



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월26일  
(11) 등록번호 10-1215279  
(24) 등록일자 2012년12월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 51/50* (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7029517(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2005년05월16일  
    심사청구일자 2010년12월29일  
(85) 번역문제출일자 2010년12월29일  
(65) 공개번호 10-2011-0013537  
(43) 공개일자 2011년02월09일  
(62) 원출원 특허 10-2006-7026961  
    원출원일자(국제) 2005년05월16일  
    심사청구일자 2010년05월14일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/009284  
(87) 국제공개번호 WO 2005/115059  
    국제공개일자 2005년12월01일

- (30) 우선권주장  
JP-P-2004-152619 2004년05월21일 일본(JP)

- (56) 선행기술조사문헌  
JP2000068057 A  
JP2003272860 A  
JP2004039617 A

전체 청구항 수 : 총 16 항

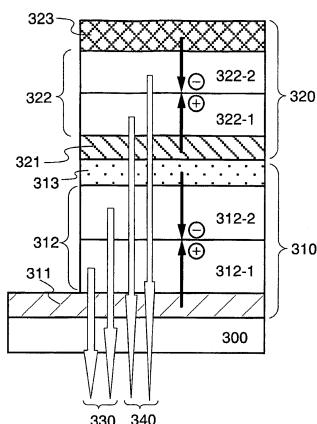
심사관 : 추장희

(54) 발명의 명칭 조명 장치

**(57) 요 약**

본 발명의 목적은 광범위한 파장 영역에 스펙트럼을 갖는 고효율인 백색 발광 소자를 제공하는 것이다. 또 다른 목적은 백색의 색도가 시간에 따라 쉽게 변화하지 않는 백색 발광 소자를 제공하는 것이다. 또 다른 목적은 발광스펙트럼의 형상이 전류 밀도에 의존하지 않는 백색 발광 소자를 제공한다. 기판(300) 상에 제1 발광 소자(310)와 제2 발광 소자(320)를 직렬로 적층한다. 제1 발광 소자(310)는 제1 양극(311)과 제1 음극(313) 사이에 발광층(312)을 갖고, 제2 발광 소자(320)는 제2 양극(321)과 제2 음극(323) 사이에 발광층(322)을 갖는다. 여기서, 발광층(312)은 청색~청녹색의 파장 영역과 노란색~오렌지색의 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼(330)을 나타내고, 발광층(322)은 청녹색~녹색의 파장 영역과 오렌지~적색의 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼(340)을 나타낸다.

**대 표 도** - 도3a



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

조명 장치에 있어서,

발광성의 유기 화합물을 포함하는 제1 발광층을 가지는 제1 발광 소자; 및  
발광성의 유기 화합물을 포함하는 제2 발광층을 가지는 제2 발광 소자를 포함하고,  
상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자는 직렬로 접속되고,  
상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 서로 중첩되고,  
상기 제1 발광층은 제3 발광층 및 제4 발광층을 포함하고  
상기 제3 발광층의 발광색은 상기 제4 발광층의 발광색과는 상이한, 조명 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제3 발광층은 상기 제4 발광층과 접하는, 조명 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 발광층은 제5 발광층 및 제6 발광층을 포함하고,  
상기 제5 발광층의 발광색은 상기 제6 발광층의 발광색과는 상이한, 조명 장치.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제5 발광층은 상기 제6 발광층과 접하는, 조명 장치.

### 청구항 5

조명 장치에 있어서,

발광성의 유기 화합물을 포함하는 제1 발광층을 가지는 제1 발광 소자; 및  
발광성의 유기 화합물을 포함하는 제2 발광층을 가지는 제2 발광 소자를 포함하고,  
상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자는 직렬로 접속되고,  
상기 제1 발광층 및 상기 제2 발광층은 서로 중첩되고,  
상기 제2 발광층은 제5 발광층 및 제6 발광층을 포함하고,  
상기 제5 발광층의 발광색은 상기 제6 발광층의 발광색과는 상이한, 조명 장치.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제5 발광층은 상기 제6 발광층과 접하는, 조명 장치.

### 청구항 7

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 조명 장치는 컬러 필터를 더 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 8

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제2 양극은 홀 수송성 화합물 및  $MoO_x$ 를 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 9

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제2 양극은 방향족 아민계 화합물 및  $MoO_x$ 를 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 10

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제1 음극은 전자 수송 재료 및 상기 전자 수송 재료에 도너성(donor property)을 가진 물질을 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 11

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제1 음극은 전자 수송 재료 및 상기 전자 수송 재료에 도너성을 가진 물질을 포함하고,  
상기 도너성을 가진 물질은 알칼리 금속들 및 알칼리 토류 금속들로부터 선택되는, 조명 장치.

### 청구항 12

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 조명 장치는 백색 발광색을 나타내는, 조명 장치.

### 청구항 13

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제1 발광 소자는 적어도 두 개의 피크들을 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 상기 제2 발광 소자는 상기 두 개의 피크들의 위치들과 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타내는, 조명 장치.

### 청구항 14

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제1 음극은 억셉터성(acceptor property)을 갖는 물질이 첨가된 홀 수송성 화합물을 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 15

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제2 양극은 도너성을 갖는 물질이 첨가된 전자 수송 재료를 포함하는, 조명 장치.

### 청구항 16

제1항 또는 제5항에 있어서,  
상기 제1 발광층은 스픬 코팅 방법, 잉크젯 방법, 또는 딥 코팅(dip coating) 방법에 의해 형성되고,  
상기 제2 발광층은 진공 증착 방법에 의해 형성되는, 조명 장치.

## 명세서

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 발광성 유기 화합물 또는 무기 화합물을 포함하고, 인가된 전류에 의해 빛을 방출하는 발광 소자에

관한 것이다. 특히, 본 발명은 백색광을 방출하는 발광 소자 및 그 발광 소자를 사용하는 발광 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002]

최근 발광 소자의 일종으로서, 발광성 유기 화합물을 사용하는 발광 소자의 연구 및 개발이 활발히 행해지고 있다. 일반적인 발광 소자는 한 쌍의 전극 간에 삽입된, 발광성 유기 화합물 또는 무기 화합물을 포함하는 층(layer, 이하 "발광층"이라 함)을 가지고 있다. 소자에 전압을 인가함으로써 한 쌍의 전극으로부터 전자 및 홀이 발광층으로 주입되고 운반된다. 발광성 유기 화합물 또는 무기 화합물은 이를 캐리어(전자 및 홀)의 재결합에 의해 여기 되고, 여기 상태(excited state)에서 기저 상태(ground state)로 돌아올 때 광(光)을 방출한다.

[0003]

유기 화합물의 여기 상태는 단일항(singlet) 여기 상태 및 삼중항(triplet) 여기 상태를 포함한다는 것을 주의해야 한다. 단일항 여기 상태에서의 광(光) 방출은 형광(fluorescence)으로 불리고, 삼중항 여기 상태에서의 광(光) 방출은 인광(phosphorescence)으로 불린다.

[0004]

이러한 발광 소자의 큰 장점은 대략 1 미크론 미만에서 수 미크론 두께의 박막으로 형성되기 때문에 소자가 얇고 경량으로 제조될 수 있다는 점이다. 또한, 캐리어 주입 및 광(光) 방출 간의 시간이 마이크로 초 또는 그 이하이기 때문에 매우 빠른 응답속도가 또 다른 장점이다. 또한, 대략 수 볼트에서 수십 볼트의 DC 전압에서도 충분한 광(光)을 낼 수 있으므로 비교적 적은 전력 소모가 또 다른 장점이다. 이러한 장점들로 인해, 전술한 발광 소자는 차세대 평판 패널 디스플레이 소자로서 주목받고 있다.

[0005]

이러한 발광 소자에서, 한 쌍의 전극 및 발광층은 막으로 형성된다. 따라서, 표면 방출은 큰-사이즈의 소자를 형성함으로써 쉽게 얻을 수 있다. 이러한 특성은 백열 전구 또는 LED(point source), 또는 형광등(line source)과 같은 광원에 의해서는 얻기 어렵다. 따라서, 전술한 발광 소자는 조명 등의 광원으로서 높은 유용가치를 갖는다.

[0006]

이러한 응용분야를 고려하여, 전술한 발광 소자로서 백색 발광 소자의 개발은 중요한 이슈가 될 수 있다. 왜냐하면, 만약 충분한 휘도, 발광 효율, 소자 수명, 및 색도를 갖는 백색 발광 소자를 얻을 수 있다면, 백색 발광 소자에 컬러 필터를 결합함으로써 고화질의 풀 컬러 디스플레이가 제작될 수 있고, 백라이트, 조명 등의 백색 광원으로의 응용 또한 기대할 수 있기 때문이다.

[0007]

현재, 각각의 적색, 녹색 및 청색(광(光)의 삼원색) 파장 영역에 피크를 갖는 백색 광(光)을 방출하는 백색 발광 소자가 아닌, 보색들(예를 들어, 청색 광(光) 방출 및 황금색 광(光) 방출)이 결합된 백색 광(光)을 방출하는 백색 발광 소자(이하, "2파장형 백색 발광 소자"라 함)가 백색 발광 소자의 주류이다(예를 들어, 인용자료 1: Chishio Hosokawa 외., SID'01 DIGEST, 31.3(pp522-525)). 인용자료 1에서, 백색 광(光)의 방출은 각각 보색을 방출하는 두 발광층을 접촉하도록 적층함으로써 달성될 수 있다. 이러한 2파장형 백색 발광 소자는 발광 효율이 높고 비교적 양호한 소자 수명을 얻을 수 있다. 인용자료 1에서 초기 휘도 400 cd/m<sup>2</sup>이고, 휘도의 반감기는 10000 시간이 달성된다.

[0008]

2파장형 백색 발광 소자는 CIE 색도 좌표상에서 양호한 백색을 제공한다. 그러나, 그 발광 스펙트럼은 연속적이지 않고 보색 관계에 있는 두 개의 피크(peak)만을 가질 뿐이다. 따라서, 2파장형 백색 발광 소자는 폭이 넓고 자연광에 가까운 백색광을 제공하기가 어렵다. 보색 중 하나의 스펙트럼이 전류 밀도 또는 점등 시간에 의존하여 증가 또는 감소하면, 색도는 백색으로부터 멀어지는 경향이 있다. 컬러 필터가 결합된 풀(full) 컬러 디스플레이를 고려할 때, 보색 중 하나의 스펙트럼이 증가 또는 감소하면 적색, 녹색, 청색 컬러 필터들의 투과 스펙트럼이 소자의 발광 스펙트럼과 일치하지 않고, 원하는 컬러를 얻기 어렵다.

[0009]

한편, 전술한 2파장형 백색 발광 소자뿐 아니라, 적색, 녹색, 청색 파장 영역들에 각각 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 가지는 백색 발광 소자(이하, "3파장형 백색 발광 소자"라 함)가 또한 연구 및 개발되고 있다(예를 들어, 인용자료 2 : J. Kido 외., 사이언스, 제267권 pp1332-1334(1995), 인용자료 3 : J. Kido 외., Applied Physics Letters. 제67권(16), pp2281-2283(1995)). 인용자료 2는 적색, 녹색, 청색 세 발광층들을 적층하는 구조를 보여주고 있고, 인용자료 3은 하나의 발광층에 적색, 녹색, 청색 발광 물질들을 추가하는 구조를 보여주고 있다.

[0010]

그러나, 3파장형 백색 발광 소자는 발광 효율 및 소자 수명의 측면에서 2파장형 백색 발광 소자에 미치지 못하며, 큰 개선이 필요하다. 인용자료 2에 개시된 소자는 예컨대, 전류 밀도에 의존하여 스펙트럼이 변하는 등 종종 안정적인 백색 광을 얻을 수 없다고 알려져 있다.

[0011] 또한, 백색 발광 소자를 인용자료 1 내지 인용자료 3과는 다른 관점에서 얻으려는 시도가 있다(예를 들어, 인용자료 4 : 일본특허공개공보 제2003-264085, 인용자료 5 : 일본특허공개공보 제2003-272860). 인용자료 4 및 인용자료 5에서, 높은 전류 효율(일정 전류 밀도에 대응하여 얻어지는 휘도)을 복수의 발광 소자를 직렬로 적층하고 각각의 발광 소자들로부터 방출되는 광(光)을 오버랩시킴으로써 얻으려는 시도가 있다. 또한, 상이한 컬러의 광(光)을 방출하는 발광 소자들을 직렬로 적층함으로써 백색 발광 소자를 얻을 수 있다고 개시되어 있다.

[0012] 그러나, 인용자료 4 및 인용자료 5에 개시된 방법에 의해 예컨대 3파장형 백색 발광 소자를 제공하는 경우, 3개의 소자를 직렬로 적층할 필요가 있다. 즉, 만약 넓은 파장 영역에서 스펙트럼을 가지는 백색 발광 소자(많은 상이한 발광 컬러가 혼합된 백색 발광 소자)가 제조된다면, 직렬로 적층해야 하는 발광 소자의 수도 크게 증가되고, 구동 전압도 상승한다. 복수의 발광 소자들이 직렬로 적층되기 때문에, 적층된 발광 소자들은 총 두께가 증가하고, 빛의 간섭을 받기 쉬워진다. 따라서, 발광 스펙트럼을 미세하게 조정하는 것이 어려워진다.

[0013] 전술한 바와 같이, 종래 2파장형 백색 발광 소자는 발광 효율이 높고 소자 수명이 양호하지만, 그 스펙트럼이 넓은 파장 영역을 갖지 못한다는 문제가 있다. 따라서, 백색 광의 색도는 시간에 따라 변화하는 경향이 있다. 종래 3파장형 백색 발광 소자는 방출 효율이 낮고 소자의 수명이 짧은데다가 스펙트럼 형상이 전류 밀도에 의존하는 경향이 있다는 문제가 있다. 또한, 만약 넓은 파장 영역을 갖는 스펙트럼을 가지는 백색 발광 소자가 인용자료 4 및 인용자료 5에 개시된 방법에 의해 제공된다면, 직렬로 적층해야 하는 발광 소자의 수가 매우 증가하고, 그 구동 전압도 상당히 증가하게 된다. 따라서, 종래 방법들은 현실적이지 못하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 넓은 파장 영역에서 스펙트럼을 갖는 고효율의 백색 발광 소자를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 백색의 색도가 시간에 따라 변하지 않는 백색 발광 소자를 제공하는 것이다. 또한, 발광 스펙트럼의 형상이 전류 밀도에 의존하지 않는 백색 발광 소자를 제공하는 것이 또 다른 목적이다.

### 과제의 해결 수단

[0015] 거듭된 검토의 결과, 본 발명자들은 그 목적이 2파장형 발광 소자와 같이 두개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 가지는 발광 소자와 그 발광 소자와는 상이한 위치에서 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 가지는 또 다른 발광 소자를 직렬로 적층함으로써 두 발광 소자의 스펙트럼이 오버랩된 발광을 얻는 것으로 달성될 수 있음을 알게 되었다. 이때, 직렬로 적층되는 두 소자는 각각 두 개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 것이 바람직하다.

[0016] 본 발명의 한 특징은 발광 소자가 제1 양극(anode)과 제1 음극(cathode) 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 제1 발광층을 갖는 제1 발광 소자 및 제2 양극과 제2 음극 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 제2 발광층을 갖는 제2 발광 소자를 포함하며, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자는 직렬로 적층되고, 상기 제1 음극은 상기 제2 양극과 접촉하며, 상기 제1 발광 소자와 상기 제2 발광 소자 중 하나는 적어도 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 다른 하나는 상기 두 개의 피크의 위치와 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다.

[0017] 이때, 상기 제2 발광 스펙트럼은 적어도 2개의 피크를 갖는 것이 바람직하다.

[0018] 본 발명의 또 다른 특징은 발광 소자가, 제1 양극과 제1 음극 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 제1 발광층을 갖는 제1 발광 소자, 및 제2 양극과 제2 음극 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 제2 발광층을 갖는 제2 발광 소자를 포함하며, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자는 직렬로 적층되고, 상기 제1 음극은 상기 제2 양극과 접촉하며, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자 중 하나는 보색의 관계에 있는 두 종류의 발광색들을 포함하는 제1 발광색을 나타내고, 다른 하나는 상기 두 종류의 발광색과는 상이한 제2 발광색을 나타낸다.

[0019] 이때, 상기 제2 발광색은 보색의 관계에 있는 두 종류의 발광색을 포함하는 것이 바람직하고, 상기 두 종류의 발광색들은 상기 제1의 발광색의 보색관계를 갖는 상기 두 종류의 발광색과는 상이한 것이 바람직하다.

[0020] 보색 관계로서는, 청색~청녹색의 파장 영역과 노란색~오렌지색의 파장 영역의 결합이 바람직하다. 따라서 본 발명의 다른 특징은 발광 소자가, 제1 양극과 제1 음극 사이에 발광성의 유기 화합물을 포함한 제1 발광층을 갖는 제1 발광 소자, 및 제2 양극과 제2 음극 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 제2 발광층을 갖는 제2 발광 소자를 포함하며, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자는 직렬로 적층되고; 상기 제1 음극은 상기 제2 양극과

접촉하며, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자 중 하나는 청색~청녹색의 파장 영역 및 노란색~오렌지색의 파장 영역 양쪽 모두에 피크들을 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 다른 하나는 상기 제1 발광 스펙트럼으로부터 위치와는 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다.

[0021] 이때, 상기 제2 발광 스펙트럼은 제1 발광 스펙트럼과 상이한 보색관계를 갖기 위해 청녹색~녹색의 파장 영역 및 오렌지~적색의 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 발광 스펙트럼인 것이 바람직하다.

[0022] 청색~청녹색의 파장 영역과 황색~오렌지색의 파장 영역의 양쪽 모두에 피크를 가지는 발광 스펙트럼은, 430 nm~480 nm의 파장 영역 및 550 nm~600 nm의 파장 영역의 양쪽 모두에 피크를 가지는 것이 바람직하다. 따라서 본 발명의 다른 특징은, 제1 양극과 제1 음극과의 사이에 발광성의 유기 화합물을 포함한 제1 발광층을 가지는 제1 발광 소자, 및 제2 양극과 제2 음극과의 사이에 발광성 유기 화합물을 포함한 제2 발광층을 갖는 제2 발광 소자를 포함하는 발광 소자이고, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자는 직렬로 적층되고, 상기 제1 음극은 상기 제2 양극과 접촉하며, 상기 제1 발광 소자 및 상기 제2 발광 소자 중 하나는 430 nm~480 nm의 파장 영역 및 550 nm~600 nm의 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 다른 하나는 상기 제1 발광 스펙트럼으로부터 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다.

[0023] 이때, 상기 제2 발광 스펙트럼은 청녹색~녹색 파장 영역 및 오렌지색~적색 파장 영역 양쪽 모두에서 피크들을 갖도록 480~550 nm의 파장 영역 및 600 nm~680 nm의 파장 영역 양쪽 모두에 피크들을 갖는 것이 바람직하다.

[0024] 본 발명의 전술한 구성에 따르면, 상기 제1 발광층은 제3 발광층과, 상기 제3 발광층의 발광색과는 상이한 발광 색을 나타내는 제4 발광층을 포함하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 제3 발광층은 상기 제4 발광층과 서로 접해 있는 구성이 바람직하며, 이러한 구성이 제작이 수월하기 때문이다.

[0025] 본 발명의 전술한 구성에 따르면, 상기 제2 발광층은 제5 발광층과, 상기 제5 발광층과 다른 발광색을 나타내는 제6 발광층을 포함하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 제5 발광층은 상기 제6 발광층과 접촉하여 구성되는 것이 바람직하며, 이러한 구성이 제작이 수월하기 때문이다.

[0026] 전술한 바와 같이, 본 발명의 발광 소자를 사용하여 발광 장치를 제작함으로써 광범위한 파장 영역에 스펙트럼을 갖는 고효율인 발광 장치, 색도가 시간에 따라 쉽게 변화하지 않는 발광 장치 및 발광 스펙트럼의 형상이 전류 밀도에 의존하지 않는 발광 장치를 제공할 수가 있다. 따라서 본 발명은 본 발명의 발광 소자를 사용한 발광 장치도 포함한다. 특히, 본 발명의 발광 소자는 광범위한 파장 영역에 스펙트럼을 갖는다. 따라서, 발광 장치로서 칼라 필터를 또한 포함하는 발광 장치나 조명 기구가 바람직하다.

[0027] 본 명세서에서 발광 장치란, 발광 소자를 사용한 발광체나 이미지 디스플레이 장치 등을 가리킨다. 또한, 디스플레이장치는 예컨대, 플렉서블 프린트 기판(FPC : Flexible Printed Circuit) 혹은 TAB(Tape Automated Bonding) 테이프 혹은 TCP(Tape Carrier Package)와 같은 커넥터가 장착된 발광 소자를 갖는 모듈, TAB 테이프나 TCP의 끝에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 및 발광 소자에 COG(Chip On Glass) 방식에 의해 IC(집적회로)가 직접 실장된 모듈 모두를 포함한다.

### 발명의 효과

[0028] 본 발명을 실시함으로써, 광범위한 파장 영역에 스펙트럼을 갖는 고효율인 백색 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 백색의 색도가 시간에 따라 변화하기 어려운 백색 발광 소자를 제공할 수 있다. 또한, 발광 스펙트럼의 형상이 전류 밀도에 의존하지 않는 백색 발광 소자를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0029] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 발광 소자의 기본 개념을 나타낸다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 발광 소자 및 발광 소자로부터 방출되는 광(光)의 스펙트럼의 일 구성예를 나타낸다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 발광 소자 및 발광 소자로부터 방출되는 광(光)의 스펙트럼의 일 구성예를 나타낸다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 발광 소자의 일 구성예를 나타낸다.

도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 발광 소자의 구조를 나타낸다.

도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 발광 소자의 구조를 나타낸다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 발광 소자를 이용한 발광 장치의 구조를 나타낸다.

도 8a 내지 도 8e는 본 발명의 발광 소자를 이용한 전기 장치의 일예를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하에서는 본 발명의 실시예에 대해 기본적인 구조, 동작 원리, 및 구체적인 구조예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 발광 소자의 적어도 하나의 전극은 광(光)을 추출하기 위해 투명할 필요가 있음을 주의해야 한다. 따라서, 기판상에 투명 전극을 형성하여 기판측으로부터 광(光)을 추출하는 종래 소자의 구조뿐 아니라, 기판의 반대편으로부터 광(光)을 추출하는 구조 및 전극의 양쪽으로부터 광(光)을 추출하는 구조 또한 실제로 적용 가능하다.

[0031] 우선, 본 발명의 발광 소자의 기본적인 구조에 대해 도 1a를 참조하여 설명하고자 한다. 도 1a는 본 발명에 따른 발광 소자의 구조예를 나타내고, 제1 발광 소자(110) 및 제2 발광 소자(120)는 기판(100)상에 직렬로 적층된다. 제1 발광 소자(110)는 제1 양극(111)과 제1 음극(113) 사이에 발광층(112)을 가지며, 제2 발광 소자(120)는 제2 양극(121)과 제2 음극(123) 사이에 발광층(122)을 가진다. 각 발광층(112, 122)은 모두 발광성 유기 화합물을 포함한다.

[0032] 발광 소자의 제1 양극(111)에 포지티브 바이어스(positive bias)를 인가하고, 제2 음극(123)에 네거티브 바이어스를 인가하면, 소정의 전류 밀도 J를 갖는 전류가 소자에 흐른다. 이때, 제1 양극(111)으로부터 제1 발광 소자의 발광층(112)에 흘러 주입되고, 제1 음극(113)으로부터 제1 발광 소자의 발광층(112)에 전자가 주입된다. 흘과 전자는 재결합될 때, 제1 발광 소자(110)로부터 제1 발광(130)을 얻을 수 있다. 제2 양극(121)으로부터 제2 발광 소자의 발광층(122)에 흘러 주입되고, 제2 음극(123)으로부터 제2 발광 소자의 발광층(122)에 전자가 주입된다. 흘과 전자가 재결합될 때, 제2 발광 소자(120)로부터 제2 발광(140)을 얻을 수 있다. 즉, 제1 발광 소자(110)와 제2 발광 소자(120) 양쪽 모두로부터 광(光)을 얻을 수 있다.

[0033] 발광 소자의 회로는 도 1b와 같이 나타낼 수 있다. 공통 전류 밀도 J를 갖는 전류가 제1 발광 소자(110) 및 제2 발광 소자(120)를 통해 흐르고, 각각 전류 밀도 J에 대응하는 휘도(도 1b에서 L1, L2)에서 광(光)을 방출한다. 이때, 도 1a에 도시된 바와 같이, 제1 양극(111), 제1 음극(113) 및 제2 양극(121)이 광 투과 특성을 가질 때, 제1 발광(130)과 제2 발광(140) 모두 추출될 수 있다.

[0034] 본 발명에서, 제1 발광(130)과 제2 발광(140) 중 어느 하나는 적어도 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타낸다. 다른 하나는 제1 발광 스펙트럼과 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다. 예를 들어, 제1 발광(130)은 청색~청녹색 파장 영역과 노란색~오렌지색 파장 영역 양쪽에 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타낸다. 제2 발광(140)은 오렌지색~적색 파장 영역에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다(상세한 설명은 후술하는 제1 실시 형태에서 하기로 한다). 청색~청녹색 방출 컬러와 노란색~오렌지색 방출 컬러는 보색 관계에 있다는 것을 주의해야 한다.

[0035] 발광성 유기 화합물이 전류에 의해 여기(exciting) 됨으로써 광(光)을 방출하는 발광 소자에서는 두 개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼(전술한 예에서 제1 발광 스펙트럼)을 나타내는 광(光)을 얻는 것이 종래 2파장형 백색 발광 소자와 같이, 비교적 용이하다. 그러나, 세 개 또는 그 이상의 피크를 갖는 스펙트럼 또는 넓은 발광 스펙트럼을 얻는 것은 매우 어려운 일이다. 그 기술적 과제들을 해결하기 위한 기술이 바로 본 발명의 구성이다. 즉, 2파장형 백색 발광 소자와 같이 두 개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 발광 소자(전술한 예에서 제1 발광 소자)를 기초로 하고, 상기 발광 소자만으로 보완될 수 없는 영역의 발광 스펙트럼을 갖는 발광 소자를 직렬로 적층하여 광(光)을 오버랩시키는 구조이다. 이러한 구조는 단지 하나의 피크만을 갖는 발광 소자들을 직렬로 적층하는 것 보다는 적층되는 소자들의 수를 감소시킬 수 있다. 따라서, 구동 전압의 상승이 억제될 수 있다. 그러므로, 이 구조는 유용하다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 발광 소자는 소정의 전류 밀도 J에 대응하여 얻어지는 휘도 L1과 휘도 L2의 합의 휘도를 얻을 수 있다. 따라서, 전류에 대응하여 고휘도(즉, 전류 효율) 또한 얻을 수 있다.

[0036] 전술한 설명에서, 제1 발광 소자(110)는 적어도 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 제2 발광 소자(120)는 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타내는 것을 설명하였지만, 그 구성은 반대일 수 있다. 즉, 제1 발광 소자(110)가 제2 발광 스펙트럼을 나타낼 수 있고, 제2 발광 소자(120)가 제1 발광 스펙트럼을 나타낼 수 있다. 도 1a에서 기판(100)이 제1 양극(111) 측에 배치되는

구조로 도시되어 있으나, 기판(100)은 제2 음극(123) 측에 배치될 수도 있다. 또한, 도 1a에서 광(光)이 제1 양극(111)측으로부터 추출되는 구조로 도시되어 있어 있으나, 광(光)은 도 4a에 도시된 바와 같이 제2 음극(123)으로부터 추출되거나 도 4b에 도시된 바와 같이 그들 양쪽으로부터 추출될 수도 있다.

[0037] 전술한 설명에서는 발광층(112, 122)이 각각 발광성 유기 화합물을 포함하는 경우를 예로 하였으나, 발광층들은 각각 발광성 무기 화합물을 포함할 수도 있다. 즉, 발광 소자(110, 120)는 무기성 발광 장치(LEDs)일 수 있다. 제1 발광(130)과 제2 발광(140) 중 하나는 적어도 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 다른 하나는 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다. 예를 들어, 제1 발광(130)은 청색~청녹색 파장 영역과 노란색~오렌지색 파장 영역 양쪽에 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 제2 발광(140)은 오렌지색~적색 파장 영역에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다. 제1 발광 스펙트럼의 두 개의 피크에 대응하는 방출 컬러들이 보색 관계에 있다는 것을 주의해야 한다. 제2 발광 스펙트럼도 또한 보색 관계에 있는 두 파장 영역에 피크를 가질 수도 있다. 이 경우, 제2 발광 스펙트럼은 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 것이 바람직하다. 즉, 제1 발광을 구성하는 두 방출 컬러들은 제2 발광을 구성하는 두 방출 컬러들은 다른 것이 바람직하다.

[0038] 본 발명의 개념은 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 전류에 의해 광(光)을 방출하는 발광 소자뿐만 아니라, 무기성 EL과 같이 충돌 여기형 발광 소자에도 적용될 수 있다.

[0039] 즉, 두 개의 충돌 여기형 발광 소자들을 직렬로 서로 접속된다. 두 개의 충돌 여기형 발광 소자 중 하나는 적어도 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 다른 하나는 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낸다. 제1 발광 스펙트럼의 두 개의 피크에 대응하는 방출 컬러들은 보색 관계에 있다. 제2 발광 스펙트럼도 보색 관계에 있는 두 파장 영역에 각각 피크를 가질 수도 있다. 이 경우, 제2 발광 스펙트럼은 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 것이 바람직하다. 즉, 두 개의 충돌 여기형 발광 소자 중 하나로부터 방출되는 광(光)의 두 방출 컬러들은 다른 발광 소자로부터 방출되는 광(光)의 두 방출 컬러들과 상이한 것이 바람직하다.

[0040] 보색 관계는 청색~청녹색 파장 영역 및 노란색~오렌지색 파장 영역을 일 예로 설명하였지만, 또 다른 보색 관계(예를 들어, 청녹색~녹색 파장 영역 및 오렌지색~적색 파장 영역)가 사용될 수도 있다. 제1 발광 소자의 방출 컬러들 및 제2 발광 소자의 방출 컬러들에 관련하여, 상이한 보색 컬러를 적용하는 것이 바람직하며, 이는 매우 넓은 백색 광을 얻을 수 있기 때문이다(상세한 설명은 후술하는 제2 실시 형태에서 하기로 한다).

[0041] 전술한 구성에 따르면, 가시 광선 영역의 대부분을 커버할 수 있고, 고효율 백색 광이 용이하게 얻어질 수 있다. 이하, 방출 컬러들의 결합을 고려한 구성예를 종래 기술에 대한 장점과 함께 후술하기로 한다.

[0042] [ 제1 실시 형태 ]

[0043] 소자 구성은 도 2a에 도시되어 있다. 도 2a는 본 발명의 발광 소자의 일 구조를 나타내며, 제1 발광 소자(210) 및 제2 발광 소자(220)가 기판(200) 상에 직렬로 적층되어 있다. 제1 발광 소자(210)는 제1 양극(211) 및 제1 음극(213) 사이에 발광층(212)을 갖는다. 제2 발광 소자(220)는 제2 양극(220) 및 제2 음극(223) 사이에 발광층(222)을 갖는다.

[0044] 여기서, 제1 발광 소자의 발광층(212)은 청색~청녹색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 제1 발광층(212-1)과, 노란색~오렌지색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 제2 발광층(212-2)을 포함한다. 제2 발광 소자의 발광층(222)은 오렌지색~적색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타낸다. 제1 발광층(212-1)과 제2 발광층(212-2)의 적층 순서는 바뀔 수도 있다.

[0045] 포지티브 바이어스가 제1 양극(211) 측에 인가되고, 네거티브 바이어스가 발광 소자의 제2 음극(223) 측에 인가되면, 제1 발광(230) 및 제2 발광(240)을 얻을 수 있다. 제1 발광(230)은 제1 발광층(212-1) 및 제2 발광층(212-2)으로부터 방출되는 두 개의 광(光)의 결합이다. 따라서, 도 2b에 도시된 바와 같이, 청색~청녹색 파장 영역 및 노란색~오렌지색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 발광 스펙트럼이 나타난다. 즉, 제1 발광 소자는 2파장형 백색 또는 백색에 가까운 방출 컬러(푸르스름한 백색(bluish white), 노르스름한 백색(yellowish white), 또는 기타 등등)를 나타낸다. 제2 발광(240)은 도 2b에 도시된 바와 같이, 오렌지색~적색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타낸다.

[0046] 따라서, 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 발광 소자는 제1 발광(230)에 제2 발광(240)이 오버랩됨으로써, 청색~청녹색 파장 영역, 노란색~오렌지색 파장 영역, 및 오렌지색~적색 파장 영역을 커버하는 광(光)을 얻을 수

있다.

[0047] 제1 발광 소자(210)는 종래 자주 사용되었던 보색 관계를 이용한 2파장형 백색 발광 소자의 구조와 유사한 구조를 가지며, 고휘도 및 양호한 소자 수명을 갖는 백색 또는 백색에 가까운 색의 발광 소자를 실현할 수 있다. 그러나, 제1 발광 소자는 적색 파장 영역에서 스펙트럼이 빈약하여 컬러 필터를 사용하는 폴 컬러 디스플레이에 적합하지 않다. 제1 실시 형태에 따른 구성은 그 문제를 충분히 해결할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0048] 제1 발광층(212-1)의 휘도(청색~청녹색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타냄)가 예전대 시간 경과에 의해 열화되거나 전류 밀도에 의존하여 변화할 때 조차, 전체 스펙트럼에 대한 제1 발광층(212-1)의 기여는 약 1/3이다. 따라서, 본 구성은 색도에서 비교적 작은 차이가 있다는 장점이 있다. 종래 2파장형 백색 발광 소자와 같이, 제1 발광 소자만을 갖는 발광 소자의 경우, 제1 발광층(212-1)의 휘도 변화는 색도에 대단히 큰 영향을 미치게 된다.

[0049] 세 개의 발광 소자, 즉, 청색~청녹색 파장 영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자, 노란색~오렌지색 파장 영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자, 오렌지색~적색 파장 영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자를 직렬로 적층함으로써 제1 실시 형태와 유사한 발광 스펙트럼이 얻어질 수 있다. 그러나, 이 경우의 구동 전압은 두 소자를 직렬로 적층하는 제1 실시 형태의 발광 소자에 비해, 약 1.5 배 이상이 된다.

[0050] 전술한 예는 제1 발광 소자(210)가 두 개의 발광층(212-1, 212-2)을 갖기 때문에 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타내고, 제2 발광 소자(220)가 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타내는 것으로 설명하였다. 그러나, 제2 발광 소자(220)가 제1 발광 스펙트럼을 나타낼 수도 있다. 즉, 제2 발광 소자(220)가 두 개의 발광층을 갖기 때문에 두 개의 피크를 갖는 제1 발광 스펙트럼을 나타낼 수 있고, 제1 발광 소자(210)는 제1 발광 스펙트럼의 피크들과는 상이한 위치에 피크를 갖는 제2 발광 스펙트럼을 나타낼 수 있다. 도 2a에 기판(200)이 제1 양극(211)측에 배치되는 구조로 도시되었지만, 기판은 제2 음극(223) 측에 배치될 수도 있다. 또한, 도 2a에 광(光)이 제1 양극(211) 측에서 추출되는 구조로 도시되었지만, 광(光)은 제2 음극(223) 측 또는 양쪽으로부터 추출될 수도 있다.

[ 제2 실시 형태 ]

[0052] 소자의 구조는 도 3a에 도시되었다. 도 3a는 본 발명의 발광 소자의 일 구조예를 보여주고 있으며, 제1 발광 소자(310) 및 제2 발광 소자(320)는 기판(300)상에 직렬로 적층된다. 제1 발광 소자(310)는 제1 양극(311)과 제1 음극(313) 사이에 발광층(312)을 갖는다. 제2 발광 소자(320)는 제2 양극(321) 및 제2 음극(323) 사이에 발광층(322)을 갖는다.

[0053] 여기서, 제1 발광 소자의 발광층(312)은 청색~청녹색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 제1 발광층(312-1)과, 노란색~오렌지색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 제2 발광층(312-2)을 포함한다. 제2 발광 소자의 발광층(322)은 청녹색~녹색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 제3 발광층(322-1)과, 오렌지색~적색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타내는 제4 발광층(322-2)을 포함한다. 제1 발광층(312-1)과 제2 발광층(312-2)의 적층 순서는 바뀔 수도 있다는 것을 주의해야 한다. 제3 발광층(322-1)과 제4 발광층(322-2)의 적층 순서도 바뀔 수 있다.

[0054] 포지티브 바이어스가 제1 양극(311)측에 인가되고, 네거티브 바이어스가 발광 소자의 제2 음극(323)측에 인가되면, 제1 발광(330) 및 제2 발광(340)을 얻을 수 있다. 제1 발광(330)은 제1 발광층(312-1) 및 제2 발광층(312-2)으로부터 방출되는 두 개의 광(光)의 결합이다; 따라서, 도 3b에 도시된 바와 같이, 청색~청녹색 파장 영역 및 노란색~오렌지색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 발광 스펙트럼이 나타난다. 즉, 제1 발광(330)은 2파장형 백색 또는 백색에 가까운 방출 컬러이다. 제2 발광(340)은 제3 발광층(322-1) 및 제4 발광층(322-2)으로부터 방출되는 두 개의 광(光)의 결합이다; 따라서, 도 3b에 도시된 바와 같이, 청녹색~녹색 파장 영역 및 오렌지색~적색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 발광 스펙트럼이 나타난다. 즉, 제2 발광 소자(320)는 제1 발광 소자(310)와는 상이한 2파장형의 백색 또는 백색에 가까운 방출 컬러를 나타낸다.

[0055] 따라서, 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 발광 소자는 제1 발광(330)에 제2 발광(340)이 오버랩됨으로써, 청색~청녹색 파장 영역, 청녹색~녹색 파장 영역, 노란색~오렌지색 파장 영역, 및 오렌지색~적색 파장 영역을 커버하는 광(光)을 얻을 수 있다.

[0056] 제1 발광 소자(310) 및 제2 발광 소자(320)는 각각 종래 자주 사용되었던 보색 관계를 이용한 2파장형 백색 발광 소자의 구조와 유사한 구조를 가지며, 고휘도 및 양호한 소자 수명을 갖는 백색 또는 백색에 가까운 색의 발광 소자를 실현할 수 있다. 그러나, 제1 발광 소자(310)는 청녹색~녹색 파장 영역(특히, 에메랄드 색) 및 오렌

지색~적색 파장 영역에서 스펙트럼이 빈약하여 컬러 필터를 사용하는 풀 컬러 디스플레이에 적합하지 않다. 또한, 제1 발광 소자는 에메랄드 색 파장 영역에서 좁은 스펙트럼을 갖고, 색의 선명도가 결여된다. 그러나, 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 구성은 적층된 제2 발광 소자(320)의 발광 스펙트럼을 통해 단점을 보완하여 그 문제를 충분히 해결할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0057] 제1 발광층(312-1)의 휘도(청색~청녹색 파장 영역에 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타냄)가 예컨대 시간 경과에 의해 열화되거나 전류 밀도에 의존하여 변화한 경우조차도, 전체 스펙트럼에 대한 제1 발광층(312-1)의 기여는 약 1/4이다. 따라서, 본 구조는 색도에서 비교적 작은 차이가 있다는 장점이 있다. 종래 2파장형 백색 발광 소자와 같이, 제1 발광 소자(310)만을 갖는 발광 소자의 경우, 제1 발광층(312-1)의 휘도 변화는 색도에 대단히 큰 영향을 미치게 된다.

[0058] 네 개의 발광 소자, 즉, 청색~청녹색 파장 영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자, 청녹색~녹색 파장영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자, 노란색~오렌지색 파장 영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자, 오렌지색~적색 파장 영역의 광(光)을 방출하는 발광 소자를 직렬로 적층함으로써 제2 실시 형태와 유사한 발광 스펙트럼이 얻어질 수 있다. 그러나, 이 경우의 구동 전압은 두 소자를 직렬로 적층하는 제2 실시 형태의 발광 소자에 비해, 약 2 배 이상이 된다.

[0059] 전술한 예는 제1 발광 소자(310)가 청색~청녹색 파장 영역 및 노란색~오렌지색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 스펙트럼을 나타내고, 제2 발광 소자(320)가 청녹색~녹색 파장영역 및 오렌지색~적색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 스펙트럼을 나타내는 것으로 설명하였다. 그러나, 그 역도 가능하다. 즉, 제2 발광 소자(320)는 청색~청녹색 파장 영역 및 노란색~오렌지색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 가진 스펙트럼을 나타낼 수 있고, 제1 발광 소자(310)는 청녹색~녹색 파장영역 및 오렌지색~적색 파장 영역 양쪽 모두에 피크를 갖는 스펙트럼을 나타낼 수 있다. 도 3a에 기관(300)이 제1 양극(311) 측에 배치되는 구조로 도시되었지만, 기관은 제2 음극(323) 측에 배치될 수도 있다. 또한, 도 3a에 광(光)이 제1 양극(311) 측에서 추출되는 구조로 도시되었지만, 광(光)은 제2 음극(323) 측 또는 양쪽으로부터 추출될 수도 있다.

### [ 제3 실시 형태 ]

[0061] 이하, 본 발명의 발광 소자의 구조, 특히, 도 1a의 제1 발광 소자(110) 및 제2 발광 소자(120)로 사용할 수 있는 재료 및 소자 구조를 설명하고자 한다. 본 발명의 발광 소자는 적어도 도 1a의 구성이면 좋다. 그러나, 제1 양극(111)과 제1 발광 소자의 발광층(112) 사이 및 제2 양극(121)과 제2 발광 소자의 발광층(122)의 사이에 홀 주입층 및/또는 홀 수송층이 삽입될 수도 있다. 제1 음극(113)과 제1 발광 소자의 발광층(112) 사이 및 제2 음극(123)과 제2 발광 소자의 발광층(122) 사이에 전자 주입층 및/또는 전자 수송층이 삽입될 수도 있다.

[0062] 홀 주입층은 양극으로부터 홀을 받는 기능을 갖고, 홀 수송층은 발광층에 홀을 전달하는 기능을 갖는다. 전자 주입층은 음극으로부터 전자를 받는 기능을 갖고, 전자 수송층은 발광층에 전자를 전달하는 기능을 갖는다.

[0063] 각 층에 사용될 수 있는 재료들을 구체적으로 예시하도록 한다. 그러나, 본 발명에 적용될 수 있는 재료는 이것들로 한정되지 않는다.

[0064] 홀 주입층에 사용될 수 있는 홀 주입 재료로서, 프타로시아닌계(phthalocyanine-based)의 화합물이 효과적이고, 프타로시아닌(약칭:H<sub>2</sub>-Pc), 프타로시아닌 구리(copper)(약칭:Cu-Pc), 바나딜 프타로시아닌(vanadyl phtalocyanine약칭: VOPc) 등을 사용할 수 있다. 또한, 화학적으로 도프된(doped) 도전성 고분자량 화합물, 예컨대 폴리스티렌 술폰산(polystyrene sulfonate, 약칭:PSS)을 첨가한 폴리에틸렌 디옥시티오펜(polyethylene dioxythiophene, 약칭:PEDOT), 폴리아닐린(polyaniline, 약칭:PAnt) 등이 사용될 수 있다. 또한, 산화 몰리브덴(molybdenum oxide, MoO<sub>x</sub>), 산화 바나듐(vanadium oxide, VO<sub>x</sub>), 산화 니켈(NiO<sub>x</sub>) 등의 무기 반도체의 박막이나, 산화 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)등의 무기 절연체의 초박막도 효과적이다. 4,4',4"-트리스(N, N-디페닐-아미노)-트리페닐아민(약칭:TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐-아미노]-트리페닐아민(약칭:MTDATA), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-1,1'-비페놀-4,4'-디아민(약칭:TPD), 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]-비페닐(약칭: a-NPD), 또는 4,4'-비스[N-(4-(N,N-di-m-토릴(tolyl))아미노)페닐-N-페닐아미노]비페닐(약칭:DNTPD) 등의 방향족 아민계 화합물도 사용할 수가 있다. 또한, 방향족 아민계 화합물은 그것에 억셉터(acceptor) 성질을 갖는 물질이 첨가될 수 있다. 특히, VOPc에 그 억셉터인 2,3,5,6-테트라플루오르-7,7,8,8-테트라시아노카노디메탄(약칭:F<sub>4</sub>-TCNQ)이 첨가된 것, 또는 a-NPD에 그 억셉터인 MoO<sub>x</sub>가 첨가된 것이 사용될 수 있다.

[0065] 홀 수송층에 사용될 수 있는 홀 수송 재료로는, 방향족 아민계 화합물이 적합하고, 전술한 TDATA, MTDATA, TPD,

$\alpha$ -NPD, DNTPD 등이 사용될 수 있다.

[0066] 전자 수송층에 사용될 수 있는 전자 수송 재료로는, 트리스(8-키놀리놀라토(quinolinolato))알루미늄(약칭:Alq<sub>3</sub>), 트리스[4-메틸-8-키놀리놀라토]알루미늄(약칭:Almq<sub>3</sub>), 비스(10-하이드록시벤조[h]-키놀리날토(quinolinato))베릴륨(약칭:BeBq<sub>2</sub>), 비스(2-메틸-8-키놀리놀라토)(4-페닐페놀라토(phenylphenolato))알루미늄(약칭:BA1q), 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조옥사조레이트(benzoxazolate)]아연(약칭:Zn(BOX)<sub>2</sub>), 또는 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조티아졸레이트(benzothiazolate)]아연(약칭:Zn(BTZ)<sub>2</sub>) 등의 금속 착체(complex)를 들 수 있다. 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭:PBD) 또는 1,3-비스[5-p-tert-부틸페닐]-1,3,4-옥사디아졸-2-y1]벤젠(약칭:OXD-7) 등의 옥사디아졸(oxadiazole) 유도체, 3-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약칭:TAZ) 또는 3-(4-tert-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(약칭: p-EtTAZ) 등의 트리아졸(triazol) 유도체, 2,2',2"-(1,3,5-벤젠틱릴)트리스[1-페닐-1H-벤지미다졸](약칭:TPBI)와 같은 이미다졸(imidazol) 유도체, 또는 바소페난트롤린(bathophenanthroline, 약칭:BPhen) 또는 바소큐프로인(bathocuproin, 약칭:BCP) 등의 페난트롤린(phenanthroline) 유도체가 금속 착체에 부가하여 사용될 수 있다.

[0067] 전자 주입층에 사용할 수 있는 전자 주입 재료로는, Alq<sub>3</sub>, Almq<sub>3</sub>, BeBq<sub>2</sub>, BA1q, Zn(BOX)<sub>2</sub>, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, PBD, OXD-7, TAZ, p-EtTAZ, TPBI, BPhen, 또는 BCP 등의 전자 수송 재료가 사용될 수 있다. 대신에, LiF 또는 CsF 와 같은 알칼리 금속 할로겐화물, CaF<sub>2</sub> 와 같은 알칼리 토류 금속 할로겐화물, Li<sub>2</sub>O 와 같은 알칼리 금속 산화물 등이 절연체의 초박막에 주로 사용된다. 또한, 리튬 아세틸아세트네이트(lithium acetylacetone, 약칭:Li(acac)) 또는 8-키놀리놀라토-리튬(약칭:Liq) 등의 알칼리 금속 착체도 효과적이다. 전자 주입 재료는 그것에 도너(donor)성을 가진 물질이 첨가될 수 있다. 알칼리 금속, 알칼리 토류 금속, 또는 희토류 금속 등이 도너로 사용될 수 있다. 구체적으로, 도너인 리튬이 첨가된 BCP 또는 도너로 리튬이 첨가된 Alq<sub>3</sub> 등이 사용될 수 있다.

[0068] 다음에는 제1 발광 소자(110) 또는 제2 발광 소자(120)의 발광층(112 또는 122)의 구조를 설명하기로 한다. 여기서 발광성 유기 화합물로서 사용할 수 있는 재료들을 열거하지만, 본 발명은 여기에 한정되지 않는다. 어떠한 발광 유기 화합물도 사용할 수 있다.

[0069] 청색~청녹색 광은 페릴렌, 2,5,8,11-테트라-t-부틸페릴렌(약칭:TBP) 또는 9,10-디페닐안트라센(diphenylanthracene) 등을 게스트(guest) 재료로서 사용하여 적절한 호스트(host) 재료에 분산시킴으로써 얻어질 수 있다. 또는, 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭:DPVBi) 등의 스티릴아릴렌(styrylarylene) 유도체, 또는 9,10-디-2-나프틸 안트라센(약칭:DNA) 또는 9,10-비스(2-나프틸)-2-t-부틸안트라센(약칭:BuDNA) 등의 안트라센(anthracene) 유도체로부터 광을 얻을 수 있다. 또는, 폴리(9,9-디옥틸플루오렌(dioctylfluorene))과 같은 폴리머가 사용될 수도 있다.

[0070] 청녹색~녹색 광은 쿠마린(coumarin) 30, 쿠마린 6과 같은 쿠마린계 색소, 비스[2-(2,4-디플루오로페닐)페리디나토(pyridinato)]페콜리나토(picolinato) 이리듐(약칭:FIrpic), 비스(2-페닐페리디나토)아세틸아세토나토(acetylacetonato) 이리듐(약칭:Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac)) 등을 게스트 재료로 사용하여 적절한 호스트 재료에 분산시킴으로써 얻을 수 있다. 광은 전술한 페릴렌 또는 TBP를 5 wt% 이상의 고농도로 적절한 호스트 재료에 분산시킴으로써 얻을 수도 있다. 또는, BA1q, Zn(BTZ)<sub>2</sub>, 비스(2-메틸-8-키놀리놀라토)클로로갈륨(Ga(mq)<sub>2</sub>Cl) 등의 금속 착체로부터도 얻을 수 있다. 폴리(p-페닐렌비닐렌) 등의 폴리머를 사용할 수도 있다.

[0071] 노란색~오렌지색 발광은 르브렌(rubrene), 4-(디시아노메틸렌(dicyanomethylene)-2-[p-(디메틸아미노)스티릴]-6-메틸-4H-페란(pyran)(약칭:DCM1), 4-(디시아노메틸렌-2-메틸-6-(9-유롤리딜(julolidyl))에티닐-4H-페란(pyran)(약칭:DCM2), 비스[2-(2-티에닐)페리디나토]아세틸아세토나토 이리듐(약칭:Ir(thp)<sub>2</sub>(acac)), 비스(2-페닐키놀라토)아세틸아세토나토 이리듐(Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)) 등을 게스트 재료로 이용하여 적절한 호스트 재료에 분산시킴으로써 얻을 수 있다. 광은 비스(8-키놀리노라토)아연(약칭:Znq<sub>2</sub>) 또는 비스[2-시나모일(cinnamoyl)-8-키놀리놀라토]아연(약칭:Znsq<sub>2</sub>) 등의 금속 착체로부터도 얻을 수 있다. 폴리(2,5-디알콕시-1,4-페닐렌비닐렌) 등의 폴리머가 사용될 수도 있다.

[0072] \*오렌지색~적색 광은 4-(디시아노메틸렌)-2,6-비스[p-(디메틸아미노)스티릴]-4H-페란(약칭:BisDCM), 4-(디시아노메틸렌)-2,6-비스[2-유롤리딘(julolidine)-9-y1]에티닐]-4H-페란(약칭:DCM1), 4-(디시아노메틸렌)-2-메틸-6-(9-유롤리딜)에티닐-4H-페란(약칭:DCM2), 비스[2-(2-티에닐)페리디나토]아세틸아세토나토 이리듐(약칭:Ir(th

$p_2$  (acac) 등을 게스트 재료로 이용하여 적절한 호스트 재료에 분산시킴으로써 얻을 수 있다. 광은 비스(8-카놀리노라토)아연(약칭:Znq<sub>2</sub>) 또는 비스[2-시나모일(cinnamoyl)-8-카놀리노라토]아연(약칭:Znsq<sub>2</sub>) 등의 금속착체로부터도 얻을 수 있다. 폴리(3-알킬티오펜(alkylthiophene)) 등의 폴리머가 사용될 수도 있다.

[0073] 전술한 구조에서, 적절한 호스트 재료는 발광성 유기 화합물보다 단파장 또는 큰 에너지 캡의 방출 컬러를 가지는 것이 좋다. 구체적으로, 적절한 호스트 재료는 전술한 예로 대표되는 홀 수송 재료나 전자 수송 재료로부터 선택될 수 있다. 또는, 4,4'-비스(N-카르바조릴(carbazolyl))비페닐(약칭:CBP), 4,4',4"-트리(N-카르바조릴)트리페닐아민(약칭:TCTA), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바조릴)페닐]벤젠(약칭:TCPB) 등을 사용해도 좋다.

[0074] 본 발명의 발광 소자의 양극(제1 양극(111) 및 제2 양극(121))의 재료로서, 높은 일 함수(work function)를 가진 도전성 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 제1 양극(111)으로부터 광(光)을 추출하는 경우, 제1 양극(111)은 인듐 주석 산화물(ITO), 인듐 아연 산화물(IZO), 아연 산화물(ZnO), 또는 산화 규소를 첨가한 인듐 주석 산화물 등의 투명 도전성 재료를 이용할 수 있다. 제1 양극(111) 층이 차광성인 경우, 제1 양극(111)은 TiN, ZrN, Ti, W, Ni, Pt, Cr 등의 단층막, 질화 티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화 티탄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 티탄막과의 3층 구조 등이 사용될 수 있다. 또는, 제1 양극(111)은 Ti, Al 등의 반사성 전극 위에 전술한 투명 도전성 재료를 적층함으로써 형성될 수도 있다. 제2 양극(121)은 광 투과성이 필요하고, ITO, IZO, ZnO 등의 투명 도전성 재료에 추가하여 전술한 홀 수송성 화합물(특히, 방향족 아민계 화합물)에 억셉터 성질의 재료를 첨가함으로써 형성될 수도 있다. 구체적으로, VOPc에 억셉터인 2,3,5,6-테트라플루오로-7,7,8,8-테트라시아노키노디메탄(tetracyanoquinodimethane)(약칭:F<sub>4</sub>-TCNQ)을 첨가한 것 또는  $\alpha$ -NPD에 억셉터인 MoO<sub>x</sub>를 첨가한 것을 제2 양극(121)으로 사용할 수 있다.

[0075] 음극(제1 음극(113) 및 제2 음극(123))의 재료로서, 낮은 일 함수를 가진 도전성 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로, Li 또는 Cs와 같은 알칼리 금속, Mg, Ca, Sr 등의 알칼리 토류 금속, 또는 이것들을 포함한 합금(Mg:Ag, Al:Li 등) 이외에, Yb 또는 Er 등의 희토류 금속이 음극을 형성하는데 사용될 수 있다. LiF, CsF, CaF<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub>O 등의 전자 주입층을 사용하는 경우, 알루미늄 등의 통상의 도전성 박막을 사용할 수 있다. 제2 음극(123)을 통해 광(光)을 추출하는 경우, Li 또는 Cs 등의 알칼리 금속 및 Mg, Ca, Sr 등의 알칼리 토류 금속을 포함한 초박막과 투명 도전막(ITO, IZO, ZnO 등)과의 적층 구조를 사용할 수 있다. 또는, 전술한 전자 수송 재료에 도너성 물질(알칼리 금속, 알칼리 토류 금속 등)을 첨가하고, 그 위에 투명 도전막(ITO, IZO, ZnO 등)을 적층할 수도 있다. 제1 음극(113)은 광 투과성이 필요하고, 전술한 전자 수송 재료에 도너성 물질(알칼리 금속, 알칼리 토류 금속 등)을 첨가해도 된다. 구체적으로, BCP에 도너인 리튬을 첨가하거나, Alq<sub>3</sub>에 도너인 리튬을 첨가한 것이 사용될 수 있다.

[0076] 전술한 본 발명의 발광 소자를 제작하는데 있어서, 발광 소자의 각 층의 적층 방법이 특정적으로 한정되지는 않는다. 진공 증착 방법, 스펀 코팅 방법, 잉크젯 방법, 또는 딥 코팅(dip coating) 방법 등의 어떠한 방법이라도 적층이 가능하다면 선택 가능하다.

[0077] 이하, 본 발명의 실시예들을 설명하고자 한다.

[0078] [제1 실시예]

[0079] 본 실시예에서는 본 발명의 발광 소자의 소자 구조 및 제작 방법에 대해 도 5를 참조하여 구체적으로 설명하고자 한다.

[0080] 110 nm의 두께의 인듐 주석 산화물(ITO) 막이 마련된 유리 기판(500)을 준비한다. 제공된 ITO막은 본 실시예에서는 제1 양극(511)으로 이용된다.

[0081] 제1 양극(511)이 형성된 유리 기판(500)을 진공 증착 장치 내의 기판 홀더에 고정하여 제1 양극(511)이 형성된 면이 밑으로 가도록 한다. 그리고, 진공 증착법에 의해 제1 양극(511) 상에 막두께 20 nm인 CuPc 막이 형성되어 홀 주입층(512)을 형성한다. 진공 증착은 진공 증착 장치의 내부에 제공된 증발원에 CuPc를 넣고, 저항 가열법에 의해 증발시킴으로써 실시된다. 본 실시예에서는 홀 주입층(512)은 홀 수송층으로도 기능함을 주의해야 한다.

[0082] 제1 발광 소자(510)의 발광층(513)을 홀 주입층(512) 상에 형성한다. 본 실시예에서 제1 발광 소자(510)의 발광층(513)은 제1 발광층(513-1) 및 제2 발광층(513-2)을 포함한다. 제1 발광층(513-1)은 제2 발광층(513-2)과 서로 인접해 있다.

[0083] 제1 발광층(513-1)은  $\alpha$ -NPD와 페릴렌(perylene)을 포함하며,  $\alpha$ -NPD와 페릴렌을 각각 증발원으로서 사용하

는 공증착법(co-evaporation method)에 의해 형성된다. 이때,  $\alpha$ -NPD 중에 페릴렌이 3 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 30 nm로 한다. 제1 발광층(513-1)에서 페릴렌은 청색~청녹색 광(光)을 방출하는 발광성 유기 화합물로서 기능한다.

[0084] 제2 발광층(513-2)은 DNA와 DCM2를 포함하며, DNA와 DCM2를 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때, DNA 중에 DCM2가 0. 1 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 30 nm로 한다. 제2 발광층(513-2)에서 DCM2는 노란색~오렌지색 광(光)을 방출하는 발광성 유기 화합물로서 기능한다.

[0085] 다음으로, BCP 막을 제1 발광 소자(510)의 발광층(513) 상에 막두께 10 nm로 형성하여 전자 수송층(514)을 형성한다. 그 다음에, Alq3 막을 전자 수송층(514)상에 막두께 20 nm로 형성하여 전자 주입층(515)을 형성한다. 이러한 층들 또한 홀 주입층(512)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 형성된다.

[0086] 또한, 전자 주입층(515) 상에 제1 음극(516)을 형성한다. 제1 음극(516)은 전자 수송성 화합물인 BCP와 그의 도너성 물질인 리튬을 포함하며, BCP와 리튬을 각각 증발원으로 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때, BCP중에 리튬이 0. 5 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 10 nm로 한다.

[0087] 이러한 방법으로 제1 발광 소자(510)를 형성한 후, 제2 발광 소자(520)를 직렬로 적층된다. 제2 양극(521)은, 10 nm의 막두께의 MoOx 막을 형성함으로써 형성된다. 제2 양극(521)은 홀 주입층(512)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 형성된다.

[0088] 다음으로, 제2 양극(521) 상에 두께가 50 nm인  $\alpha$ -NPD 막을 형성하여 홀 주입층(522)을 형성한다. 본 실시예에서 홀 주입층(522)은 홀 수송층으로도 기능한다는 것을 주의해야 한다. 홀 주입층(522)은 홀 주입층(512)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 형성된다.

[0089] 홀 주입층(522) 상에 제2 발광 소자의 발광층(523)을 형성한다. 제2 발광 소자의 발광층(523)은 CBP와 Ir(btp)<sub>2</sub> (acac)를 포함하며, CBP와 Ir(btp)<sub>2</sub> (acac)를 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때, CBP중에 Ir(btp)<sub>2</sub> (acac)가 8 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 30 nm로 한다. 제2 발광 소자의 발광층(523)에서 Ir(btp)<sub>2</sub> (acac)가 제1 발광 소자의 발광색과는 상이한 발광색을 나타내는 발광성의 유기 화합물로서 기능한다.

[0090] 제2 발광 소자의 발광층(523) 상에 두께가 10 nm가 되는 BCP 막을 형성하여, 전자 수송층(524)을 형성한다. 전자 수송층(524) 상에 두께가 20 nm가 되는 Alq<sub>3</sub> 막을 형성하여, 전자 주입층(525)을 형성한다. 이러한 층들은 홀 주입층(512)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 형성된다.

[0091] 전자 주입층(525) 상에 제2 음극(526)을 형성한다. 제2 음극(526) 전자 수송성 화합물인 BCP와 그의 도너성 물질인 리튬을 포함하며, BCP와 리튬을 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때, BCP중에 리튬이 0. 5 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 10 nm로 한다. 제2 음극(526)은 150 nm의 두께를 가진 Al를 더 증착하여 형성된다.

[0092] 전술한 바와 같이 형성된 제1 발광 소자(510)는 청색~청녹색의 발광을 나타내는 제1 발광층과 노란색~오렌지색의 발광을 나타내는 제2 발광층을 가지고 있기 때문에, 청색~청녹색의 파장 영역과 노란색~오렌지색의 파장 영역에서 두개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타낸다. 제2 발광 소자(520)는 적색의 발광을 나타내기 때문에 제1 발광 소자와는 다른 위치에 피크를 가지는 발광 스펙트럼을 나타낸다.

[0093] 따라서, 제1 발광 소자(510) 및 제2 발광 소자(520)를 직렬로 적층된 본 실시예의 발광 소자는, 제1 양극(511)과 제2 음극(526) 사이에 전압을 인가함으로써, 청색~청녹색의 파장 영역, 노란색~오렌지색의 파장 영역, 그리고 적색의 파장 영역을 광범위하게 커버하는 광범위한 백색 발광을 얻을 수 있다. 3개의 발광색 중 어떤 광의 휘도가 시간 경과에 따라 열화되거나 전류 밀도에 의해 변화했다고 해도 광범위한 스펙트럼의 영향으로 인해 색도의 차이는 비교적 작다.

[0094] [제2 실시예]

[0095] 본 실시예에서는 본 발광 소자의 소자 구조 및 제작 방법에 대해 도 6을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0096] 110 nm의 두께로 인듐 주석 산화물(ITO) 막이 구비된 유리 기판(600)을 준비한다. 제공된 ITO는 본 실시예에서 제1 양극(611)으로 작용한다.

[0097] 제1 양극(611)이 형성된 면이 밑으로 가도록 제1 양극(611)이 형성된 유리 기판(600)을 진공 증착 장치 내의 기

판 홀더에 고정한다. 그리고, 진공 증착법에 의해 제1 양극(611) 상에 두께가 20 nm가 되는 DNTPD 막을 형성하여, 홀 주입층(612)을 형성한다. 진공 증착은 진공 증착 장치의 내부에 제공된 증발원에 DNTPD를 넣어 저항 가열법에 의해 증발시킴으로써 실시된다.

[0098] 다음으로, 홀 주입층(612) 상에 두께가 20 nm가 되도록  $\alpha$ -NPD 막을 형성하여, 홀 수송층(613)을 형성한다. 홀 수송층(613)은 홀 주입층(612)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 형성된다.

[0099] 홀 수송층(613) 상에 제1 발광 소자의 발광층(614)을 형성한다. 본 실시예에서 제1 발광 소자의 발광층(614)은 제1 발광층(614-1) 및 제2 발광층(614-2)을 포함한다. 제1 발광층(614-1)은 제2 발광층(614-2)과 접촉하고 있다.

[0100] 제1 발광층(614-1)은  $\alpha$ -NPD와 TBP를 포함하며,  $\alpha$ -NPD와 TBP를 증발원으로 이용한 공증착법에 의해 형성된다. 이때,  $\alpha$ -NPD중에 TBP가 1 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 10 nm로 한다. 제1 발광층(614-1)에서 TBP는 청색~청녹색의 발광을 나타내는 발광성 유기 화합물로서 기능한다.

[0101] 제2 발광층(614-2)은  $\alpha$ -NPD와 DCM2를 포함하며,  $\alpha$ -NPD와 DCM2를 증발원으로 사용하는 공증착법에서 형성된다. 이때,  $\alpha$ -NPD중에 DCM2가 1 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 10 nm로 한다. 제2 발광층(614-2)에서 DCM2는 노란색~오렌지색의 발광을 나타내는 발광성 유기 화합물로 기능한다.

[0102] 다음으로, 제1 발광 소자의 발광층(614) 상에, 두께가 20 nm가 되도록 BA1q 막을 형성하여, 전자 수송층(615)을 형성한다. 그 다음에 전자 수송층(615) 상에 두께가 30 nm가 되도록 Alq3 막을 형성하여, 전자 주입층(616)을 형성한다. 이러한 층들은 홀 주입층(612)의 형성과 같이 진공 증착법에 따라 형성된다.

[0103] 또한, 전자 주입층(616) 상에 제1 음극(617)을 형성한다. 제1 음극(617)은 전자 수송성 화합물인 BCP와 그의 도너성 물질인 리튬을 포함하며, BCP와 리튬을 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때, BCP중에 리튬이 0. 5 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 10 nm로 한다.

[0104] 이러한 방법으로 제1 발광 소자(610)를 형성한 후, 제2 발광 소자(620)를 직렬로 적층한다. 제2 양극(621)은 홀 수송성 화합물인  $\alpha$ -NPD와 그의 억셉터성 물질인 MoO<sub>x</sub>를 포함하며,  $\alpha$ -NPD와 MoO<sub>x</sub>를 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때,  $\alpha$ -NPD중에 MoO<sub>x</sub>가 25 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 50 nm로 한다.

[0105] 다음으로, 제2 양극(621) 상에 막두께가 25 nm가 되도록  $\alpha$ -NPD 막을 형성하여, 홀 주입층(622)을 형성한다. 홀 주입층(622)은 홀 주입층(612)의 형성과 같은 진공 증착법에 의해 실시된다. 본 실시예에서 홀 주입층(622)은 또한 홀 수송층으로도 기능한다.

[0106] 홀 주입층(622) 상에 제2 발광 소자의 발광층(623)을 형성한다. 본 실시예에서 제2 발광 소자의 발광층(623)은 제3 발광층(623-1) 및 제4 발광층(623-2)을 포함한다. 제3 발광층(623-1)은 제4 발광층(623-2)과 접촉하고 있다.

[0107] 제3 발광층(623-1)은  $\alpha$ -NPD와 BisDCM를 포함하며,  $\alpha$ -NPD와 BisDCM를 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때,  $\alpha$ -NPD중에 BisDCM가 2 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 15 nm로 한다. 제3 발광층(623-1)에서 BisDCM은 오렌지색~적색(특히 적색)의 발광을 나타내는 발광성 유기 화합물로서 기능한다.

[0108] 제4 발광층(623-2)은 20 nm의 두께의  $Ga(mq)_2 Cl$  막을 형성함으로써 형성된다. 제4 발광층(623-2)은 홀 주입층(622)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 실형성된다. 제4 발광층(623-2)에서  $Ga(mq)_2 Cl$ 은 청녹색~녹색(특히 에메랄드 색)의 발광을 나타내는 발광성 유기 화합물로서 기능한다.

[0109] 제2 발광 소자의 발광층(623) 상에 두께가 55 nm가 되도록 Alq<sub>3</sub> 막을 형성하여, 전자 주입층(624)을 형성한다. 전자 주입층(624)은 홀 주입층(612)의 형성과 같이 진공 증착법에 의해 형성된다. 본 실시예에서 전자 주입층(624)은 전자 수송층으로도 기능한다는 점을 주의해야 한다.

[0110] 전자 주입층(624) 상에 제2 음극(625)을 형성한다. 제2 음극(625)은 전자 수송성 화합물인 BCP와 그의 도너성 물질인 리튬을 포함하며, BCP와 리튬을 증발원으로서 사용하는 공증착법에 의해 형성된다. 이때, BCP중에 리튬이 0. 5 질량%의 비율로 포함되도록 조절한다. 막두께는 10 nm로 한다. 제2 음극(625)은 150 nm 두께로 Al를 더 증착함으로써 형성된다.

[0111] 전술한 방법으로 형성된 제1 발광 소자(610)는 청색~청녹색의 발광을 나타내는 제1 발광층과 노란색~오렌지색의 발광을 나타내는 제2 발광층을 가지고 있기 때문에, 청색~청녹색의 과장 영역과 노란색~오렌지색의 과장 영역에

두 개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타낸다. 제2 발광 소자(620)는 청녹색~녹색의 발광을 나타내는 제3 발광층과 오렌지~적색의 발광을 나타내는 제4 발광층을 가지고 있기 때문에, 청녹색~녹색의 파장 영역과 오렌지색~적색의 파장 영역에 두 개의 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 나타낸다.

[0112] 따라서, 제1 발광 소자(610) 및 제2 발광 소자(620)를 직렬로 적층한 본 실시예의 발광 소자는, 제1 양극(611)과 제2 음극(625) 사이에 전압을 인가함으로써, 청색~청녹색의 파장 영역, 노란색~오렌지색의 파장 영역, 및 청녹색~녹색, 오렌지색~적색의 파장 영역, 즉 가시광선 영역 거의 전반을 커버하는 광범위한 백색 발광을 얻을 수 있다. 특히, 제1 발광 소자만을 사용한 백색으로는 충분한 휘도를 얻을 수 없었던 에메랄드 색과 적색의 파장 영역에서 충분한 휘도를 얻을 수 있다는 점이 큰 장점이다. 4개의 발광색 중 몇몇의 휘도가 시간 경과에 따라 열화되거나 전류 밀도에 의해 변화했다고 해도 광범위한 스펙트럼의 영향에 의해 색도의 차이는 비교적 작다.

[제3 실시예]

[0114] 본 실시예에서는 본 발명의 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 대해 도 7을 참조하여 설명하기로 한다. 도 7a는 발광 장치를 나타내는 상면도, 도 7b는 도 7a를 A-A'로 절단한 단면도이다. 점선으로 나타난 참조번호 701은 구동 회로부(소스측 구동 회로), 702는 화소부, 703은 구동 회로부(게이트측 구동 회로)를 나타낸다. 또, 704는 실링(sealing) 기판, 705는 실런트(sealant)이며, 707은 실런트(705)로 둘러싸인 공간이다.

[0115] 참조번호 708은 소스측 구동 회로(701) 및 게이트측 구동 회로(703)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자인 FPC(flexible print circuit, 709)로부터 비디오 신호, 클록 신호, 스타트 신호, 리셋 신호등을 수신한다. 여기에는 FPC 밖에 도시되어 있지 않지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기판(PWB)이 장착될 수도 있다. 본 명세서에서의 발광 장치에는, 발광 장치 자체뿐만 아니라, 거기에 FPC 또는 PWB가 장착된 발광 장치도 포함한다.

[0116] 다음으로, 단면 구조에 대해 도 7b를 참조하여 설명하기로 한다. 소자 기판(710) 상에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되고 있지만, 여기에서는 구동 회로부인 소스측 구동 회로(701)와 화소부(702)가 도시되어 있다.

[0117] 소스측 구동 회로(701)로서 n채널 TFT(723)와 p채널 TFT(724)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 구동 회로를 형성하는 회로는 공지의 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로를 사용하여 형성될 수 있다. 본 실시예에서는 동일 기판상에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형이 설명되어 있지만, 반드시 그럴 필요는 없으며, 기판 외부에 구동 회로를 형성할 수도 있다.

[0118] 화소부(702)는 스위칭 TFT(711), 전류 제어 TFT(712), 및 전류 제어 TFT(712)의 드레인 영역에 전기적으로 접속된 양극(713)을 포함하는 복수의 화소를 갖는다. 양극(713)의 말단부를 덮기 위한 절연물(714)이 형성되어 있음을 주의해야 한다. 여기서, 포지티브 형의 감광성 아크릴 수지막이 절연물(714)로 사용된다.

[0119] 막의 피복성을 양호하게 하기 위해, 절연물(714)의 상단부 또는 하단부에 곡면을 가지도록 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연체(714)의 재료로서 포지티브 형의 감광성 아크릴을 사용했을 경우, 절연물(714)의 상단부에만 곡율 반경( $0.2\text{ }\mu\text{m}\sim3\text{ }\mu\text{m}$ )를 갖는 곡면을 갖도록 형성하는 것이 바람직하다. 빛에 의해 식각액(etchant)에 녹지 않는 네거티브 형 또는 빛에 의해 식각액에 용해되는 포지티브 형이 절연물(714)로서 사용될 수 있다. 유기 화합물뿐만 아니라, 예컨대 산화 규소, 산질화 규소 등의 무기 화합물도 사용될 수 있다.

[0120] 양극(713) 상에는 발광 소자(715) 및 음극(716)이 형성되어 있다. 여기서, 양극(713)에 이용되는 재료로서, 높은 일 함수를 갖는 재료를 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 양극(713)은 ITO(인듐 주석 산화물) 막, ITSO(인듐 주석 실리콘 산화물: indium tin silicon oxide) 막, 인듐 아연 산화물(ITO) 막, 질화 티탄 막, 크롬 막, 텅스텐 막, 아연 막, 백금 막 등의 단층 막, 질화 티탄과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층, 질화 티탄 막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 티탄막과의 3층 구조 등을 사용하여 형성될 수 있다. 양극(713)이 ITO 막으로 형성되고, 양극(713)에 접속하는 전류 제어용 TFT(712)의 배선을 질화 티탄, 알루미늄을 주성분으로 하는 막과의 적층 구조, 또는 질화 티탄 막, 알루미늄을 주성분으로 하는 막, 질화 티탄 막과의 적층 구조로 하면, 배선의 저항도 낮고, ITO 막과의 양호한 옴 접촉(ohmic contact)을 가질 수 있다. 또한, 양극(713)은 한층 더 양극으로서 기능할 수 있다. 양극(713)은 본 발명의 발광 소자(715)에서의 제1 양극과 동일한 물질로 형성될 수 있다. 또는, 양극(713)은 발광 소자(715)의 제1 양극과 일체화될 수도 있다.

[0121] 본 발명의 발광 소자(715)는 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이, 제1 발광 소자(110)와 제2 발광 소자(120)를 적층한 구조이다. 구체적으로, 발광 소자(715)는 실시 형태들, 제1 실시예 및 제2 실시예와 유사한 구성을 갖는다.

- [0122] 음극(716)에 이용하는 재료로는, 낮은 일 함수를 갖는 재료(Al, Ag, Li, Ca, 또는 MgAg, MgIn, AlLi, CaF<sub>2</sub>, 또는 CaN과 같은 이들의 합금)를 이용하여 형성될 수 있다; 그러나, 이것들에 한정되지는 않는다. 적절한 전자 주입 재료를 선택함으로써, 다양한 도전막을 적용할 수 있다. 본 발명의 발광 소자(715)로부터 나온 광(光)을 음극(716)을 통해 투과시키는 경우, 음극(716)을 두께를 얇게 한 금속 박막과 투명 도전막 ITO(산화 인듐 산화 주석 합금), ITSO(indium tin silicon oxide), 산화 인듐 산화 아연 합금(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>?ZnO), 산화 아연(ZnO) 등과의 적층을 이용하여 형성하는 방법을 생각할 수 있다. 음극(716)은 본 발명의 발광 소자(715)에서의 제2 음극과 동일한 물질로 형성될 수 있다. 또는, 음극(716)은 발광 소자(715)의 제2 음극과 일체화될 수도 있다.
- [0123] 실런트(705)로 실링 기판(704)을 소자 기판(710)을 부착하여, 소자 기판(710), 실링 기판(704), 및 실런트(705)로 둘러싸인 공간(707)에 발광 소자(715)가 제공된다. 공간(707)에는 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전될 뿐만 아니라 실런트(705)로 충전될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [0124] 실런트(705)로는 액폭시계 수지를 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 실링 기판(704)에 사용하는 재료로는 유리 기판이나 석영 기판 외에 FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(polyvinyl fluoride), 마일러(myler), 폴리에스테르 또는 아크릴 등으로 형성되는 플라스틱 기판을 이용할 수 있다.
- [0125] 전술한 바와 같이, 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0126] 본 실시예에서 설명된 발광 장치는, 실시 형태들, 제1 실시예 및 제2 실시예에서 설명한 발광 소자의 구성을 자유롭게 조합해 실시할 수 있다. 또한, 본 실시예에서 설명된 발광 장치는, 필요에 따라서는, 칼라 필터 등의 색도 변환 막을 이용할 수도 있다.
- [0127] [제4 실시예]
- [0128] 본 실시예에서는, 본 발명의 발광 소자를 가지는 발광 장치를 이용해 완성시킨 여러가지 전자 장치에 대해, 도 8을 이용해 설명한다.
- [0129] 본 발명의 발광 소자를 포함하여 형성되는 발광 장치를 이용해 제작된 전자 장치로는 텔레비전, 비디오 카메라, 디지털 카메라, 고글형 디스플레이(head mounted display), 네비게이션 시스템, 음향 재생장치(카 오디오, 오디오 컴포넌트 등), 퍼스널 컴퓨터, 게임기기, 퍼스널 디지털 보조단말기(모바일 컴퓨터, 휴대전화, 휴대형 게임기 또는 전자 책 등), 기록 매체를 갖춘 이미지 재생장치(구체적으로 디지털 다용도 디스크(DVD)와 같이 기록 매체를 재생할 수 있고 그 이미지를 표시할 수 있는 표시장치를 갖춘 장치), 조명 기구 등을 들 수 있다. 이러한 전기 장치의 구체적인 예는 도 8a 내지 도 8e에 도시되어 있다.
- [0130] 도 8a는 디스플레이장치이며, 샤시(chassis; 8001), 지지부(8002), 디스플레이부(8003), 스피커부(8004), 비디오 입력 단자(8005) 등을 포함한다. 디스플레이장치는 본 발명에 따라 형성된 발광 장치를 디스플레이부(8003)에 사용함으로써 제작된다. 디스플레이장치는 퍼스널 컴퓨터용, TV방송 수신용, 광고용 등의 모든 정보 표시용 장치가 포함된다.
- [0131] 도 8B는 휴대용 퍼스널 컴퓨터를 도시한 것이며, 본체(8101), 샤시(8102), 디스플레이부(8103), 키보드(8104), 외부 접속 포트(8105), 포인팅 마우스(8106) 등을 포함한다. 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치를 디스플레이부(8103)에 사용하여 제작된다.
- [0132] 도 8C는 비디오 카메라이며, 본체(8201), 디스플레이부(8202), 샤시(8203), 외부 접속 포트(8204), 리모콘 수신부(8205), 영상수신부(8206), 배터리(8207), 음성 입력부(8208), 조작 키(8209), 접안부(8210) 등을 포함한다. 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치를 디스플레이부(8202)에 사용하여 제작된다.
- [0133] 도 8D는 탁상 조명 기구이며, 조명부(8301), 차양(shade, 8302), 가변 암(variable arm, 8303), 지지대(8304), 받침대(8305), 전원 스위치(8306)를 포함한다. 본 발명의 발광 소자를 이용하여 형성되는 발광 장치를 조명부(8301)에 사용하는 것으로 제작된다. 조명 기구에는 천정 고정형 조명기구 또는 벽걸이형 조명 기구 등도 포함된다.
- [0134] 도 8e는 휴대전화이며, 본체(8401), 샤시(8402), 디스플레이부(8403), 음성 입력부(8404), 음성 출력부(8405), 조작 키(8406), 외부 접속 포트(8407), 안테나(8408) 등을 포함한다. 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치를 디스플레이부(8403)에 사용하여 제작된다.

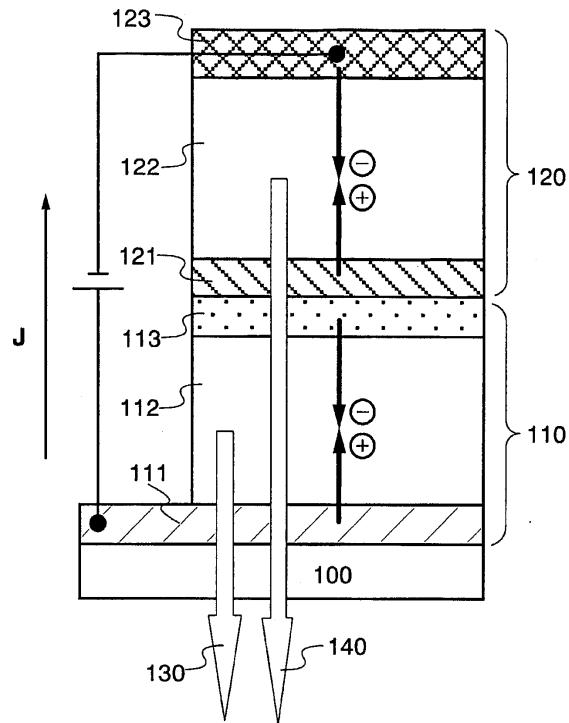
## 산업상 이용가능성

[0135]

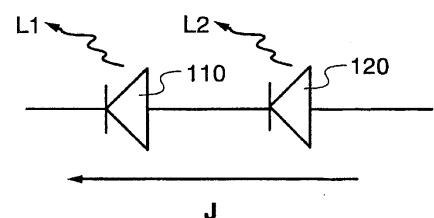
전술한 바와 같이, 본 발명의 발광 소자를 사용한 전자 장치나 조명 기구를 얻을 수 있다. 본 발명의 발광 소자를 갖는 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓으며, 이 발광 장치는 모든 분야의 전자 장치에 적용 가능하다.

## 도면

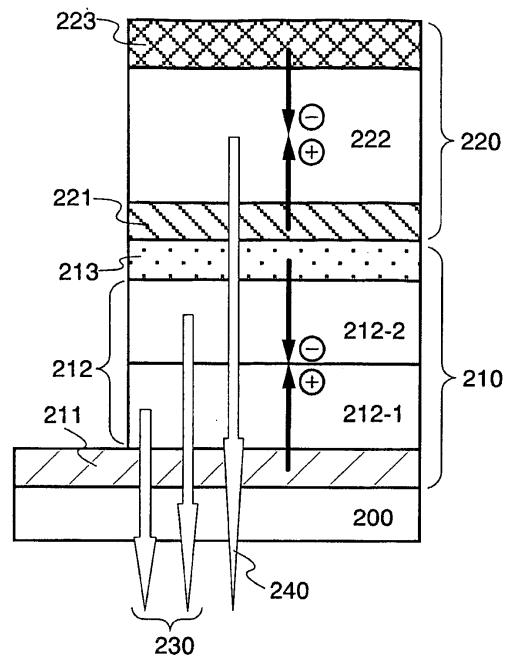
### 도면 1a



### 도면 1b

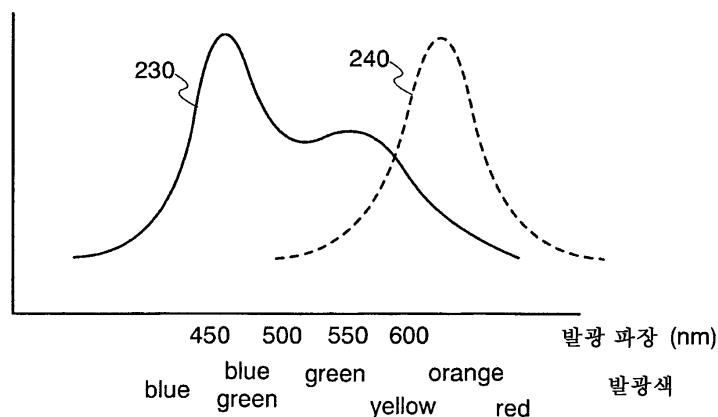


도면2a

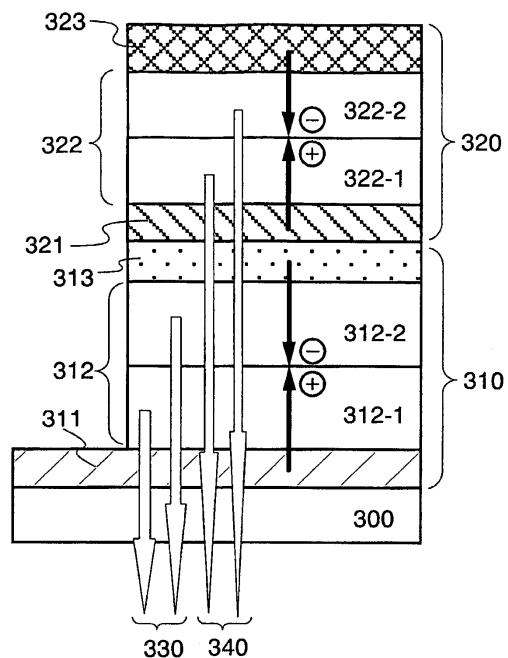


도면2b

발광 강도

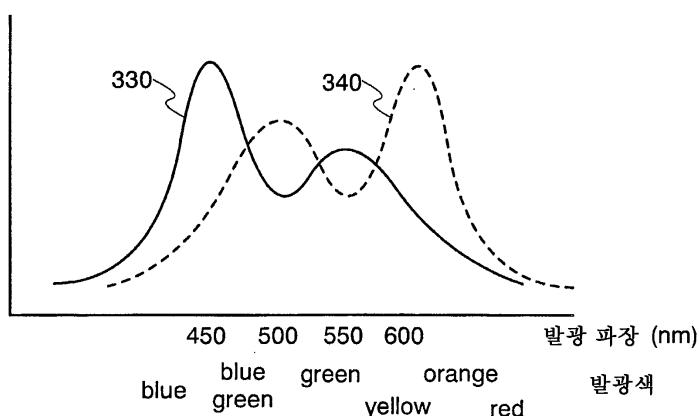


도면3a

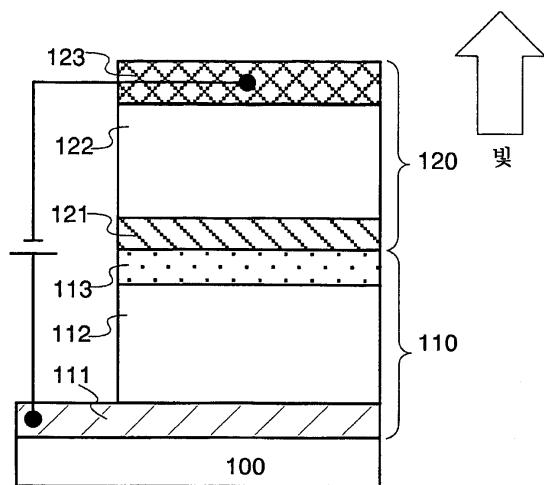


도면3b

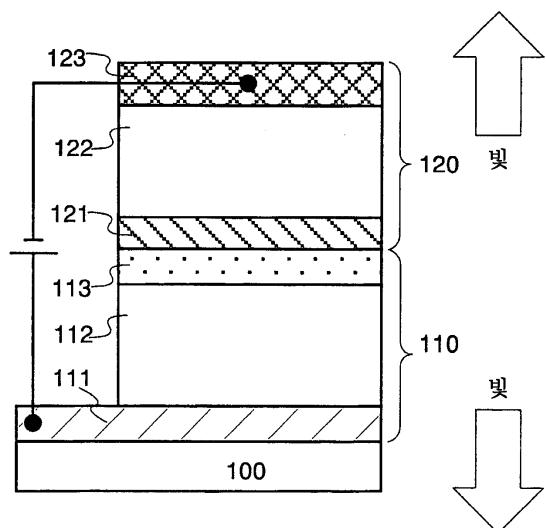
발광 강도



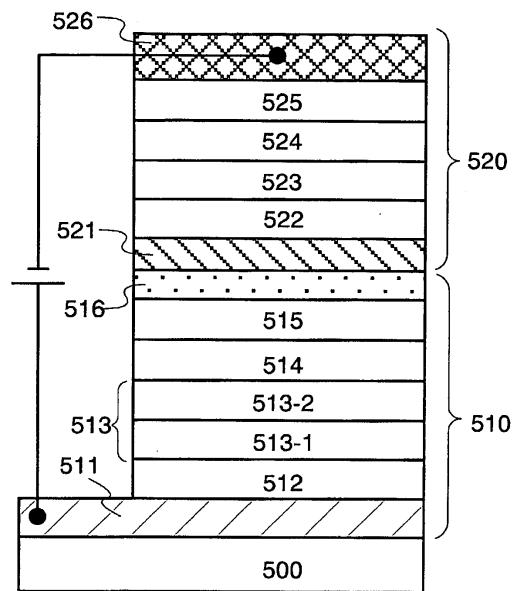
도면4a



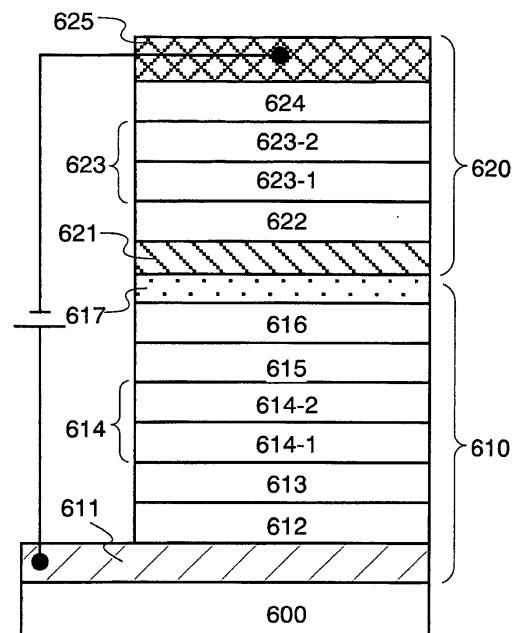
도면4b



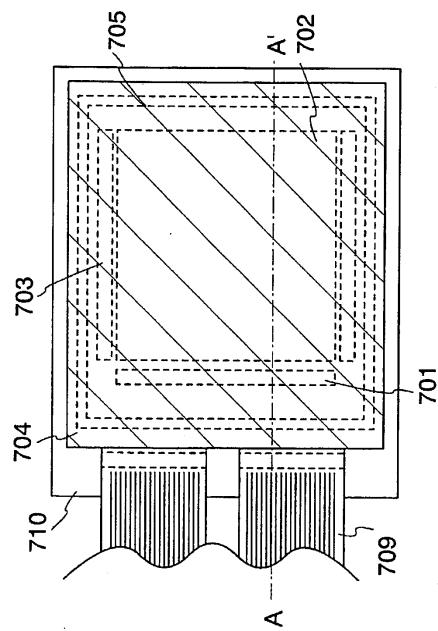
## 도면5



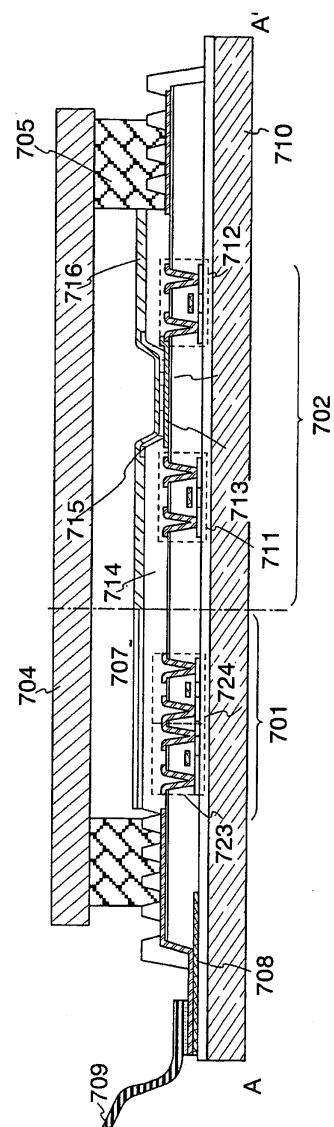
## 도면6



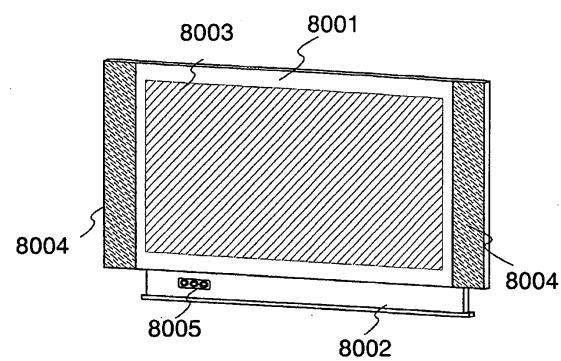
도면7a



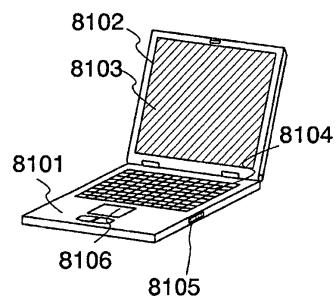
## 도면7b



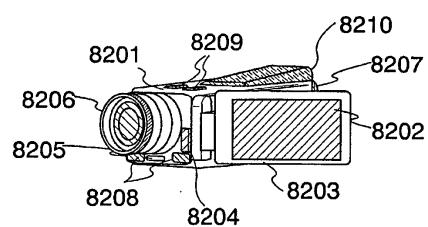
### 도면8a



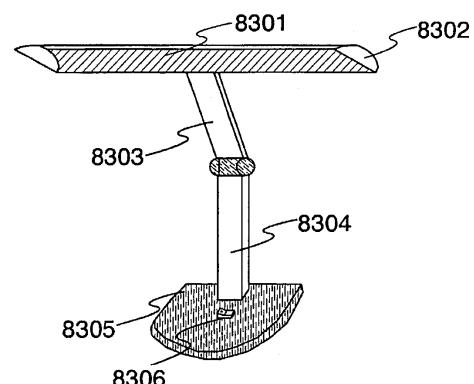
도면8b



도면8c



도면8d



도면8e

