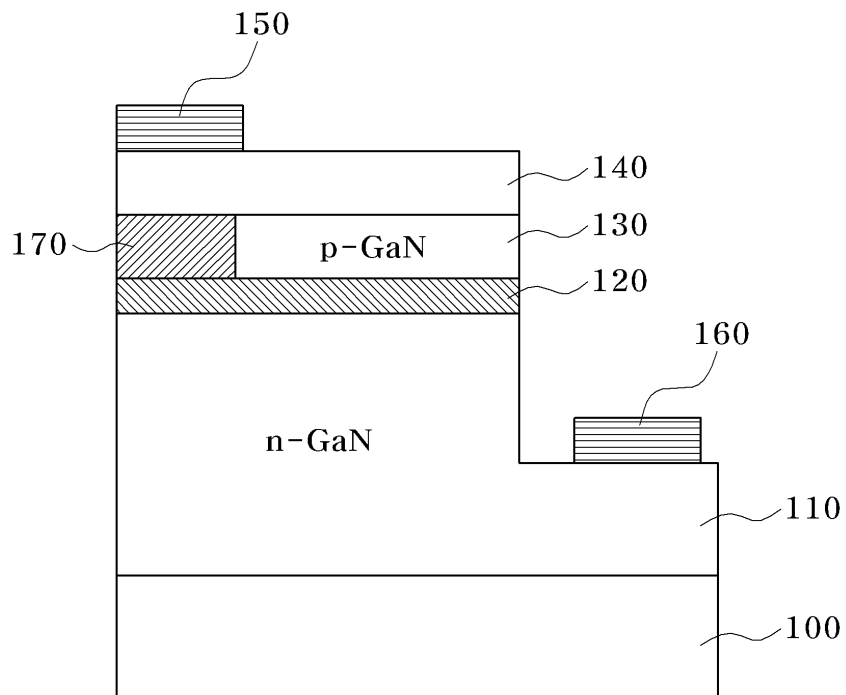
- [0050] 마지막으로, 투명 전극(270)의 상면 및 노출된 제1 클래드층(210)의 상면에 각각 소정의 전압을 인가하기 위하여, 제1 및 제2 전극(240 및 250)을 형성한다. 이때, 제1 전극(240)은 절연층(260)의 상부에 형성되도록 한다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도로서, 제2 전극(350)이 발광다이오드의 하부에 형성된 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0052] 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광다이오드는 전술한 도 2에서와 같이 크게 기판(200), 제1 클래드층(210), 발광층(220), 제2 클래드층(230), 제1 전극(240) 및 제2 전극(350)을 포함하여 이루어진다.
- [0053] 하지만, 도 3에서는, 도 2와는 달리 제2 전극(350)이 발광다이오드의 하부 예컨대, 기판(200)의 하면에 형성된다. 이때, 기판(200)은 반도체 기판으로써 예컨대, GaAs 등의 물질로 형성하는 것이 바람직하며, 이에 국한하지는 않는다.
- [0054] 한편, 제2 클래드층(230)을 포함한 발광층(220)의 일정 영역에는 제1 클래드층(210)이 외부로 노출되도록 제2 클래드층(230) 및 발광층(220)을 제거하여 형성된 일정 깊이의 홈(H)이 형성된다.
- [0055] 여기서, 홈(H)의 크기는 제1 전극(240)의 크기보다 작거나, 크거나 또는 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있는데, 바람직하게는, 효율의 향상을 위하여 제1 전극(240)의 크기보다 작거나 같은 크기를 갖도록 형성할 수 있다.
- [0056] 이러한 홈(H)은 예컨대, 포토리소그래피 등의 방법을 이용하여 제2 클래드층(230)으로부터 발광층(220)을 순차적으로 식각함에 따라 형성될 수 있다. 또한, 홈(H)의 상부에는 예컨대, SiO₂ 또는 SiNx 등의 물질로 형성된 부도체 박막 즉, 절연층(260)이 적층되며, 절연층(260)의 상부에는 제1 전극(240)이 형성된다.
- [0057] 이때, 전류주입면적을 증가시키면서도 휘도에 악영향을 주지 않기 위해서, 제2 클래드층(230) 상부에는 제1 전극(240)을 형성하기 전에 전도성 투명박막 즉, 투명전극(transparent electrode)(270)을 더 형성하는 것이 바람직하며, 투명 전극(270)은 예컨대, 얇은 두께의 Ni/Au 또는 인듐 주석 산화물(ITO) 등을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0058] 본 실시예에서는 발광 다이오드가 p형 GaN 클래드층과 발광층이 소정 영역 식각되어 형성된 n형 GaN 클래드층의 상부에 전극이 형성되는 구조 및 발광다이오드의 하부 즉, 반도체 기판의 하면에 전극이 형성되는 구조 등을 일 예로써 설명하였지만, 본 발명의 적용은 전극들 사이에 구비되는 제1 및 제2 클래드층, 발광층 등을 포함하여 기판 상에 형성되는 발광다이오드이면 모두 적용 가능하다. 즉, 본 발명은 전극들에 의해 발광층에 전위차가 형성되거나 전류가 주입되어 발광현상이 일어나는 구조이면 모두 적용 가능한 것으로 이해되어야 한다.
- [0059] 전술한 본 발명에 따른 발광다이오드 및 그 제조방법에 대한 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명에 속한다.

도면의 간단한 설명

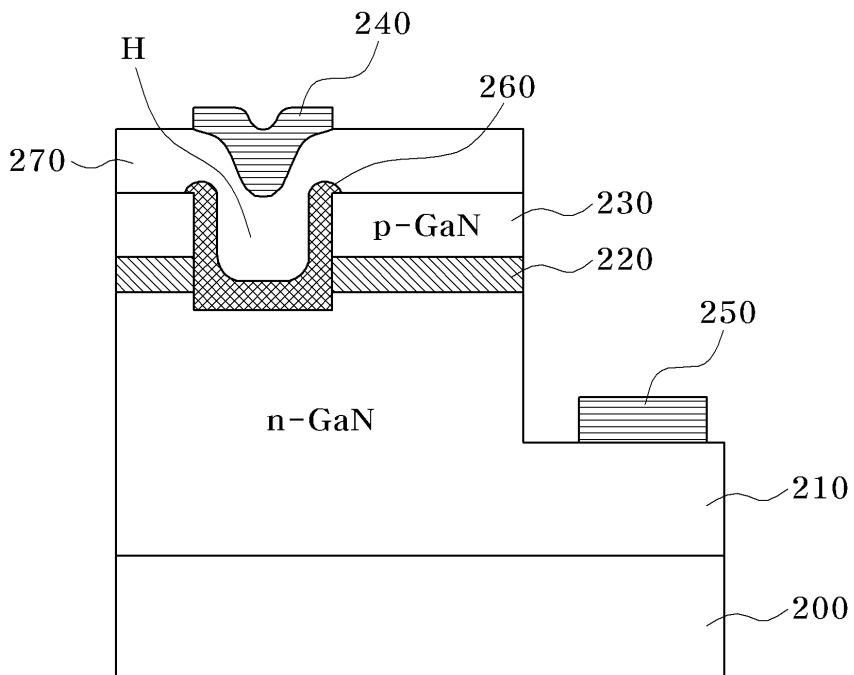
- [0060] 도 1은 종래의 전류 차단막을 가진 발광다이오드를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0061] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.
- [0062] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광다이오드의 개략적인 단면도이다.

도면

도면1



도면2



도면3

