



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0108825
(43) 공개일자 2008년12월16일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0056873

(22) 출원일자 2007년06월11일

심사청구일자 2007년06월11일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

성 태 연

서울 서초구 잠원동 한신아파트 1동 911호

윤 주 현

서울 도봉구 방학1동 713-31

(74) 대리인

특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 11 항

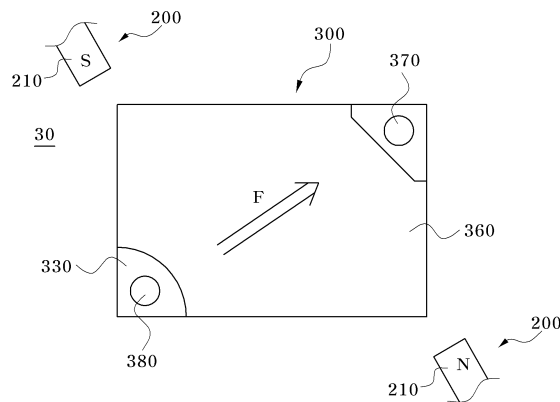
(54) 발광소자

(57) 요약

본 발명의 발광소자는 활성층을 사이에 두고 P형 구조물과 N형 구조물을 갖으며, 상기 P형 구조물에 연결되는 P형 전극패드와 상기 N형 구조물에 연결되는 N형 전극패드가 서로 동일 선상에 소정간격 이격되어 배치되도록 형성된 발광다이오드 구조체; 상기 N형 전극과 P형전극이 연결하는 가상의 선상에 인접한 좌/우영역에 각각 배치되는 자기장 발생장치를 갖는 전하분포 변경장치를 포함한다.

따라서 본 발명에 따른 발광소자는 전하분포 변경장치를 구비하고, 상기 전하분포 변경장치로 로렌츠의 법칙을 이용하여 상기 발광다이오드 구조체에 자기장을 제공하여 광포화 현상, 소자의 열화 등의 소자의 효율을 저하시키는 전류 집중현상을 개선시켜 상기 발광소자의 발광효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

활성층을 사이에 두고 P형 구조물과 N형 구조물을 갖으며, 상기 P형 구조물에 연결되는 P형 전극패드와 상기 N형 구조물에 연결되는 N형 전극패드가 서로 동일 선상에 소정간격 이격되어 배치되도록 형성된 발광다이오드 구조체;

상기 N형 전극패드와 상기 P형전극패드를 연결하는 가상의 선상에 인접한 좌/우영역에 각각 배치되는 자기장 발생장치를 갖는 전하분포 변경장치를 포함하는 발광소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 전하분포 변경장치는 상기 P형전극패드와 상기 N형전극패드 사이에서 이동하는 전하의 분포를 변경시키는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 전하분포 변경장치에서 좌우에 배치되는 자기장 발생장치는 극성이 서로 다른 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 활성층 영역에 전하의 분포 넓게 퍼지는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 자기장 발생장치는 전자석, 영구자석을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 자기장 발생장치의 자기장 세기는 0.1 내지 3 테슬라(Tesla)인 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 발광다이오드 구조체에서 전류가 통과하는 방향과 상기 자기장 발생장치에서 형성되는 자기장의 흐름은 서로 수직한 방향이 되도록 배치되는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 8

제 1항 내지 7항 중 어느 한 항으로 형성된 다수의 발광소자로 형성되는 광원;

상기 광원에서 발광하는 광을 집광, 확산 및 가이드하는 다수의 광학부재; 및

상기 광원 및 상기 광학부재를 보호하는 몰드프레임을 포함하는 것을 특징으로 하는 백라이트 유닛.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 광원은 상기 발광소자를 다수 조합하여 백색광을 발광하는 것을 특징으로 하는 백라이트 유닛.

청구항 10

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항으로 형성되는 발광소자;
상기 발광소자를 커버하는 패키지;
상기 발광소자에 전원을 공급하는 공급장치를 포함하는 조명장치.

청구항 11

액정을 갖는 액정패널;
상기 액정패널 배면에서 광을 제공하는 제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항으로 형성된 발광소자를 광원으로 사용하는 백라이트 유닛을 포함하는 액정표시장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <14> 본 발명은 광을 발광할 수 있는 발광다이오드에 전류의 분포를 변경시켜 주는 자기장 발생장치를 구비한 발광소자에 관한 것이다.
- <15> 현재 청,녹색에서부터 (근)자외선 발광다이오드, 레이저 다이오드 및 광센서 등의 광전소자에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 이들 중 단결정 질화물계 반도체는 광관련 산업분야에서 가장 중요한 물질들 중 하나로 여겨지고 있는 상황이다.
- <16> 도 1은 종래의 메사형 발광소자의 구조를 나타낸 단면도이고, 도 2는 종래의 메사형 발광소자에서 전하 분포를 도시한 도면이다.
- <17> 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 메사형 발광소자(10)는 사파이어 기판(110, Al₂O₃ substrate), 질화물계 버퍼층(120), N형 질화물계 클래딩층(130), 질화물계 활성층(140), P형 질화물계 클래딩층(150), 다기능성 오믹 콘택층(160, Multifunctional Ohmic contact layer)이 순차적으로 적층된 구조를 가지고 있다.
- <18> 상기 다기능성 오믹 콘택층(160) 상에 P형 전극패드(170)가 형성되고, 상기 N형 질화물계 클래딩층(130)의 일부 영역을 식각시키고, 상기 식각된 N형 질화물계 클래딩층(130)의 위에 N형 전극패드(180)가 형성된다.
- <19> 상기 사파이어 기판(110)으로부터 P형 질화물계 클래딩층(150)까지가 발광구조체에 해당하고, P형 질화물계 클래딩층(150) 상부의 다기능성 오믹 콘택층(160)이 P형 전극구조체에 해당한다.
- <20> 여기서 상기 메사형 발광소자를 구동시키면 전류는 도면에 표시된 "A"와 같은 경로로 흐르게 된다.
- <21> 이와 같이 형성된 종래의 메사형 발광소자(10)는 구조 특성상 효율, 대면적화, 전류의 표면집중 등의 문제점이 있다.
- <22> 도 2를 참조하면, 상기 메사형 발광소자(10)를 구동시키게 되면, 전류는 활성층(140) 전영역에 흐르지 못하고 메사형 발광소자(10)의 가장자리에 집중하게 된다.
- <23> 이는 질화갈륨계 화합물의 특성상 P형 질화갈륨(P-type GaN layer)의 비저항(Resistivity)이 N형 질화갈륨(N-type GaN layer)의 비저항보다 크기 때문에 발생하는 현상으로 전하의 이동(Carrier transport)에 있어서 상기 전류가 최단거리를 선택하여 흐르기 때문이다.
- <24> 상기의 전류의 표면집중(Current crowding) 현상은 좁은 영역의 활성층(140)에서 전자(electron)와 홀(hole)의 재결합(recombination)이 일어나 발광 다이오드의 발광효율을 저하시키게 된다.
- <25> 또한, 메사형 발광소자(10)의 가장자리 외부표면의 결함(dangling bond, etc)과 캐리어들이 재결합(recombination)을 하게 되어 광자(photon)을 생성시키는 전자와 홀들의 재결합(radiative recombination)이 아닌 열(Phonon)을 발생시키는 재결합(non radiative recombination)을 하게 되어 소자의 열화(degradation)를

발생시키게 문제점이 있다.

- <26> 이와 같이, 종래의 메사형 발광소자(10)는 재결합하는 면적이 재결합효율, 소자의 열화 등을 발생시키는 전류 집중현상으로 인해 상기 메사형 발광소자(10)의 발광효율을 저하시키는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <27> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위하여 안출된 것으로, 발광다이오드 주변에 전하분포 변경장치를 배치하여 광포화현상, 소자의 열화 등 소자의 효율을 저하시키는 전류 집중현상을 해소함에 따라 발광효율을 향상시킨 발광소자를 제공하는데 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <28> 본 발명의 목적을 달성하기 위한 수직형 발광소자는 활성층을 사이에 두고 P형 구조물과 N형 구조물을 갖으며, 상기 P형 구조물에 연결되는 P형 전극패드와 상기 N형 구조물에 연결되는 N형 전극패드가 서로 동일 선상에 소정간격 이격되어 배치되도록 형성된 발광다이오드 구조체; 상기 N형 전극과 P형전극이 연결하는 가상의 선상에 인접한 좌/우영역에 각각 배치되는 자기장 발생장치를 갖는 전하분포 변경장치를 포함한다.
- <29> 여기서 상기 전하분포 변경장치는 상기 P형전극패드와 상기 N형전극패드 사이에서 이동하는 전하의 분포를 변경시키는 것을 특징으로 한다.
- <30> 상기 자기장 발생장치는 전자석, 영구자석을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <31> 상기 자기장 발생장치의 자기장 세기는 0.1 내지 3 테슬라(Tesla)인 것을 특징으로 한다.
- <32> 한편, 본 발명의 목적을 달성하기 위한 백라이트 유닛은 본 발명에 따른 다수의 발광소자로 형성되는 광원; 상기 광원에서 발광하는 광을 집광, 확산 및 가이드하는 다수의 광학부재; 및 상기 광원 및 상기 광학부재를 보호하는 몰드프레임을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <33> 그리고, 본 발명의 목적을 달성하기 위한 액정표시장치는 액정을 갖는 액정패널; 상기 액정패널 배면에서 광을 제공하는 본 발명으로 형성된 다수의 발광소자를 광원으로 사용하는 백라이트 유닛을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <34> 본 발명의 목적을 달성하기 위한 조명장치는 상기와 같이 형성되는 발광소자; 상기 발광소자를 커버하는 패키지; 상기 발광소자에 전원을 공급하는 공급장치를 포함한다.
- <35> 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- <36> 또한, 도면에서 층과 막 또는 영역들의 크기 두께는 명세서의 명확성을 위하여 과장되어 기술된 것이며, 어떤 막 또는 층이 다른 막 또는 층의 "상에" 형성된다고 기재된 경우, 상기 어떤 막 또는 층이 상기 다른 막 또는 층의 위에 직접 존재할 수도 있고, 그 사이에 제3의 다른 막 또는 층이 개재될 수도 있다.
- <37> 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다.
- <38> 도 3는 본 발명에 따른 발광소자의 구조를 나타낸 도면이다.
- <39> 도 3를 참조하면, 본 발명에 따른 발광소자(30)는 질화물계 반도체 박막을 성장시킨 질화물계 발광소자를 실시예로 설명한다.
- <40> 상기 질화물계(GaN) 반도체물질은 녹색으로부터 청색 및 자색을 발광할 수 있는 발광물질로서 3.4eV의 넓은 에너지밴드 구조, 높은 열적 안정성 및 전기적, 광학적 특성을 갖는 화합물 반도체 재료이다.
- <41> 본 발명에 따른 발광소자(20)는 발광다이오드 구조체(300)와 전하분포 변경장치(200)가 상기 발광다이오드 구조체(300)의 주변에 배치되어 있다.
- <42> 상기 발광다이오드 구조체(300)는 기판(310), 버퍼층(320), N형 클래딩층(330), 활성층(340), P형 클래딩층(350), 다기능성 오믹콘택층(360), P형 전극패드(370)가 순차적으로 적층되어 있다.

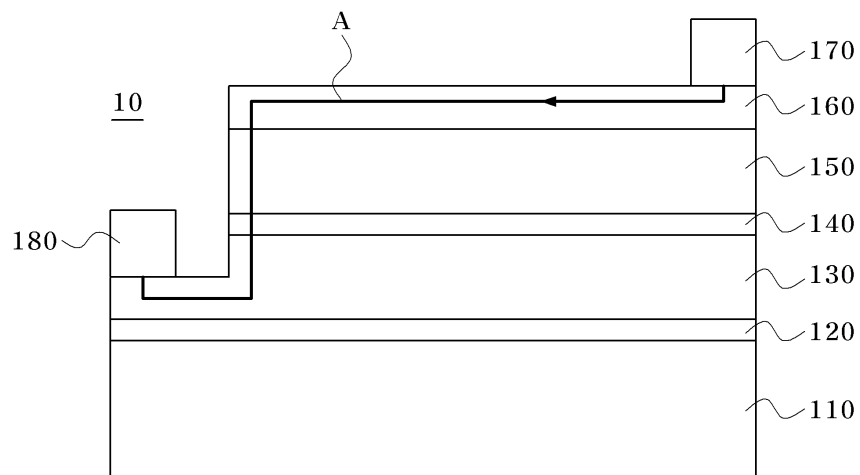
- <43> 여기서 상기 N형 클래딩층(330)의 일부와 상기 N형 클래딩층(330) 상부에 형성되는 다수의 층을 식각하고, 상기 식각된 영역에 N형 전극패드(380)를 형성하여 상기 발광다이오드 구조체(300)를 형성한다. 이와 같이, 본 발명에서는 상기 발광다이오드 구조체(300)를 메사형의 발광다이오드를 실시예로써 설명한다.
- <44> 상기 기판(310)은 절연성 사파이어(Al_2O_3) 물질을 사용할 수 있다. 상기 사파이어 기판(310)은 질화물계 반도체와 결정구조가 같은 HCP(Hexagonal Closed Packings)의 결정구조를 갖고 있다. 상기 기판(310) 상에는 버퍼층(320)이 형성된다.
- <45> 상기 버퍼층(320)은 상기 기판(310)과 질화물계 반도체 간에 존재하는 큰 격자상수 및 열팽창계수 차이로 인해 발생할 수 있는 결함 즉, 전위(Dislocations)를 억제하기 위해서 490℃ 내지 570℃ 온도에서 질화갈륨(GaN) 또는 질화알루미늄(AlN)을 성장시켜 형성할 수 있다.
- <46> 상기 N형 클래딩층(330)은 알루미늄-인듐-갈륨-질소($Al_xIn_yGa_zN$: $x+y+z=1$, $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$)로 구성된 N형 질화갈륨층이고, 상기 N형 클래딩층(330)은 질화갈륨에 Si, Ge, Se, Te 등의 N형 도펀트를 첨가하여 형성할 수 있다.
- <47> 상기 활성층(340)은 $Al_xIn_yGa_zN(x, y, z : x+y+z=1, 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1)$ 의 층으로 형성할 수 있으며, 단층 또는 복층의 양자우물(single or multi quantum well, 이하 MQW)로 형성할 수 있다. 상기 활성층(340)은 InGaN/GaN MQW 또는 AlGaIn/GaN MQW로 형성할 수 있다.
- <48> 상기 P형 클래딩층(350)은 알루미늄-인듐-갈륨-질소($Al_xIn_yGa_zN$: $x+y+z=1$, $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1$)로 구성된 P형 질화갈륨층이다. 여기서 상기 P형 클래딩층(350)은 질화갈륨(GaN)에 Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 P형 도펀트를 첨가하여 형성할 수 있다.
- <49> 여기서 상기 기판(310)으로부터 상기 P형 클래딩층(350)까지 발광구조체에 해당하고, 상기 P형 클래딩층(350) 상부에 적층되는 상기 다기능성 오믹콘택층(360)은 P형 전극 구조체에 해당한다.
- <50> 상기 다기능성 오믹콘택층(360)은 P형전극 구조체로써 상기 활성층(340)에서 발생하는 빛을 상기 다기능성 오믹콘택층(340)을 통해서 외부로 방출시키는 상부발광소자(Top-Emitting Device)로 형성할 수도 있고, 또는 이와 반대로 투명한 사파이어 기판(310)을 통해서 빛을 방출하는 플립칩(Flip-chip Device)으로 형성할 수도 있다.
- <51> 이와 같이, 상기 다기능성 오믹콘택층(360)은 상기 P형 클래딩층(350) 상부에 투명전도성 박막층 또는 반사성 후막층을 선택적으로 형성할 수 있다.
- <52> 상기 N, P형 전극패드(370, 380)는 P, N형 클래딩층(320, 350) 상에 각각 형성할 수 있다.
- <53> 상기 P형 전극패드(370)는 상기 P형 클래딩층(350) 즉, 다기능성 오믹콘택층(360) 상부에 형성할 수 있으며, 니켈/금 또는 은/금을 순차적으로 적층시킨 구조로 형성할 수 있다.
- <54> 그리고 상기 N형 전극패드(380)는 상기 N형 클래딩층(330)부터 상기 다기능성 오믹콘택층(360)까지 일부 영역을 식각한 영역에 상기 N형 클래딩층(330) 상에 형성할 수 있다.
- <55> 여기서 상기 N형 클래딩층(330)과 상기 N형 전극패드(380) 사이에는 N형 오믹콘택층(미도시)을 더 형성할 수 있다. 상기 N형 오믹콘택층은 티타늄/알루미늄이 순차적으로 적층된 구조, 또는 다양한 구조의 후막으로 형성할 수도 있다.
- <56> 여기서 각 층은 전자빔 증착기, MOCVD(metal organic CVD), PVD(physical vapor deposition), CVD(chemical vapor deposition), PLD(plasma laser deposition), 이중형의 열증착기(dual-type thermal evaporator), 스퍼터링(sputtering) 등의 증착장치에 의해서 형성할 수 있다.
- <57> 상기와 같이, 질화물계 반도체를 적층하여 메사 구조로 본 발명에 따른 발광 다이오드 구조체(300)를 형성할 수 있다.
- <58> 여기서 상기 발광다이오드 구조체(300)의 전하의 흐름을 설명하면, 상기 발광다이오드 구조체(300)를 구동시키게 되면 질화갈륨계 화합물의 특성상 P형 질화갈륨(P-type GaN layer)의 비저항(Resistivity)이 N형 질화갈륨(N-type GaN layer)의 비저항보다 크기 때문에 발생하는 현상으로 전하의 이동(Carrier transport)에 있어서 상기 전류가 최단거리를 선택하여 흐르게 된다.
- <59> 이와 같이, 상기 전류가 최단거리를 선택하여 흐름에 따라 상기 발광다이오드 구조체(300)에서 상기 전류는 상

기 활성층(340) 전영역에 흐르지 못하고 발광다이오드 구조체(300)의 가장자리에 집중되어 흐를 수 있다.

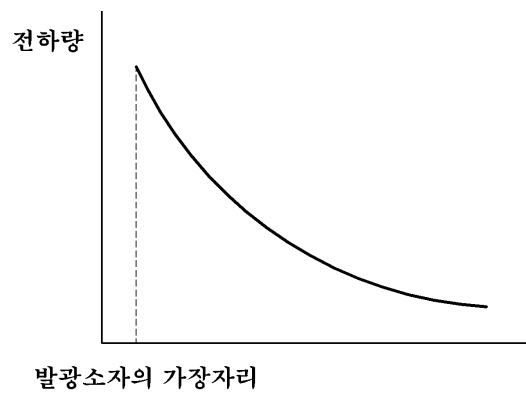
- <60> 따라서, 상기 전류가 집중되어 상기 활성층(340)의 좁은 영역에서만 전자와 홀이 재결합을 하게 되어 상기 발광 다이오드 구조체(300)의 발광효율을 저하시킬 수 있다.
- <61> 그래서 본 발명에 따른 발광소자(30)는 상기 발광다이오드 구조체(300)의 주변에 홀과 전자의 재결합 효율을 향상시킬 수 있는 전하분포 변경장치(200)를 구비하고 있다.
- <62> 상기 전하분포 변경장치(200)는 상기 발광다이오드 구조체(300)에서 소정간격 이격되도록 배치된 상기 N형전극 패드(380)와 상기 P형전극패드(370)를 연결하는 가상의 전상에 인접한 좌/우영역에 자기장 발생장치(210)를 각각 배치시킬 수 있다.
- <63> 바람직하게는 상기 발광다이오드 구조물(300)에서 전류가 통과하는 방향과 상기 자기장 발생장치(210)에서 형성되는 자기장의 흐름은 서로 수직한 방향이 되도록 배치시킬 수 있다.
- <64> 상기 자기장 발생장치(210)는 하나 이상의 구조물 형성할 수 있고 또는, 다수의 구조물을 마련하여 상기 전하분포 변경장치(200)를 형성할 수도 있다.
- <65> 상기 전하분포 변경장치(200)는 전자석, 영구자석 등을 사용할 수 있으며, 상기 자석뿐만 아니라 상기 발광다이오드 구조체(300)에서 전하의 분포를 변경할 수 있는 즉, 전하운동 방향을 변경할 수 있는 장치를 사용할 수 있다.
- <66> 이와 같이, 본 발명에 따른 발광소자(30)는 상기 발광다이오드 구조체(300)와 상기 발광다이오드 구조체(300) 주변에 상기 전하분포 변경장치(200)를 이용하여 발광효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- <67> 도 4는 본 발명에 따른 발광소자에서 전하분포 변경장치의 작용을 도시한 평면도이다.
- <68> 본 발명에서는 용이한 설명을 위해 실시예로써 전하분포 변경장치에 자기장 발생장치가 마련된 것을 설명한다.
- <69> 도 4를 참조하면, 전하분포 변경장치(200)에 마련되는 자기장 발생장치(210)는 자석으로 N극과 S극을 각각 마련할 수 있다.
- <70> 상기 N극과 상기 S극은 자기장을 발생시킬 수 있으며, 상기 자기장 내에 있는 전하는 상기 자기장에 의해 소정의 방향으로 힘을 받는다는 로렌즈 법칙을 이용하여 상기 전하의 방향을 변경시킬 수 있다.
- <71> 상기 로렌즈의 법칙은 하전입자가 자기장 속에서 받는 힘을 말하며, 상기 힘은 운동하는 전하만 받고, 정자기장에서는 자기장이 전하의 운동방향에만 영향을 미친다.
- <72> 즉, 전하가 받는 힘 F 는
- <73> $F = e \cdot [v \cdot B] / c$ 가 된다.
- <74> 여기서 B 는 자속밀도, v 는 속도, c 는 광속이다.
- <75> 다시 말해서, 운동하는 전하에 대해서 힘을 미치나, 힘의 방향은 자속과 속도방향과 수직이므로 전자기장은 운동하는 하전입자에 대해서 일을 하지 않고, 다만 그 운동방향만 변경시켜 준다.
- <76> 상기 로렌즈의 법칙을 본 발명에 따른 발광소자(30)에 대입하여 설명하면, 상기 발광다이오드 구조체(300)에서 전류는 위에서 아래로 진행하게 된다. 즉, P형 전극패드(370)에서 N형 전극패드(380) 방향으로 최단거리로 진행하게 된다. 여기서는 상기 발광다이오드 구조체(300)에서 빛을 발광하는 영역인 상기 활성층(340)을 기준으로 전류방향을 설명한다.
- <77> 그리고 상기 전하분포 변경장치(200)를 상기 전류방향에 수직한 방향을 이루며, 또한 상기 전하가 상기 활성층(340)의 일부영역(가장자리에)에 반대방향으로 힘을 받도록 자기장 발생장치(210)인 자석을 배치시킨다.
- <78> 여기서 상기 자기장 발생장치의 자기장 세기는 0.1 내지 3 테슬라(Tesla)인 것이 바람직하다.
- <79> 이에 따라, 상기 전하들은 상기 활성층(340)의 가장자리 영역에서 반대 방향으로 힘을 받아 전하는 상기 활성층(340)의 넓은 영역으로 분포하게 된다.
- <80> 즉, 상기 발광다이오드 구조체(300)에서 구조상으로 형성될 수 있는 전류 표면집중 현상을 개선하여 전하가 활성층(340)의 넓은 영역으로 분포하게 되어 전자와 홀의 재결합 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- <81> 이와 같이, 상기 전하분포 변경장치(200)는 로렌즈의 법칙을 이용하여 상기 발광다이오드 구조체(300)에 자기장

도면

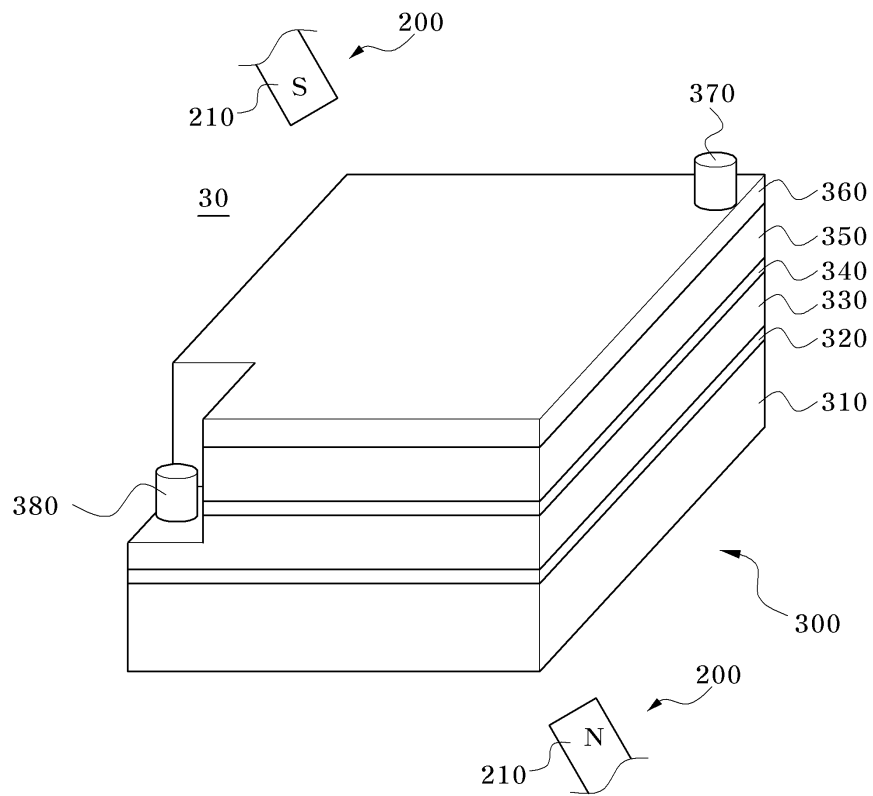
도면1



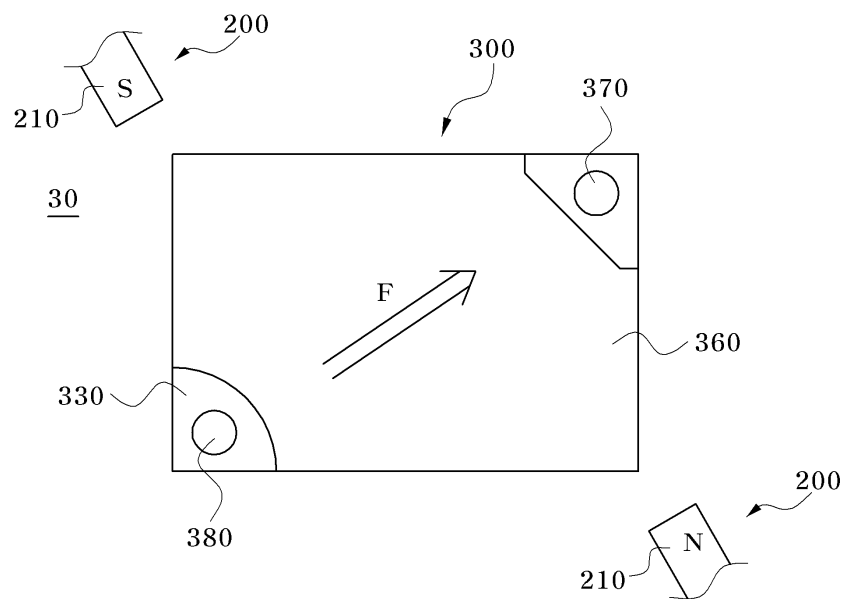
도면2



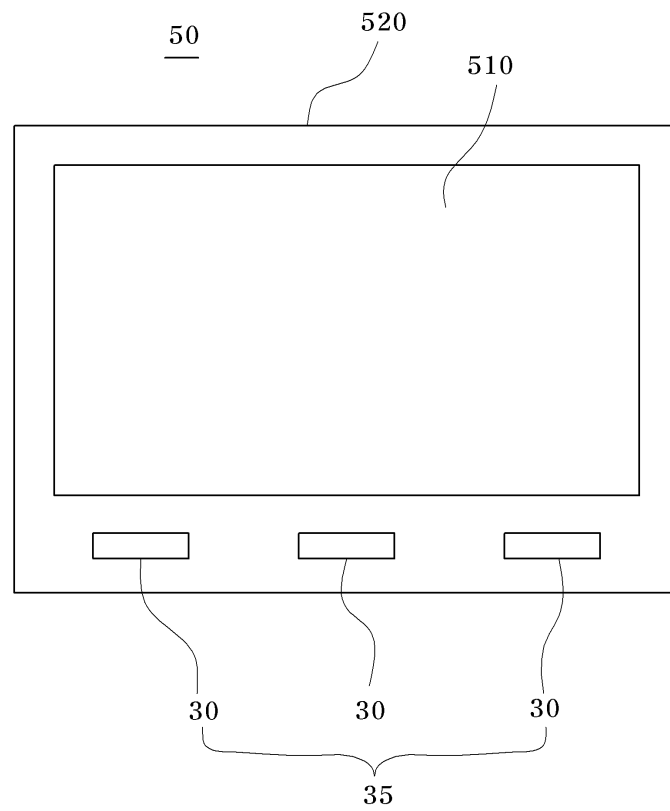
도면3



도면4



도면5



도면6

