



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0065340
 (43) 공개일자 2014년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/08 (2010.01) *H01L 33/04* (2010.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0139845
 (22) 출원일자 2013년11월18일
 심사청구일자 없음
 (30) 우선권주장
 13/683,476 2012년11월21일 미국(US)

(71) 출원인
에피스타 코퍼레이션
 대만 300 신쥬 사이언스-베이스드 인더스트리얼
 파크, 리-신 피프쓰 로드 5
 (72) 발명자
시에 민-순
 중화민국 타이완 신쥬 300 사이언스-베이스드 인
 더스트리얼 파크 리-신 5 로드 5
린 위-치에
 중화민국 타이완 신쥬 300 사이언스-베이스드 인
 더스트리얼 파크 리-신 5 로드 5
리 룡-렌
 중화민국 타이완 신쥬 300 사이언스-베이스드 인
 더스트리얼 파크 리-신 5 로드 5
 (74) 대리인
김태홍

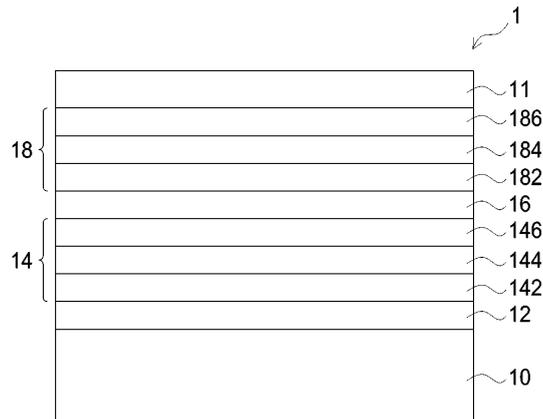
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **복수의 발광 적층형 층들을 갖는 발광 디바이스**

(57) 요약

발광 디바이스는, 제1 수의 MQW 쌍을 포함한 제1 MQW 구조, 제1 MQW 구조 상에 제2 수의 MQW 쌍을 포함하는 제2 MQW 구조, 제1 MQW 구조와 제2 MQW 구조 사이의 터널링 층을 포함하며 제1 주파장을 갖는 제1 광을 방출하는 제1 발광 요소; 및 제3 주파장을 갖는 제3 광을 방출하는 제2 발광 요소를 포함하고, 제1 수는 제2 수와 상이하다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

발광 디바이스에 있어서,

제1 발광 요소로서,

제1 주파장을 갖는 제1 광을 방출하도록 구성된 제1 MQW 구조와;

상기 제1 MQW 구조 상에 제2 주파장을 갖는 제2 광을 방출하도록 구성된 제2 MQW 구조

를 포함하는 상기 제1 발광 요소; 및

상기 제1 발광 요소를 지지하는(carry) 캐리어를 포함하고,

상기 제1 주파장과 상기 제2 주파장 간의 차이는 5nm 내지 30 nm인 것인 발광 디바이스.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제1 주파장과 상기 제2 주파장 간의 차이는 10nm와 25nm 사이인 것인 발광 디바이스.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 제1 MQW 구조는 제1 인듐 비율을 갖는 제1 우물 층을 포함하고, 상기 제2 MQW 구조는 제2 인듐 비율을 갖는 제2 우물 층을 포함하며, 상기 제1 인듐 비율과 상기 제2 인듐 비율 간의 차이는 1%와 6% 사이인 것인 발광 디바이스.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 제1 MQW 구조는 상기 제2 MQW 구조와 상기 캐리어 사이에 있고, 상기 제1 인듐 비율은 상기 제2 인듐 비율보다 더 큰 것인 발광 디바이스.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 제1 MQW 구조는 상기 제2 MQW 구조와 상기 캐리어 사이에 있고, 상기 제1 주파장은 상기 제2 주파장보다 더 큰 것인 발광 디바이스.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 제1 MQW 구조는 제1 수의 MQW 쌍을 포함하고, 상기 제2 MQW 구조는 제2 수의 MQW 쌍을 포함하며, 상기 제1 수는 상기 제2 수와 상이한 것인 발광 디바이스.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 제1 MQW 구조는 상기 제2 MQW 구조와 상기 캐리어 사이에 있고, 상기 제1 수는 상기 제2 수보다 더 큰 것인 발광 디바이스.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 상기 제2 MQW 구조 상에 제3 수의 MQW 쌍을 갖는 제3 MQW 구조를 더 포함하는 발광 디바이스.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 제1 수는 상기 제2 수보다 더 크고, 상기 제3 수는 상기 제2 수보다 더 작은 것인 발광 디바이스.

청구항 10

청구항 8에 있어서, 상기 제1 MQW 구조와 상기 제2 MQW 구조 사이의 제1 터널링 층 및 상기 제3 MQW 구조와 상

기 제2 MQW 구조 사이의 제2 터널링 층을 더 포함하는 발광 디바이스.

청구항 11

청구항 8에 있어서, 상기 제3 MQW 구조는 제4 주파장을 갖는 제4 광을 방출하고, 상기 제1 주파장, 상기 제2 주파장, 및 상기 제4 주파장은 서로 상이한 것인 발광 디바이스.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 제1 주파장은 상기 제2 주파장보다 더 크고, 상기 제2 주파장은 상기 제4 주파장보다 더 큰 것인 발광 디바이스.

청구항 13

청구항 1에 있어서, 상기 캐리어 상에 제3 주파장을 갖는 제3 광을 방출하도록 구성된 제2 발광 요소를 더 포함하는 발광 디바이스.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 상기 제1 광, 상기 제2 광, 및 상기 제3 광은 혼합 광을 생성하도록 혼합되며, 상기 혼합 광의 CRI는 적어도 90인 것인 발광 디바이스.

청구항 15

청구항 14에 있어서, 상기 혼합 광의 R9는 적어도 50인 것인 발광 디바이스.

청구항 16

청구항 13에 있어서, 상기 제2 주파장은 상기 제3 주파장보다 더 큰 것인 발광 디바이스.

청구항 17

청구항 13에 있어서, 상기 제2 발광 요소 상에 파장 변환 층을 더 포함하는 발광 디바이스.

청구항 18

청구항 1에 있어서, 상기 제1 광 및 상기 제2 광은 실질적으로 적색 광인 것인 발광 디바이스.

청구항 19

청구항 1에 있어서, 상기 제1 MQW 구조와 상기 제2 MQW 구조는 둘 다 $In_xGa_{1-x}P$ 또는 $In_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$)를 포함하는 것인 발광 디바이스.

청구항 20

청구항 1에 있어서, 상기 캐리어와 상기 제1 MQW 구조 사이의 본딩 층을 더 포함하는 발광 디바이스.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은, 2011년 7월 12일 출원된 대만 출원 번호 제100124718호에 기초한 우선권을 주장하는, 2012년 7월 11일 출원된 발명의 명칭이 "복수의 발광 적층형 층들을 갖는 발광 디바이스(A LIGHT-EMITTING ELEMENT WITH MULTIPLE LIGHT-EMITTING STACKED LAYERS)"인 미국 출원 번호 제13/546,636호의 부분계속 출원이며, 이의 내용은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.

[0002] 본 개시는 발광 디바이스에 관한 것으로, 보다 상세하게는 복수의 발광 적층형 층들(stacked layers)을 갖는 발광 디바이스에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 발광 다이오드(LED; Light-Emitting Diode)는 p 타입 반도체 층과 n 타입 반도체 층 사이에 형성된 p-n 접합을

포함한 고체 상태 반도체 요소이다. p-n 접합에 특정 레벨의 순방향(forward) 전압을 부과하면, p 타입 반도체 층으로부터의 정공과 n 타입 반도체 층으로부터의 전자가 결합되어 광을 방출한다. 광 방출을 위한 영역은 일반적으로 발광 영역으로 불린다.

[0004] LED의 주요 특징은 그의 작은 크기, 우수한 CRI, 높은 신뢰성, 높은 효율, 긴 수명, 및 짧은 초기 조명 시간을 포함한다. LED는 광 디스플레이 장치, 교통 신호관, 데이터 저장 장치, 통신 장치, 조명 장치, 및 의학 장치에 널리 적용되어 왔다. 풀컬러 LED의 개시와 함께, LED는 점차적으로 형광등 및 백열등과 같은 종래의 조명 장치를 대체하였다.

[0005] 기관의 가격은 LED를 제조하는데 드는 비용에 큰 비율을 차지한다. 따라서, 기관을 이용하는 양을 얼마나 감소시키느냐가 관심을 일으킨다.

발명의 내용

[0006] 발광 디바이스는, 제1 수의 MQW 쌍을 포함한 제1 MQW 구조, 제1 MQW 구조 상에 제2 수의 MQW 쌍을 포함한 제2 MQW 구조, 제1 MQW 구조와 제2 MQW 구조 사이의 제1 터널링 층을 포함하며 제1 주파장을 갖는 제1 광을 방출하는 제1 발광 요소; 및 제3 주파장을 갖는 제3 광을 방출하는 제2 발광 요소를 포함하고, 제1 수는 제2 수와 상이하다.

[0007] 발광 요소는, 제1 수의 MQW 쌍을 포함한 제1 MQW 구조, 제1 MQW 구조 상에 제2 수의 MQW 쌍을 포함한 제2 MQW 구조, 제1 MQW 구조와 제2 MQW 구조 사이의 제1 터널링 층을 포함하며, 제1 수는 제2 수와 상이하다.

도면의 간단한 설명

[0008] 첨부 도면은 본 출원의 쉬운 이해를 제공하도록 포함된 것이며, 여기에 통합되어 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면은 본 출원의 실시예를 예시하며, 설명과 함께 본 출원의 원리를 예시하는 것을 돕는다.

도 1은 본 출원의 실시예에 따른 발광 요소의 단면도를 예시한다.

도 2는 본 출원의 다른 실시예에 따른 발광 요소의 단면도를 예시한다.

도 3은 본 출원의 실시예에 따른 발광 디바이스의 단면도를 예시한다.

도 4는 본 출원의 실시예에 따른 발광 디바이스의 개략도를 예시한다.

도 5는 본 출원의 실시예에 따른 배면광 모듈의 개략도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 개시를 보다 잘 그리고 간결하게 설명하기 위해, 명세서를 따라 상이한 문단 또는 도면에서 주어지거나 보이는 동일한 명칭 또는 동일한 참조 번호는 본 개시의 어디에서든 한번 정의되어 있다면 동일하거나 동등한 의미를 가져야 한다.

[0010] 다음은 도면에 따라 본 개시의 실시예의 설명을 나타낸다.

[0011] 도 1은 기관(10); 기관(10) 상에 형성된 제1 본딩 층(12); 제1 본딩 층(12) 상에 형성된 제1 발광 적층형 층(14); 제1 발광 적층형 층(14) 상에 형성된 제1 터널링 층(16); 제1 터널링 층(16) 상에 형성된 제2 발광 적층형 층(18); 및 제2 발광 적층형 층(18) 상에 형성된 컨택 층(11)을 포함한 제1 발광 요소(1)를 개시한다. 제1 발광 적층형 층(14)은 기관(10)과 제1 터널링 층(16) 사이에 형성된 제1 반도체 층(142), 제1 활성 층(144) 및 제2 반도체 층(146)을 포함한다. 제2 발광 적층형 층(18)은 컨택 층(11)과 제1 터널링 층(16) 사이에 형성된 제3 반도체 층(182), 제2 활성 층(184) 및 제4 반도체 층(186)을 포함한다. 종래의 발광 요소에서는 기관 상에 형성된 발광 적층형 층이 존재한다. 이 실시예에서 제1 발광 요소(1)는 기관(10) 상에 2개의 발광 적층형 층들을 포함한다. 이점 중의 하나는, 제1 발광 요소(1)의 루멘(lumen)이 각각 하나의 활성 층만 포함하는 2개의 종래의 발광 요소의 루멘의 합과 거의 동일하다는 것이다. 게다가, 2개의 기관을 사용한 2개의 종래의 발광 요소에 비교하여, 제1 발광 요소(1)는 하나의 기관만 사용하기 때문에, 기관의 양을 감소시킴으로써 제조 비용을 감소시킬 수 있다. 루멘은 증가되고 비용은 감소되며, 그리하여 달러당 루멘(lm/dollar)도 증가된다. 제1 발광 요소(1)의 입력 파워도 종래의 발광 요소보다 더 크다. 제1 발광 요소(1)가 2개의 발광 적층형 층들을 포함하고 순방향 전압이 증가되기 때문에, 종래의 발광 요소의 동일한 동작 전류 하에 입력 파워가 증가되고 따라서 제1 발광 요소(1)의 루멘이 증가된다. 또한, 직렬 저항이 제1 발광 요소(1)의 시트 저항보다 더 크기 때문에

전류가 확산될 수 있다. 전류가 흐르는 제1 발광 적층형 층(14)의 면적이 증가될 수 있으므로 발광 효율이 개선될 수 있다.

[0012] 더욱이 제1 활성 층(144)은 제1 수의 MQW(multiple quantum well) 쌍을 갖는 제1의 MQW 구조를 포함한다. MQW 쌍은 우물(well)과 배리어(barrier)를 갖는다. 배리어는 우물보다 더 높은 에너지 밴드 갭을 포함한다. 제2 활성 층(184)은 제2 수의 MQW 쌍을 갖는 제2 MQW 구조를 포함한다. 제1 수는 제2 수와 상이하다. 다른 실시예에서, 제1 수는 제2 수보다 더 클 수 있다. 제1 수 및 제2 수의 양이 고정될 때, 이 실시예에서 제1 발광 요소(1)의 발광 효율은 제1 수 및 제2 수가 동일한 또다른 종래의 이중 접합(dual-junction) 발광 요소보다 더 좋다. 예를 들어 제1 수 및 제2 수의 양이 10이고, 이 실시예에서 제1 수가 7이고 제2 수가 3인 경우, 제1 MQW 구조 및 제2 MQW 구조로부터의 광의 루멘은 제1 수와 제2 수가 둘 다 5인 종래의 이중 접합 발광 요소로부터의 광의 루멘과 동일하다. 그러나, 제1 발광 요소(1)의 발광 효율은 종래의 이중 접합 발광 요소의 발광 효율보다 더 큰데, 제2 수가 제1 수보다 더 작으며 더 적은 수의 MQW 쌍이 제1 MQW 구조로부터의 광을 흡수할 수 있기 때문이다.

[0013] 기판(10)은 그 위의 발광 적층형 층들을 성장 및/또는 지지하기 위한 것일 수 있다. 기판(10)의 재료는 사파이어, 다이아몬드, 유리, 석영, 아크릴, 또는 AlN과 같은 절연 재료, 또는 Cu, Al, DLC(diamond like carbon), SiC, MMC(metal matrix composite), CMC(ceramic matrix composite), Si, IP, GaAs, Ge, GaP, GaAsP, ZnSe, ZnO, InP, LiGaO₂, 또는 LiAlO₂와 같은 전도성 재료를 포함한다. 예를 들어 발광 적층형 층들을 성장시키기 위한 기판(10)의 재료는 사파이어, GaAs, 또는 SiC일 수 있다. 기판(10)이 발광 적층형 층들을 성장시키기 위한 것일 경우, 제1 본딩 층(12)은 발광 적층형 층들을 성장시키기 위한 버퍼 층으로 대체될 수 있다.

[0014] 제1 본딩 층(12)은 기판(10)과 제1 발광 적층형 층(14)을 접촉시킬 수 있고, 복수의 부층(sub-layer)(도시되지 않음)을 포함한다. 제1 본딩 층(12)의 재료는 전도성 재료일 수 있다. 이는 ITO, InO, SnO, CTO, ATO, AZO, ZTO, GZO, ZnO, YZO, IZO, DLC, Cu, Al, In, Sn, Au, Pt, Zn, Ag, Ti, Ni, Pb, Pd, Ge, Cr, Cd, Co, Mn, Sb, Bi, Ga, W, Ag-Ti, Cu-Sn, Cu-Zn, Cu-Cd, Sn-Pb-Sb, Sn-Pb-Zn, Ni-Sn, Ni-Co, 및 Au 합금을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 버퍼 층의 재료는 Ga, Al, In, As, P, N, Zn, Cd, 및 Se로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나보다 많은 수의 원소를 함유한 반도체 재료일 수 있다. 제1 본딩 층(12)은 발광 적층형 층으로부터의 광을 반사하는 반사 층(도시되지 않음)을 더 포함할 수 있다. 반사 층의 재료는 Cu, Al, Sn, Au, Pt, Zn, Ag, Ti, Ni, Pb, Ag-Ti, Cu-Sn, Cu-Zn, Cu-Cd, Sn-Pb-Sb, Sn-Pb-Zn, Ni-Sn, Ni-Sn, Ni-Co, Ag-Cu, 또는 Au 합금을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0015] 제1 발광 적층형 층(14) 및/또는 제2 발광 적층형 층(18)은 기판(10) 상에 직접 성장될 수 있거나, 또는 제1 본딩 층(12)에 의해 기판(10) 상에 고정될 수 있다. 제1 발광 적층형 층(14) 및 제2 발광 적층형 층(18)의 재료는 Ga, Al, In, As, P, N, Zn, Cd, 및 Se로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나보다 많은 수의 원소를 함유한 반도체 재료를 포함한다. 제1 반도체 층(142)과 제2 반도체 층(146)의 극성은 상이하다. 제3 반도체 층(182)과 제4 반도체 층(186)의 극성은 상이하다. 제1 활성 층(144) 및 제2 활성 층(184)은 광을 방출할 수 있으며, 제1 활성 층(144)은 제1 밴드 갭을 포함하고 제2 활성 층(184)은 제2 밴드 갭을 포함한다. 이 실시예에서 제1 밴드 갭과 제2 밴드 갭은 상이하다. 제1 밴드 갭과 제2 밴드 갭 간의 차이는 0.3 eV와 0.5 eV 사이이다. 제1 밴드 갭은 제2 밴드 갭보다 더 작거나 더 클 수 있다. 예를 들어, 제1 밴드 갭은 1.45 eV이고 제2 밴드 갭은 1.9 eV이다. 다른 실시예에서, 제1 활성 층(144)으로부터 발생된 광은 사람의 눈으로는 보이지 않는다. 보이지 않는 광의 파장은 약 400 nm 보다 작거나 또는 780 nm 보다 더 크다. 이 실시예에서, 더 양호하게는 780 nm와 2500 nm 사이, 또는 300 nm와 400 nm 사이, 바람직하게는 780nm와 900 nm 사이일 수 있다. 제2 활성 층(184)으로부터 발생된 광은 사람의 눈에 보인다. 보이는 광의 파장은 이 실시예에서 약 400 nm와 780 nm 사이, 바람직하게는 560 nm와 750 nm 사이이다. 다른 실시예에서, 제1 활성 층(144)으로부터 발생된 광은 제1 주파장(dominant wavelength)을 포함하고, 제2 활성 층(184)으로부터 발생된 광은 제2 주파장을 포함하며, 제1 주파장과 제2 주파장 사이의 차이는 약 150 nm 내지 220 nm이고, 제1 주파장은 제2 주파장보다 더 크거나 더 작을 수 있다. 이 실시예는 의학 치료에 적용될 수 있다. 이점 중의 하나는, 단일 발광 요소가 상이한 기능들을 포함할 수 있다는 것이며, 예를 들어 815 nm의 제1 주파장은 상처 치료를 촉진시킬 수 있고 633 nm의 제2 주파장은 주름을 완화시킬 수 있다.

[0016] 다른 실시예에서, 제1 양자 우물(quantum well)과 제2 양자 우물은 제1 활성 층(144)을 형성하도록 교대로 적층된다. 제1 양자 우물은 제1 양자 우물 밴드 갭을 포함하고 제2 양자 우물은 제2 양자 우물 밴드 갭을 포함하며, 제1 양자 우물 밴드 갭은 제2 양자 우물 밴드 갭과 상이하다. 제1 양자 우물 밴드 갭과 제2 양자 우물

물 밴드 갭 사이의 차이는 약 0.06 eV 내지 0.1 eV이고, 제1 양자 우물 밴드 갭은 제2 양자 우물 밴드 갭보다 더 작거나 더 클 수 있다. 제3 양자 우물과 제4 양자 우물은 제2 활성 층(184)을 형성하도록 고대로 적층된다. 제3 양자 우물은 제3 양자 우물 밴드 갭을 포함하고 제4 양자 우물은 제4 양자 우물 밴드 갭을 포함하며, 제3 양자 우물 밴드 갭은 제4 양자 우물 밴드 갭과 상이하다. 제3 양자 우물 밴드 갭과 제4 양자 우물 밴드 갭 간의 차이는 약 0.06 eV 내지 0.1 eV이며, 제3 양자 우물 밴드 갭은 제4 양자 우물 밴드 갭보다 더 작거나 더 클 수 있다.

[0017] 제1 터널링 층(16)이 제1 발광 적층형 층(14) 상에 성장된다. 제1 터널링 층(16)의 도핑 농도는 $8 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 보다 더 크므로, 전자는 터널링 효과 때문에 이를 통과할 수 있다. 제1 터널링 층(16)의 재료는 Ga, Al, In, As, P, N, Zn, Cd, 및 Se로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나보다 많은 수의 원소를 함유하는 반도체 재료를 포함한다. 다른 실시예에서, 제1 터널링 층(16)은 제1 발광 적층형 층(14)을 제2 발광 적층형 층(18)에 본딩시키는 제2 본딩 층으로 대체될 수 있다. 제2 본딩 층의 재료는 ITO, InO, SnO, CTO, ATO, ZnO, MgO, AlGaAs, GaN, GaP, AZO, ZTO, GZO, IZO, 또는 Ta₂O₅와 같은 투명한 전도성 재료, 또는 Su8, BCB(benzocyclobutene), PFCB(perfluorocyclobutane), 에폭시, 아크릴 수지, COC(cyclic olefin copolymers), PMMA(polymethyl methacrylate), PET(polyethylene terephthalate), PI(polyimide), PC(polycarbonate), 폴리에테르이미드, 플루오로카본 폴리머, 유리, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, SiN_x, SOG(spin-on-glass), 또는 TEOS(tetraethoxysilane)과 같은 절연 재료를 포함한다. 콘택 층(11)은 전류 전도를 위한 것이다. 콘택 층(11)의 재료는 GaP, Al_xGa_{1-x}As(0 ≤ x ≤ 1), 또는 Al_aGa_bIn_{1-a-b}P(0 ≤ a ≤ 1, 0 ≤ b ≤ 1, 0 ≤ a+b ≤ 1)를 포함한다.

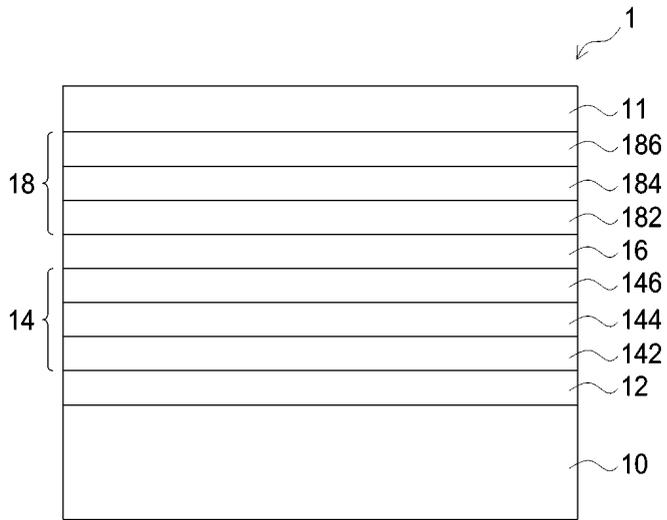
[0018] 도 2는 기관(10); 기관(10) 상에 형성된 제1 본딩 층(12); 제1 본딩 층(12) 상에 형성된 제1 발광 적층형 층(21); 제1 발광 적층형 층(21) 상에 형성된 제1 터널링 층(22); 제1 터널링 층(22) 상에 형성된 제2 발광 적층형 층(23); 제2 발광 적층형 층(23) 상에 형성된 제2 터널링 층(24); 제2 터널링 층(24) 상에 형성된 제3 발광 적층형 층(25); 및 제3 발광 적층형 층(25) 상에 형성된 콘택 층(11)을 포함하는 제1 발광 요소(2)를 개시한다. 제1 발광 적층형 층(21)은 제1 활성 층(212)을 포함하고, 제2 발광 적층형 층(23)은 제2 활성 층(232)을 포함하고, 제3 발광 적층형 층(25)은 제3 활성 층(252)을 포함한다. 이 실시예에서 제1 발광 요소(2)는 기관(10) 상에 3개의 발광 적층형 층을 포함한다. 이점 중의 하나는, 제1 발광 요소(2)의 루멘이 3개의 종래의 발광 요소의 루멘의 합과 거의 같다는 것이다. 더욱이, 3개의 종래의 발광 요소는 3개의 기관을 사용하는 반면에 제1 발광 요소(2)는 하나의 기관만 사용하기 때문에, 기관의 양을 감소시킴으로써 제조 비용을 감소시킬 수 있다. 루멘은 증가되고 비용은 감소되므로, 달러당 루멘(lm/dollar)도 증가된다. 제1 발광 요소(2)의 입력 파워도 종래의 발광 요소보다 더 크다. 제1 발광 요소(2)는 3개의 발광 적층형 층을 포함하고 순방향 전압이 증가되기 때문에, 종래의 발광 요소의 동일한 동작 전류 하에 입력 파워가 증가되고 제1 발광 요소(2)의 루멘은 증가된다. 또한, 직렬 저항이 제1 발광 요소(2)의 시트 저항보다 더 크기 때문에 전류가 확산될 수 있다. 전류가 흐르는 제1 발광 적층형 층(21)의 면적이 증가될 수 있으므로, 발광 효율이 개선될 수 있다.

[0019] 또한, 제1 활성 층(212)은 제1 수의 MQW 쌍을 갖는 제1 MQW 구조를 포함한다. MQW 쌍은 우물 및 배리어를 갖는다. 배리어는 우물보다 더 높은 에너지 밴드갭을 포함한다. 제2 활성 층(232)은 제2 수의 MQW 쌍을 갖는 제2 MQW 구조를 포함한다. 제3 활성 층(252)은 제3 수의 MQW 쌍을 가지며 제4 주파장을 갖는 제4 광을 방출하는 제3 MQW 구조를 포함한다. 제1 수, 제2 수, 및 제3 수는 서로 상이하다. 다른 실시예에서, 제1 수는 제2 수보다 더 클 수 있고 제2 수는 제3 수보다 더 클 수 있다. 제1 수, 제2 수 및 제3 수의 양이 고정될 때, 이 실시예에서 제1 발광 요소(2)의 발광 효율은 제1 수, 제2 수, 및 제3 수가 동일한 종래의 삼중 접합 발광 요소보다 더 양호하다. 예를 들어 제1 수, 제2 수, 및 제3 수의 양이 15이고 이 실시예에서 제1 수가 7이고 제2 수가 5이고 제3 수가 3인 경우, 제1 MQW 구조, 제2 MQW 구조, 및 제3 MQW 구조로부터의 광의 루멘은 제1 수, 제2 수, 및 제3 수가 5인 종래의 삼중 접합 발광 요소로부터의 광의 루멘과 거의 동일하다. 그러나, 제2 수 또는 제3 수가 제1 수보다 더 작고 더 적은 수의 MQW 쌍이 제1 MQW 구조로부터의 광을 흡수할 수 있기 때문에, 제1 발광 요소(2)의 발광 효율은 종래의 삼중 접합 발광 요소의 발광 효율보다 더 크다.

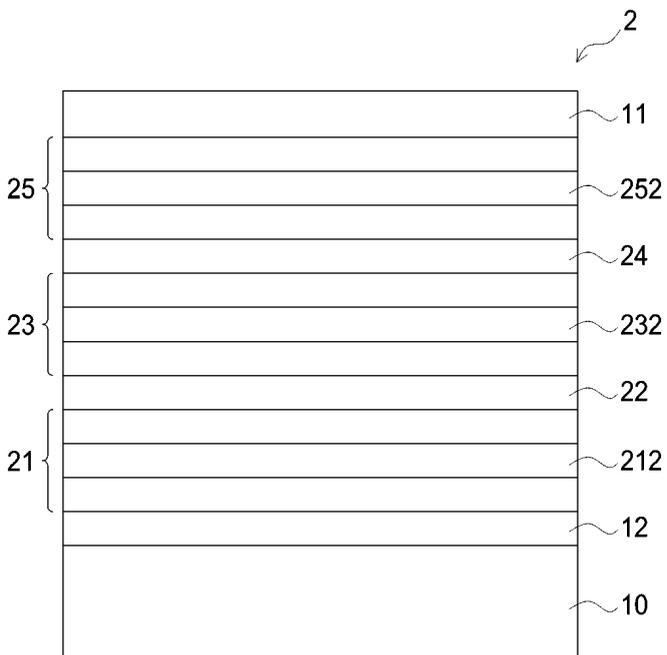
[0020] 도 3을 참조하면, 발광 디바이스(4)는 캐리어(40); 캐리어(40)의 일부분 상에 형성된 제1 발광 요소(1); 및 캐리어(40)의 다른 부분 상에 형성된 제2 발광 요소(3)를 포함한다. 제1 발광 요소(1)는 제1 주파장을 갖는 제1 광을 방출하는 제1 발광 적층형 층(14) 및 제2 주파장을 갖는 제2 광을 방출하는 제2 발광 적층형 층(18)을 포함하며, 제1 주파장은 제2 주파장과 상이하다. 제2 발광 요소(3)는 제3 주파장을 갖는 제3 광을 방출하는 제3 발광 적층형 층(도시되지 않음)을 포함한다. 제3 주파장은 제1 주파장 및 제2 주파장과 상이할 수 있다. 제1 광, 제2 광, 및 제3 광은 상이한 컬러를 보이는 상이한 주파장을 갖기 때문에, 제1 광, 제2 광, 및 제3 광은 혼

도면

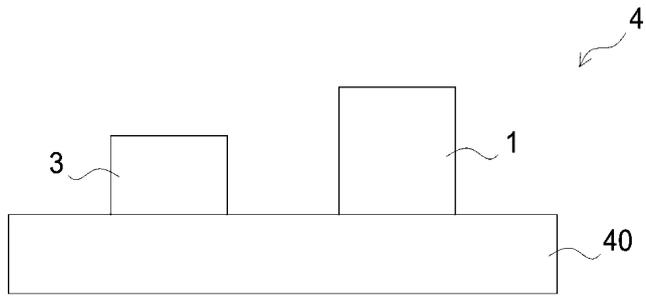
도면1



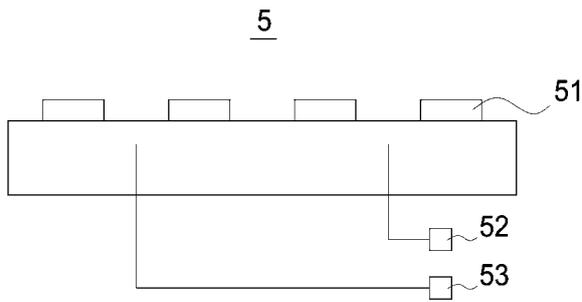
도면2



도면3



도면4



도면5

