



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년10월13일
(11) 등록번호 10-0863210
(24) 등록일자 2008년10월07일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0049604

(22) 출원일자 2007년05월22일

심사청구일자 2007년05월22일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060065869 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

박규환

서울 강남구 삼성동 중앙하이츠 빌리지 102-804

최원준

서울 동대문구 용두1동 39-669

전현수

경기 군포시 산본동 1148 묘향아파트 941동 901호

(74) 대리인

김인한, 김희곤

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 박혜련

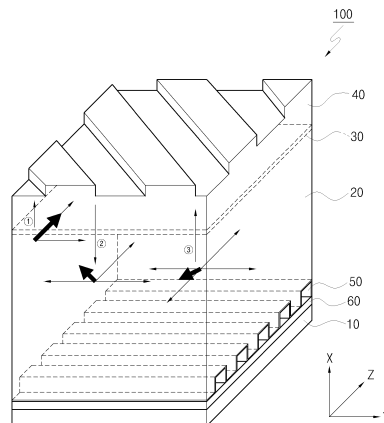
(54) 편광 발광다이오드

(57) 요약

본 발명은 편광 발광다이오드에 관한 것으로, 특히 양자우물층 상부에 제1 그레이팅(grating)층을 형성시키고, 기관 상부에도 제2 그레이팅(grating)층을 형성시킴으로써, 편광된 많은 광을 전면으로 방사시킬 수 있는 편광 발광다이오드에 관한 것이다.

본 발명인 편광 발광다이오드를 이루는 구성수단은, 발광다이오드에 있어서, 기관 상에 형성된 질화물 박막층과, 상기 질화물 박막층 상에 형성된 양자우물층을 포함하여 구성되며, 상기 양자우물층 상에 형성되어, 상기 양자우물층에서 발생한 광을 일부는 통과시키고 일부는 반사시키는 제1 그레이팅(grating)층과, 상기 기관 상부에 형성되어, 상기 제1 그레이팅층에서 반사된 광을 상기 제1 그레이팅층에서 통과될 수 있도록 회전시키는 제2 그레이팅(grating)층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

발광다이오드에 있어서,

기관 상에 형성된 질화물 박막층과, 상기 질화물 박막층 상에 형성된 양자우물층을 포함하여 구성되되, 상기 양자우물층 상에 형성되어, 상기 양자우물층에서 발생한 광을 일부는 통과시키고 일부는 반사시키는 제1 그레이팅(grating)층과, 상기 기관 상부에 형성되어, 상기 제1 그레이팅층에서 반사된 광을 상기 제1 그레이팅층에서 통과될 수 있도록 회전시키는 제2 그레이팅(grating)층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 편광 발광다이오드.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 그레이팅(grating)층과 상기 제2 그레이팅(grating)층은 서로 다른 그레이팅 패턴 방향을 가지는 것을 특징으로 하는 편광 발광다이오드.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1 그레이팅(grating)층은 상면의 대각선 방향으로 패턴화된 그레이팅 패턴을 가지는 것을 특징으로 하는 편광 발광다이오드.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 기관 상부와 질화물박막층 및 제2 그레이팅(grating)층 하부 사이에 반사층이 더 형성되는 것을 특징으로 하는 편광 발광다이오드.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 질화물 박막층은 질화 갈륨, 질화 인듐(In) 및 질화 알루미늄 중 적어도 하나의 성분으로 이루어진 것을 특징으로 하는 편광 발광다이오드.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 기관은 사파이어인 것을 특징으로 하는 편광 발광다이오드.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은 편광 발광다이오드에 관한 것으로, 특히 양자우물층 상부에 제1 그레이팅(grating)층을 형성시키고, 기관 상부에도 제2 그레이팅(grating)층을 형성시킴으로써, 편광된 많은 광을 전면으로 방사시킬 수 있는 편광 발광다이오드에 관한 것이다.

<10> TFT-LCD는 기본적으로 자발광 소자가 아니기 때문에 별도의 광원인 백라이트 유닛(BLU)의 빛을 이용해야 한다. 인가되는 신호전압에 따른 액정분자의 움직임으로 투과되는 광량이 조절되는데, 투과되는 광이 간섭되거나 상쇄되지 않도록 디스플레이 소자 내에는 한 성분의 빛만 통과시키는 편광판이 반드시 필요하다.

- <11> 상기 편광판은 광을 직접적으로 조절하는 역할을 하기 때문에 LCD(Liquid crystal display) 제품의 요구 특성(대비비, 휘도 등)을 조절하는데 핵심적인 역할을 주도하고 있다
- <12> 상기와 같이, LCD(Liquid crystal display) 제품을 완성시키기 위해서는 별도의 편광판이란 구성부품이 필요하게 된다. 따라서, 별도의 편광판을 사용하지 않고 LCD(Liquid crystal display) 제품을 완성한다면 최상의 제품 생산 효율을 달성할 수 있다.
- <13> 한편, 상기 백라이트 유닛에서 사용하는 광원은 CCFL, EEFL 등의 램프들을 많이 사용하다가 근래에는 점광원인 발광다이오드를 상기 광원으로 사용하는 추세에 있다. 즉, 근년, 발광 다이오드(LED) 혹은 레이저 다이오드(LD) 등 다양한 발광 반도체 소자가 디스플레이, 조명 장치, 광통신, 기억 장치용 등의 광원에 이용되고 있다.
- <14> 이러한 발광 반도체 소자 중에는 질화 갈륨, 질화 인지움, 질화 알루미늄 중에서 선택된 적어도 1종 이상을 주성분으로 하고, 상기 성분을 도핑에 의해 P 및 N형 반도체화한 III - V족 질화물 단결정 박막층 및 양자 우물 구조 등의 발광층의 적어도 3층 이상으로 이루어진 III - V족 질화물 박막을 사파이어 등의 기판 상에 주로 액피택설 성장한 발광소자가 개발되고 있다.
- <15> 상기 질화 갈륨, 질화 인지움, 질화 알루미늄 중에서 선택된 적어도 1종 이상을 주성분으로 하는 박막으로 이루어진 N형 반도체층 및 발광층 및 P형 반도체층을 포함한 적층체에 의해 구성되는 발광소자는 신호기, 액정용 백라이트, 백열전구나 형광등에 대신하는 일반 조명용 등의 광원이나, 고용량 광디스크 장치의 레이저 광원 등에 사용되고 있다.
- <16> 상기의 발광다이오드 구조는 단순히 LCD(Liquid crystal display) 제품에서 빛을 발생하기 위한 구조로만 구성되어 있다. 현재까지 상기 발광다이오드의 구조를 변형 또는 개선하여 편광된 광을 발생하는 기술에 대해서는 제안되지 않고 있다.
- <17> 만약, 상기 발광다이오드의 구조를 변형 또는 개선하여 편광된 빛을 발생할 수 있다면, 상술한 편광판을 사용하지 않더라도 LCD(Liquid crystal display) 제품을 완성시킬 수 있는데, 이와 같은 기술에 대해서는 전혀 제안되지 않고 있는 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로, 양자우물층 상부에 제1 그레이팅(grating)층을 형성시키고, 기판 상부에도 제2 그레이팅(grating)층을 형성시킴으로써, 편광된 많은 광을 전면으로 방사시킬 수 있는 편광 발광다이오드를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <19> 또한, LCD를 제조함에 있어서, 별도의 편광판을 사용하지 않게 함으로써, 전체 부품 수를 감소시키고, 제조 단가를 낮추게 하는 편광 발광다이오드를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <20> 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 제안된 본 발명인 편광 발광다이오드를 이루는 구성수단은, 발광다이오드에 있어서, 기판 상에 형성된 질화물 박막층과, 상기 질화물 박막층 상에 형성된 양자우물층을 포함하여 구성되며, 상기 양자우물층 상에 형성되어, 상기 양자우물층에서 발생한 광을 일부는 통과시키고 일부는 반사시키는 제1 그레이팅(grating)층과, 상기 기판 상부에 형성되어, 상기 제1 그레이팅층에서 반사된 광을 상기 제1 그레이팅층에서 통과될 수 있도록 회전시키는 제2 그레이팅(grating)층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <21> 또한, 상기 제1 그레이팅(grating)층과 상기 제2 그레이팅(grating)층은 서로 다른 그레이팅 패턴 방향을 가지는 것을 특징으로 한다.
- <22> 또한, 상기 제1 그레이팅(grating)층은 대각선 방향으로 패턴화된 그레이팅 패턴을 가지는 것을 특징으로 한다.
- <23> 또한, 상기 제2 그레이팅(grating)층 하부에는 반사층이 더 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <24> 또한, 상기 질화물 박막층은 질화 갈륨, 질화 인지움 및 질화 알루미늄 중 적어도 하나의 성분으로 이루어진 것을 특징으로 하고, 상기 기판은 사파이어인 것이 바람직하다.
- <25> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 상기와 같은 구성수단으로 이루어져 있는 편광 발광다이오드에 관한 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

- <26> 도 1은 본 발명에 따른 편광 발광다이오드의 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 편광 발광다이오드의 단면도이다.
- <27> 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 편광 발광다이오드(100)는 기관(10) 상에 형성되는 질화물 박막층(20)과, 상기 질화물 박막층(20) 상에 형성되는 양자우물층(30)을 포함하여 구성된다. 상기 질화물 박막층(20)은 질화 갈륨, 질화 인지움, 질화 알루미늄 중 적어도 하나의 성분으로 이루어진 것이 바람직하고, 상기 기관은 사파이어인 것이 바람직하다.
- <28> 본 발명은 상기와 같은 구성요소를 포함하여 이루어진 발광다이오드의 구조를 변형 및 개선시킨다. 구체적으로, 본 발명은 상기 양자우물층(30)에서 발생된 광을 대부분 전면으로 방사하기 위한 구조를 상기 발광다이오드(100)에 포함 형성시킨다.
- <29> 상기와 같이, 상기 양자우물층(30)에서 발생된 광의 대부분을 상기 발광다이오드(100)의 전면으로 방사시키기 위하여, 본 발명은 제1 그레이팅층(40)과 제2 그레이팅층(50)을 상기 발광다이오드(100) 내부에 형성시킨다.
- <30> 첫번째로, 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)은 상기 양자우물층(30) 상부에 형성되어, 상기 양자우물층(30)에서 발생한 빛 중, 일부는 전면으로 통과시키고, 일부는 편광된 상태로 반사시킨다. 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)은 소정 형상의 그레이팅 패턴으로 형성되며, 도 1에 도시된 바와 같이 사선 방향으로 형성되는 것이 바람직하다.
- <31> 상기 양자우물층(30)에서 발생한 빛은 두 개의 편광 성분으로 나뉜다. 따라서, 두 개의 편광 성분을 가지는 빛이 상기 양자우물층(30)에서 발생되어 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)으로 전달된다.
- <32> 그러면, 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)은 상기 양자우물층(30)에서 발생하여 전달되는 두 개의 편광 성분 중에서 하나는 투과시키고 나머지 한 성분은 반사시킨다. 상기 반사되는 편광 성분은 후술할 제2 그레이팅(grating)층(50)으로 전달된다.
- <33> 두번째로, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 상기 기관(10) 상부에 형성되어, 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)에서 반사되어 편광되는 광을 회전시킨다. 즉, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)에서 반사되는 광이 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)을 통하여 대부분 통과될 수 있도록 회전시키는 역할을 담당한다. 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 소정 형상의 그레이팅 패턴을 가지며, 상기 제1 그레이팅층(40)과 45° 만큼 어긋나도록 형성된다.
- <34> 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)에서 반사되어 돌아오는 빛(편광 성분)의 편광 방향을 회전시켜서 반사시킨다. 이 때, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 상기 제 1 그레이팅층(40)에서 투과가 잘 되는 편광 성분이 많아질 수 있도록, 상기 제 1 그레이팅층(40)에서 반사되어 전달되는 편광 성분의 편광 방향을 회전시켜 반사시킨다.
- <35> 결국, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)을 통해 반사되어 상기 제 1 그레이팅층(40)으로 전달되는 빛은 상기 제 1 그레이팅층(40)에서 투과가 잘 되는 편광 성분을 많이 포함한 상태이다.
- <36> 따라서, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)을 통해 반사되어 상기 제 1 그레이팅층(40)으로 전달되는 빛의 대부분은 상기 발광다이오드(100)의 전면으로 방사된다. 물론, 또 다시 상기 제 1 그레이팅층(40)에서 통과되지 못하고 반사되는 편광 성분이 발생한다.
- <37> 그러나, 이 반사되는 편광 성분은 상술한 과정을 통하여 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)에서 또 다시 편광 회전되어 반사됨으로써, 상기 제 1 그레이팅층(40)에서 투과가 잘 될 수 있는 편광 성분을 많이 포함하는 빛으로 변화될 것이다.
- <38> 결국, 이러한 과정이 반복되면 상기 양자우물층(30)에서 발생된 빛의 대부분이 편광이 되어진 상태로 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)을 통하여 발광다이오드의 전면으로 방사될 수 있다.
- <39> 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)과 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 소정 형상의 그레이팅(grating) 패턴을 가지는데, 대부분의 빛을 편광된 상태로 방사하기 위한 목적을 달성하기 위하여, 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)과 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 서로 다른 그레이팅 패턴 방향을 가지는 것이 바람직하다.
- <40> 특히, 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)의 그레이팅 패턴 방향은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 대각선 방향으로 패턴화된 그레이팅 패턴을 가지는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)의 그레이

이팅 패턴 방향은 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)의 그레이팅 패턴 방향과 45° 회전된 방향을 가지는 것이 바람직하다.

- <41> 이는 제 1 그레이팅층(40)에서 투과되지 못하고 반사되어 오는 편광 성분 빛의 편광 방향에 대해서 제2 그레이팅층(50)이 45° 로 회전함을 의미한다.
- <42> 상기 제1 그레이팅층(40)에서 나뉘어져 반사되어 오는 편광 빛을 45° 회전되어 있는 제2 그레이팅층(50)이 서로 수직인 두 개의 편광으로 나누게 된다. 이 두 개의 편광된 빛은 서로 다른 두 물질로 이루어진 제2 그레이팅층(50)의 얇은 층을 들어 갔다가 나오면서 두 물질의 굴절률 차이 때문에 위상차가 발생한다.
- <43> 이때 상기 제2 그레이팅층(50)의 구조를 적절히 제어해주면 이 위상차를 이용해서 상기 제1 그레이팅(40)에서 반사되어 오는 빛을 상기 제2 그레이팅층(50)에서 90도 회전시킬 수 있다. 이렇게 90도 편광된 빛은 상기 제1 그레이팅층(40)에서 투과가 잘 되는 성분을 많이 가지게 된다. 이러한 과정을 반복적으로 수행하면 단순히 편광판을 사용하여 빛의 절반을 버리는 것보다 많은 빛을 편광된 상태로 LED 밖으로 보낼 수 있다. 이는 비용 절감의 효과뿐만 아니라 광 효율 증대에도 긍정적 영향을 미친다.
- <44> 한편, 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)의 하부에는 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)에서 반사되어 되돌아오는 빛이 대부분 편광되어 상기 제1 그레이팅(grating)층(40)을 통해 다시 방사될 수 있도록 반사층(60)이 더 구비된다.
- <45> 상기와 같은 구조로 이루어진 발광다이오드(100)에서 편광된 빛이 전면으로 방사되는 과정에 대하여 설명하면 다음과 같다.
- <46> 도 3은 상기 제2 그레이팅(grating)층(50)의 방향을 y 축으로 하는 yz-좌표축과 이를 45도 회전한 y'z'-좌표축을 표시하고 있으며 상기 제1 그레이팅 (grating)층 (40)의 방향은 y' 축이 되도록 한다.
- <47> 일반적으로 양자우물층(30)에서 발생하는 빛은 온갖 방향의 편광성분을 가진 빛들이 혼합된 비편광 상태의 빛이다. 우선 본 발명의 원리를 이해하기 위해 초기에 발생된 빛이 z 축 방향의 편광을 가졌다고 가정하고 빛의 전기장을 벡터 E_z 로 표시하자.
- <48> 이 빛은 각기 y'축과 z'축 방향으로 편광된 두 빛의 합으로 간주할 수 있으며 따라서 전기장 벡터 E_z 는 서로 직각인 두 벡터의 합, 즉 $E_z = E_{y'} + E_{z'}$ 으로 표시할 수 있다. 이 빛이 상기 제1 그레이팅 (grating)층 (40)에 도달할 경우 그레이팅 필터 효과로 인해 $E_{z'}$ 로 표시되는 빛의 투과도가 상대적으로 크고, $E_{y'}$ 빛은 반사도가 상대적으로 커서 일차적으로 상기 제1 그레이팅 (grating)층(40)을 통과한 빛은 주로 z'축 방향으로 편광된 빛이 된다.
- <49> 이차적으로 제1 그레이팅 (grating)층(40)에서 반사된 빛은 주로 y'축 방향의 편광성분을 지닌 빛으로 제 2 그레이팅 (grating)층(50)에 도달하게 된다. 이 빛은 제 2 그레이팅 (grating)층(50)의 관점에서 볼 때 y축과 z축 방향으로 편광된 두 빛의 합, 즉 $E_{y'} = E_y + E_z$ 으로 볼 수 있다.
- <50> E_y 및 E_z 로 표시되는 이 두 빛은 제 2 그레이팅 (grating)층(50)과 반사층(60)에서 반사된 후 다시 제1 그레이팅 (grating)층(40)에 도달하게 된다. 이때 반사과정에서 제 2 그레이팅 (grating)층(50)이 갖는 광학적 비등방성으로 인해 반사된 빛 E_y 와 E_z 는 각각 다른 위상변화를 겪게 된다.
- <51> 제 2 그레이팅 (grating)층(50)은 이 위상변화의 차이를 180 도가 되도록 구조를 조절한다. 이 경우 전체적으로 반사된 빛은 $E_y - E_z$ 형태가 되어 z'축 방향의 편광을 갖게 되어 반사전에 비해 편광의 방향이 90 도 회전된 빛으로 바뀌게 된다.
- <52> 이 빛은 제1 그레이팅 (grating)층(40)에서 쉽게 투과될 수 있어 결과적으로 양자우물층(30)에서 발생하는 빛은 대부분 편광된 빛으로 바뀌게 된다. 초기에 발생된 빛이 z 축 방향이 아닌 다른 방향의 빛인 경우라도 여러 차례 반사를 거치며 위의 과정이 반복됨으로써 편광된 빛이 발생하게 된다.
- <53> 따라서 상기와 같이, 제1 그레이팅(grating)층(40)에서 반사되어 돌아오는 편광 성분이 상기 제2 그레이팅층(50)에서 편광 회전된 후, 반사되는 과정이 반복 수행됨에 따라, 상기 양자 우물층(30)에서 발생된 비편광된 빛의 대부분이 상기 발광다이오드의 전면으로 방사될 수 있을 것이다.

발명의 효과

- <54> 상기와 같은 구성 및 바람직한 실시예를 가지는 본 발명인 편광 발광다이오드에 의하면, 양자우물층 상부에 제1

그레이팅(grating)층을 형성시키고, 기관 상부에도 제2 그레이팅(grating)층을 형성시키기 때문에, 편광된 많은 광을 전면으로 방사시킬 수 있는 장점이 있다.

<55> 또한, LCD 디스플레이 제품을 완성할 때, 편광판을 사용하지 않아도 되기 때문에, 제품 생산의 단가를 대폭 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 편광 발광다이오드의 사시도이다.

〈2〉 도 2는 본 발명에 따른 편광 발광다이오드의 수직 단면도이다.

<3> 도 3은 본 발명의 실시예에 따라, 반사광의 편광 방향을 설명하기 위한 벡터 표시이다.

<4> * 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

<5> 10 : 기관 20 : 질화물 박막층

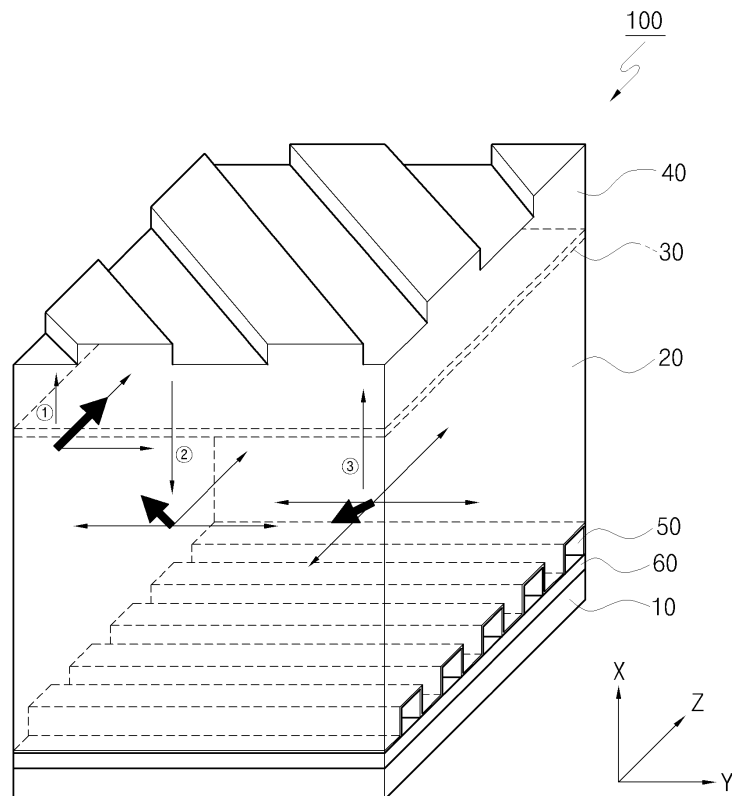
<6> 30 : 양자우물층 40 : 제1 그레이팅(grating)층

<7> 50 : 제2 그레이팅(grating)층 60 : 반사층

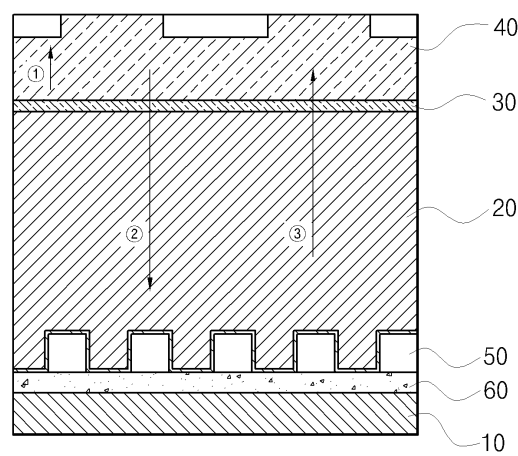
<8> 100 : 편광 발광다이오드

도면

도면1



도면2



도면3

