(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0018931
(43) 공개일자 2011년02월24일

(51) Int. Cl.
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 51/54* (2006.01)
H05B 33/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0002964(분할)
(22) 출원일자 2011년01월12일
심사청구일자 2011년01월12일
(62) 원출원 특허 10-2004-0024594
원출원일자 2004년04월09일
심사청구일자 2009년04월09일
(30) 우선권주장
JP-P-2003-105135 2003년04월09일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
아베 히로코
일본, 가나가와켄 243-0036, 아쓰기시, 하세, 398, 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(74) 대리인
장훈

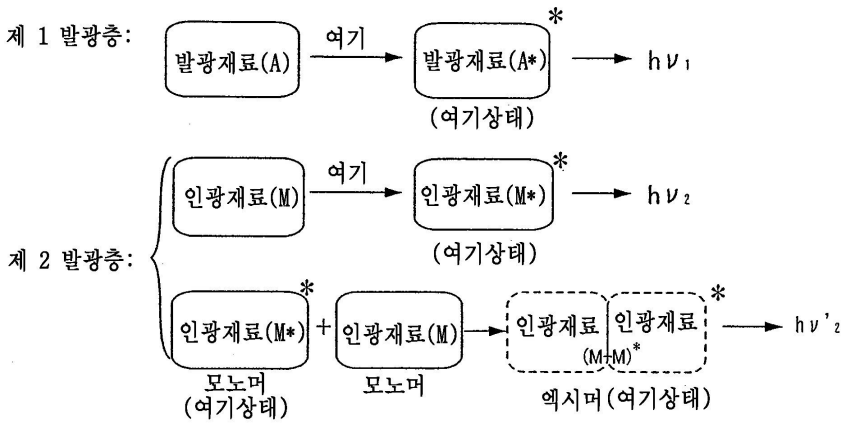
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 조명 장치

(57) 요 약

백색 발광에서의 컬러의 밸런스(화이트 밸런스)를 쉽게 제어할 수 있는 전계 발광 소자가 본 발명에 따라 제공된다. 전계 발광 소자는 한 종류 또는 두 종류 이상의 발광 재료를 포함하는 제 1 발광층, 및 두 종류의 발광 재료(주재료 및 인광 재료)를 포함하는 제 2 발광층을 포함하며, 상기 인광 재료는 10 내지 40wt%의 농도, 바람직하게는 12.5 내지 20wt%의 농도로 도핑된다. 결과적으로, 제 1 발광층으로부터 청색 발광이 얻어질 수 있고 제 2 발광층으로부터 녹색 발광 및 적색(또는 오렌지색) 발광이 얻어질 수 있다. 전류 밀도를 증가시키는 경우 발광 피크 세기가 동일한 비율로 변경되기 때문에, 이러한 장치 구성을 갖는 전계 발광 소자는 화이트 밸런스를 쉽게 제어할 수 있다.

대 표 도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극;

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광층; 및

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이의 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광층은 인광 재료를 10 내지 40wt%의 농도로 포함하는 조명 장치.

청구항 2

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극;

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광층; 및

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이의 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광층은 인광 재료를 10^{-4} 내지 10^{-3}mol/㎤의 농도로 포함하는 조명 장치.

청구항 3

제 1 전극;

상기 제 1 전극 위의 제 2 전극;

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이의 제 1 발광층; 및

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이의 제 2 발광층을 포함하고,

상기 제 2 발광층은 인광 재료를 포함하고,

상기 인광 재료의 2개의 중심 금속들은 서로 2 내지 20Å의 거리에 있는 조명 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 중 하나는 차광 특성을 갖는, 조명 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 상기 인광 재료를 12.5 내지 20 wt%의 농도로 포함하는, 조명 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 발광층의 발광 피크는 상기 제 2 발광층의 발광 피크보다 작은, 조명 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인광 재료는 중심 금속으로 백금을 갖는 유기 금속 착체인, 조명 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 발광층의 LUMO 준위 및 상기 제 2 발광층의 LUMO 준위 사이의 에너지 갭(energy gap)은 0.3eV보다 큰, 조명 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명 장치는 백색을 발광하도록 구성되는, 조명 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 전극 위에 투명 보호층을 더 포함하고,

상기 투명 보호층은 제 1 무기막, 상기 제 1 무기막 위의 유기막, 상기 유기막 위의 제 2 무기막을 포함하는, 조명 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 애노드, 캐소드, 및 상기 한 쌍의 전극들을 통해 전류를 인가함으로써 발광하는 유기 화합물 포함 층(이하, 전계 발광층)을 포함하는 전계 발광 소자와; 상기 전계 발광층을 포함하는 발광 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 백색광을 발광하는 전계 발광 소자, 및 상기 전계 발광 소자를 포함하는 풀 컬러(full color) 발광 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전계 발광 소자는 한 쌍의 전극(애노드와 캐소드) 사이에 삽입된 전계 발광층을 포함한다. 발광 메커니즘은 다음과 같다. 한 쌍의 전극을 통해 전압을 인가할 때, 애노드로부터 주입되는 정공과 캐소드로부터 주입되는 전자가 전계 발광층 내에서 서로 재결합하여 분자 여기자(molecular excitons)를 형성하게 되고, 분자 여기자는 광자(photon)를 방출하기 위해 에너지를 방사하면서 다시 기저 상태로 되돌아간다. 유기 화합물로부터 가능한 두 개의 여기 상태, 즉 싱글 상태(singlet state)와 트리플 상태(triple state)가 있다. 발광은 싱글 상태 및 트리플 상태 모두를 통하여 가능하다고 생각된다.

[0003] 전계 발광층이 발광 재료로 형성된 발광층만을 포함하는 단일층 구조를 가질수도 있지만, 전계 발광층은 발광층만을 포함하는 단일층 구조뿐만 아니라, 다수의 기능성 재료로 형성되는 정공 주입층, 정공 수송층, 정공 차단층, 전자 수송층, 전자 주입층 등을 구비하는 적층 구조로 형성될 수도 있다.

[0004] 발광층 내의 주요 물질(host substances)에 소량의 발광 물질(통상적으로, 주요 물질의 값에 기초하여 많아야 약 10^{-3}mol%)을 도핑함으로써 색조(color tone)가 적절히 변경될 수 있다고 알려져 있다. (예를 들면, 일본 특허 공보 제2,814,435호 참조.)

[0005] 또한, 색조를 변경하기 위한 방법으로서 이하의 내용이 공지되어 있다. 발광층으로부터 얻어지는 청색광 발광이 발광원으로서 사용되고, 얻어지는 발광의 컬러는 컬러 변경 재료로 형성된 컬러 변경층 내에서 원하는 컬러로 변환된다(이하, CCM 법으로 칭함). 또한, 발광층으로부터 얻어지는 백색광이 발광원으로서 사용되고, 얻어지는 발광의 컬러는 컬러 필터에 의해 원하는 컬러로 변환된다(이하, CF 법으로 칭함).

[0006] 그러나, CCM 법을 채택하는 경우, 청색으로부터 적색으로의 컬러 변환 효율이 원래 열악하기 때문에 적색에 문제가 있었다. 또한, 컬러 변환 재료가 발광 재료이기 때문에 태양광과 같은 외부로부터의 광으로 인해 화소에서의 발광에서 콘트라스트가 저하하는 문제가 있었다. 따라서, 이러한 문제점이 없는 CF 법을 사용되는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

[0007] CF 법을 사용하는 경우에, 많은 광이 컬러 필터에서 흡수되기 때문에, 높은 휘도를 갖는 백색 발광을 나타내는

전계 발광 소자(이하, 백색 발광 소자)가 필요하다.

[0008] 백색 발광 소자에 대하여, 각종 구성을 갖도록 각종 재료에 의해 형성된 소자들이 보고되고 있다. 상이한 컬러를 각각 발광하는 다수의 재료에 의해 백색 발광이 얻어지기 때문에, 발광 컬러의 밸런스(화이트 밸런스)를 제어하는 것이 매우 중요한데, 그렇게 하기가 어렵다.

[0009] 예를 들면, 청색, 녹색 및 적색으로 각각 발광하는 다수의 재료를 혼합함으로써 백색 발광이 얻어지는 경우에, 각 재료의 발광 피크 세기가 전류 밀도에 따라 다른 것으로 보고되어 있다(예를 들면, Brien W. D'Andrade, Jason Brooks, Vadim Adamovich, Mark E. Thompson, 및 Stephen R. Forrest의 Advanced Material (2002), 14, No.15, August 5, 1032-1036 (FIG. 2) 참조). 이러한 소자를 형성하는 경우, 각 발광 컬러의 피크 세기는 상이한 비율로 변경된다. 결과적으로, 이들 발광 컬러의 피크 세기를 결정하는 파라미터에 의해 조정되는 화이트 밸런스를 제어하는 것이 매우 어렵게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 백색 발광 내에서 컬러 밸런스(화이트 밸런스)를 쉽게 제어할 수 있는 전계 발광 소자를 제공하는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1a 내지 도 1c는 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 발광 메커니즘을 도시하는 도면.

도 2a 및 도 2b는 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 장치 구성을 도시하는 밴드도.

도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 장치 구성을 도시하는 밴드도.

도 4a 및 도 4b는 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 장치 구성을 도시하는 밴드도.

도 5는 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 구체적 장치 구성을 도시하는 도면.

도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 발광 장치의 개략도.

도 7a 내지 도 7g는 본 발명에 따른 발광 장치를 사용하는 전기 장치의 예를 도시하는 도면.

도 8은 제 2 실시예와 제 1 비교예에 따른 발광 스펙트럼을 도시하는 도면.

도 9는 제 2 실시예에 따른 발광 스펙트럼의 전류 밀도 의존성을 도시하는 도면.

도 10은 제 2 실시예와 제 1 비교예에 따른 휘도-전류 특성을 도시하는 도면.

도 11은 제 2 실시예와 제 1 비교예에 따른 휘도-전압 특성을 도시하는 도면.

도 12는 제 2 실시예 제 1 비교예에 따른 전류 효율성-전류 특성을 도시하는 도면.

도 13은 제 2 실시예와 제 1 비교예에 따른 전류-전압 특성을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 상기 언급된 문제점을 해결하기 위한 조사의 결과, 본 발명가는, 다수의 발광 재료 중에서 백색 발광을 얻기 위해 사용되는 발광 재료의 농도를 소정의 범위 내에 유지함으로써 전류 밀도가 증가되는 경우에도 피크 세기의 변경의 비율이 발광 재료에 따라 거의 변경되지 않는다는 것을 발견하였다.

[0013] 상기를 감안하여, 전계 발광 소자 내의 전계 발광층은 한 종류 또는 두 종류 이상의 발광 재료를 포함하는 제 1 발광층과; 두 종류의 발광 재료를 포함하며, 이들 중 한 재료가 10 내지 40wt%, 바람직하게는 12.5 내지 20wt%의 농도로 도핑된 제 2 발광층을 포함한다.

[0014] 상술된 구조에 있어서, 400 내지 500㎚의 파장 영역 내에서 발광 피크 세기를 갖는 청색 발광은 한 종류 또는 두 종류 이상의 발광 재료를 사용함으로써 제 1 발광층으로부터 얻어질 수 있고; 500 내지 550㎚의 파장 영역 내에서 발광 피크 세기를 갖는 녹색 발광과 550 내지 700㎚의 파장 영역 내에서 발광 피크 세기를 갖는 적색(또는 오렌지색) 발광은 두 종류의 발광 재료, 즉 주재료와 인광 재료(phosphorescent material)를 사용하고 10 내지 40wt%, 바람직하게는, 12.5 내지 20wt%의 농도로 인광 재료를 도핑함으로써 제 2 발광층으로부터 얻어질 수

있다. 그러나, 인광 재료로서, 여기된 원자 또는 분자와 기저 상태의 원자 또는 분자의 결합에 의해 형성되는 여기 이합체(exited dimer)(엑시머)를 형성하게 될 수 있는 재료가 사용되었다.

[0015] 상술된 바와 같이, 청색을 발광하는 제 1 발광층과 녹색 및 적색(오렌지색)을 발광하는 제 2 발광층이 개별적으로 형성된다. 결과적으로, 제 1 발광층을 형성하기 위한 농도 등의 제어가 쉽게 될 수 있기 때문에, 전계 발광 소자가 쉽게 제조되는 이점이 있다. 또한, 모든 컬러의 발광이 하나의 발광층으로부터 얻어지는 경우와 비교하여, 서로 상이한 구조를 갖는 분자의 발광층 내에서의 상호작용으로 인한 발광 파장의 변화, 피크 세기의 감소 등이 방지되는 것으로 예측될 수 있다.

[0016] 또한, 인광 재료를 상술된 농도 범위 내에서 제 2 발광층으로 도핑함으로써, 인광 재료로부터 형성되는 여기자의 수가 제어될 수 있을 뿐만 아니라, 제 1 발광층으로부터의 청색 발광과 동시에 제 2 발광층으로부터 발광(녹색 발광 및 적색 발광)이 얻어질 수 있다. 이 경우, 여기자로부터의 발광(적색(또는 오렌지색))과 인광 재료로부터 얻어지는 인광성 발광(녹색 발광)의 피크 세기와(양쪽 발광의 피크 세기는 세기 비율이 농도에 의존하기 때문에 동일한 것으로 간주될 수 있다) 제 1 발광층으로부터의 청색 발광의 피크 세기는 전류 밀도가 증가하는 경우 거의 동일한 비율로 변경되고, 따라서, 피크 세기는 쉽게 제어될 수 있고 화이트 밸런스가 잘 맞추어진 백색광 발광이 쉽게 얻어질 수 있게 된다.

[0017] 따라서, 본 발명의 구성적 특징 중 하나는 전계 발광 소자가 한 쌍의 전극들 사이에 삽입된 전계 발광층을 포함하고, 전계 발광층은 적어도 제 1 발광층과 제 2 발광층을 포함하며, 각각은 500 내지 700㎚ 사이의 파장 영역에서 발광 피크를 가지며; 제 2 발광층은 여기자를 형성하는 인광 재료를 10 내지 40wt%, 바람직하게는, 12.5 내지 20wt%의 농도로 포함한다.

[0018] 본 발명의 다른 구성적 특징은 전계 발광 소자가 한 쌍의 전극들 사이에 삽입된 전계 발광층을 포함하고, 상기 전계 발광층은 적어도 제 1 발광층과 제 2 발광층을 포함하며, 각각은 500 내지 700㎚ 사이의 파장 영역에서 발광 피크를 가지며; 제 2 발광층은 여기자를 형성하는 인광 재료를 적어도 10^{-4}㏖/㎤와 최대 10^{-3}㏖/㎤의 농도로 포함한다.

[0019] 인광 재료의 농도를 상술된 범위 내로 설정함으로써, 적색(또는 오렌지색) 발광(550 내지 700㎚의 파장 영역에서 발생)에 대한 녹색 발광(500 내지 550㎚의 파장 영역에서 발생)의 발광 피크 세기는 50 내지 150%, 바람직하게는, 70 내지 130%의 비율을 갖는다.

[0020] 또한, 인광 재료의 농도를 상술된 범위 내로 설정함으로써, 100 내지 2000cd/㎡의 휘도, 바람직하게는, 300 내지 1000cd/㎡의 휘도가 전계 발광 소자로부터 얻어진다.

[0021] 또한, 인광 재료의 농도를 상술된 범위 내로 설정함으로써, 인광 재료의 분자가 여기자 방출을 형성할 수 있도록 인광 재료의 일부가 서로 소정의 간격으로 떨어져 존재할 수 있다.

[0022] 또한, 인광 재료의 농도를 상술된 범위 내로 설정함으로써, 인광 재료의 중심 금속이 서로 2 내지 20Å 떨어지도록 금속 착체(metal complex)에 의해 형성되는 인광 재료가 존재할 수 있다.

[0023] 상기 각각의 구성적 특징에 있어서, 제 2 발광층은 20 내지 50㎚의 두께를 갖도록 형성되는 것이 바람직하고, 25 내지 40㎚의 두께를 갖도록 형성되는 것이 보다 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 각각의 각 구성적 특징에 있어서, 제 1 발광층은 400 내지 500㎚의 파장 영역에서 발광 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 가지며; 제 2 발광층은 500 내지 700㎚의 파장 영역에서 발광 피크를 갖는 발광 스펙트럼을 가지며; 다수의 발광 피크 중 임의의 하나는 여기자 발광이다.

[0025] 상기 각각의 구성적 특징에 있어서, 인광 재료는 중심 금속으로서 플래티늄을 갖는 유기금속 착체(organic metal complex)이다.

[0026] 본 발명은 전기 기구(electric appliances) 및 발광 장치를 포함하며, 각각은 상술된 전계 발광 소자를 포함한다.

[0027] 따라서, 다수의 발광 재료 중에서 백색광 발광을 얻기 위해 사용되는 발광 재료의 농도를 소정의 범위 내로 유지함으로써 백색광 발광에서의 컬러 밸런스(화이트 밸런스)를 쉽게 제어할 수 있는 전계 발광 소자가 제공될 수 있다.

[0028] 본 발명의 이들 및 다른 목적, 특징 및 이점은 첨부된 도면과 연계한 하기의 상세한 설명으로부터 더욱 명확해

질 것이다.

[0029] 본 발명에 따른 전계 발광 소자는 한 쌍의 전극(애노드 및 캐소드)과 적어도 제 1 발광층 및 제 2 발광층을 포함하며 상기 한 쌍의 전극들 사이에 삽입된 전계 발광층을 포함한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 제 1 발광층 내에서는, 발광 재료는 캐리어의 재결합에 의해 여기되고, 여기 상태의 모노머가 형성되어, 발광이 얻어진다(청색 발광: $h\nu_1$). 제 2 발광층 내에서는, 인광 재료가 캐리어의 재결합에 의해 여기되고, 여기 상태의 모노머가 형성되어, 인광성 발광이 얻어진다(녹색 발광: $h\nu_2$), 동시에, 제 2 발광층 내에서, 여기 상태의 모노머와 기저 상태의 모노머가 여기 이합체(엑시머)를 형성하여, 엑시머 발광(적색(또는 오렌지색): $h\nu_2'$)이 얻어질 수 있다.

[0030] 제 2 발광층 내에서, 도 1b에 도시된 바와 같이, 인광 재료로부터 얻어지는 엑시머 상태의 에너지 상태가 인광 재료로부터 얻어지는 여기 상태의 에너지 상태보다 낮기 때문에, 엑시머 발광($h\nu_2'$)은 일반적인 인광성 발광($h\nu_2$)보다 항상 더 긴 파장측이다(구체적으로는, 적어도 수십 ㎚ 더 긴 파장측). 따라서, 녹색 발광 파장 영역에서 인광성 발광을 할 수 있는 인광 재료가 본 발명에서와 같이 사용되는 경우, 엑시머 발광은 적색 발광 파장 영역에 있다. 그러므로 본 발명에 따르면, 인광 재료로부터의 적색 발광과 녹색 발광을 다른 발광 재료로부터의 청색 발광과 결합함으로써, 적색, 녹색 및 청색의 파장 영역 각각에서 피크 세기를 갖는 고효율의 백색광 발광이 얻어질 수 있다.

[0031] 인광 재료로부터 엑시머 상태를 형성하기 위해서, 여기 상태의 모노머와 기저 상태의 모노머를 그들의 상호작용에 의해 여기 이합체로 쉽게 형성할 수 있어야 한다. 구체적으로는, 인광 재료는 제 2 발광층 내에서 10 내지 40wt%의 농도로 주 재료에 도핑되는 것이 바람직하고, 12.5 내지 20wt%의 농도로 도핑되는 것이 더 바람직하다. 또한, 인광 재료의 중심 이온(또는 원자) 사이의 간격을 소정의 범위 내로 유지하기 위한 게스트 재료들(guest materials)로서 플래티늄 착체와 같이 높은 평면 구조를 갖는 인광 재료가 사용되는 것이 바람직하다. 본 발명에 따르면, 기저 상태의 인광 재료(모노머)와 여기 상태의 인광 재료(모노머)가 도 1c의 (a)로 표시된 위치와 (b)로 표시된 위치에 각각 위치하는 경우, 중심 이온 사이의 간격(d_1)은 2 내지 5Å인 것이 바람직하다. 그러나 기저 상태의 인광 재료(모노머)가 (c)로 표시된 위치에 위치하는 경우에도, 기저 상태의 인광 재료(모노머)는 여기 상태의 인광 재료(모노머)와 상호작용할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 인광 재료의 분자 구조에서의 평균 반경(r)이 대략 6 내지 9Å인 것을 고려하면, 중심 이온 사이의 간격(d_2)은 $2Å \leq d_2 \leq 20Å$인 것이 바람직하다.

[0032] 청색을 발광하는 제 1 발광층은 단일 재료(청색 발광체), 또는 주재료 및 게스트 재료(청색 발광체)로 형성될 수 있다.

[0033] 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 형성함으로써, 제 1 발광층과 제 2 발광층 둘 다가 발광을 하도록 장치 설계가 이루어져야 한다. 구체적으로는, 전계 발광층을 구성하는 제 1 발광층, 제 2 발광층 및 다른 층 사이의 이온화 전위의 관계가 아주 적절하게 될 필요가 있다.

[0034] 또한, 장치 설계는 전계 발광층을 구성하는 기능층의 구성에 따라 상이하게 되기 때문에, 본 발명의 양호한 실시예는, 이하, 장치 구성과 밴드도(band diagram) 사이의 관계를 기준으로 설명될 것이다.

[0035] 제 1 실시예

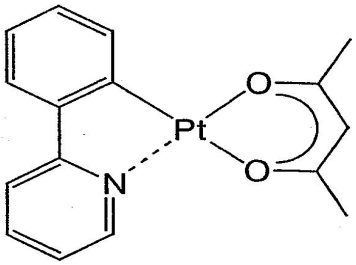
[0036] 제 1 실시예에서, 도 2a에 도시된 바와 같이, 제 1 전극(201), 전계 발광층(202), 및 제 2 전극(203)이 기판(200) 위에 형성되고, 전계 발광층(202)이 제 1 발광층(211), 제 2 발광층(212), 및 전자 수송층(213)을 포함하는 적층 구조를 갖는 경우가 설명될 것이다. 또한, 제 1 발광층(211)은 발광체(light-emitting body)를 포함한다. 제 2 발광층(212)은 주재료(251)와 발광체로서 기능하는 인광 재료(252)를 포함한다. 인광 재료는 인광성 발광과 엑시머 발광 둘 다를 발생시킬 수 있다.

[0037] 제 1 발광층(211)에 대한 발광체(발광 재료)로서, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-1,1'-비페닐-4,4'-디아민(TPD로 약칭) 또는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]-비페닐(이하, α-NPD로 약칭)과 같은 유도체와 같은 정공 수송 특성을 갖는 청색 발광 재료; 또는 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)-(4-하이드록시-비페닐릴)-알루미늄(BAlq로 약칭) 또는 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조옥사졸레이트]징크($Zn(BOX)_2$)로 약칭)와 같은 전자 수송 특성을 갖는 청색 발광 재료가 사용된다. 예를 들면, 페릴렌, 9,10-디페닐 안트라센과 같은 여러 가지 청색 발광 염료, 또는 쿠마린계 발광 염료(쿠마린 30 등)가 게스트 재료로서 사용될 수 있다. 또한, 비스(4,6-디플루

오로페닐)피리디나토-N,$C^{2'}$)(아세틸아세토나토)이리듐(Ir(Fppy)$_2$(acac)로 약칭)와 같은 인광 재료가 사용될 수 있다. 이들 재료 모두는 400 내지 500㎚의 파장 영역에 발광 피크 세기를 가지며, 따라서 이들은 본 발명에 따른 제 1 발광체(211)에 대한 재료로서 적당하다.

[0038] 중심 금속으로 플래티늄을 갖는 유기 금속 착체가 제 2 발광층(212)의 발광체(인광 재료)에 대해 유효하게 사용된다. 구체적으로는, 하기의 구조식 1 내지 구조식 4로 표현되는 물질을 10 내지 40wt%, 바람직하게는 12.5 내지 20wt%의 농도로 주재료에 도핑함으로써, 인광성 발광과 엑시머 발광 둘 다가 얻어질 수 있다. 그러나 본 발명은 이에 제한되는 것은 아니고, 인광성 발광과 엑시머 발광 둘 다가 동시에 얻어질 수만 있다면 어떠한 인광 재료도 사용될 수 있다.

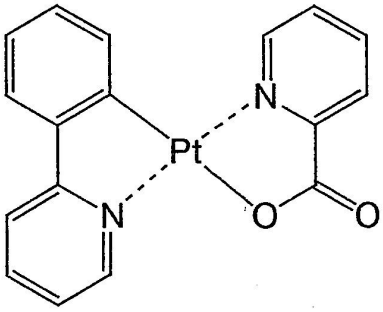
[0039] [구조식 1]



(1)

[0040]

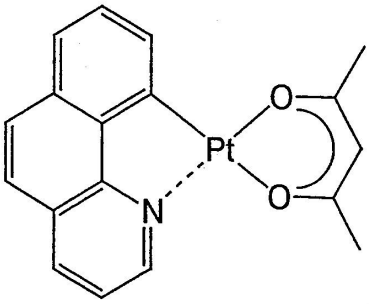
[0041] [구조식 2]



(2)

[0042]

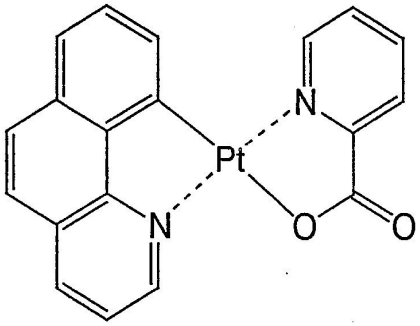
[0043] [구조식 3]



(3)

[0044]

[0045] [구조식 4]



(4)

[0046]

[0047] 발광체를 포함하는 제 2 발광층과 제 1 발광층에 대해 게스트 재료를 사용하는 경우, 하기의 예로 대표되는 정공 수송 재료 또는 전자 수송 재료가 사용될 수 있다. 또한, 4,4'-N,N'-디카바조릴-비페닐(CBP로 약칭)과 같은 바이폴라 재료가 주재료로서 사용될 수 있다.

[0048] 정공 수송 재료로서, 방향족의 아민(즉, 벤젠 링-질소 결합을 갖는 아민) 화합물이 사용되는 것이 바람직하다. 예를 들면, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-1-1'-비페닐-4,4'-디아민(TPD로 약칭) 또는 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아미노]-비페닐(α-NPD로 약칭)과 같은 유도체가 널리 사용된다. 또한, 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐-아미노)-트리페닐 아민(TDATA로 약칭); 및 4,4',4''-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐-아미노]-트리페닐 아민(MTDATA로 약칭)를 포함하는 스타 버스트 방향족 아민 화합물(star burst aromatic amine compounds)도 사용될 수 있다.

[0049] 전자 수송 재료로서, 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄(Alq_3로 약칭), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀레이트)알루미늄($Almq_3$로 약칭), 비스(10-하이드록시벤소[h]-퀴놀리나토)베릴륨($BeBq_2$로 약칭), BAlq, $Zn(BOX)_2$, 및 비스[2-(2-하이드록시페닐)-벤조티아졸레이트]징크($Zn(BTZ)_2$로 약칭)와 같은 금속 착체가 사용된다. 또한, 2-(4-비페닐)-5-(4-테르트-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(PBD로 약칭), 및 1,3-비스[5-(P-테르트-qnxlfvpslf)-1,3,4-옥사디아졸-2-yl]벤젠(OXD-7로 약칭)과 같은 옥사디아졸 유도체; 3-(4-테르트-부틸페닐)-4-페닐-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(TAZ로 약칭) 및 3-(4-테르트-부틸페닐)-4-(4-에틸페닐)-5-(4-비페닐릴)-1,2,4-트리아졸(p-EtTAZ로 약칭)과 같은 트리아졸 유도체; 2,2'2''-(1,3,5-벤젠트릴)트리스[1-페닐-1H-벤지미다졸](TPBI로 약칭)과 같은 이미다졸 유도체; 및 바토페난트롤린(BPhen으로 약칭) 및 바토큐프로인(BCP로 약칭)과 같은 페난트롤린 유도체가 금속 착체에 부가하여 사용될 수 있다.

[0050] 또한, 상술된 전자 수송 재료는 전자 수송층(213)으로 사용될 수 있다.

[0051] 도 2b는 상술된 구조를 갖는 장치를 형성하는 경우의 밴드도(band diagram)이다. 도 2b는 제 1 발광층(201)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(220); 제 1 발광층(211)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(221) 및 LUMO 레벨(222); 박막 형상의 제 2 발광층(212)의 주재료의 HOMO 레벨(이완화 전위)(223) 및 LUMO 레벨(224); 제 2 발광층(212)의 게스트 재료(인광 재료)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(225) 및 LUMO 레벨(226); 전자 수송층(213)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(227) 및 LUMO 레벨(228); 및 제 2 전극(203)의 LUMO 레벨(229)을 각각 도시한다.

[0052] 이 경우, 제 1 발광층(211)의 이온화 전위(221)와 전체 제 2 발광층(212)(주재료(251)와 인광 재료(252) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(이 경우, 주재료(251)의 이온화 전위는 전체 제 2 발광층(212)의 이온화 전위인 것으로 간주된다)(223) 사이의 에너지 갭(230)은 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV). 만약 에너지 갭이 작으면, 제 1 발광층(211)이 정공 수송 특성을 가지기 때문에 정공이 제 1 발광층(211)으로부터 제 2 발광층(212)으로 주입된다. 결과적으로, 대부분의 캐리어가 제 2 발광층(212) 내에서 재결합하게 된다. 따라서, 제 2 발광층(212)이 녹색에서 적색의 파장 영역의 발광을 나타내기 때문에, 더 짧은 파장의 청색 발광을 나타내는 제 1 발광층(211)으로 에너지가 전달될 수 없다. 따라서, 제 2 발광층만이 발광하게 된다.

[0053] 에너지 갭(230)을 충분히 크게 함으로써, 대부분의 캐리어는 제 1 발광층(211)과 제 2 발광층(212) 사이의 계면 부근에서 서로 결합하게 된다. 나머지 적은 수의 캐리어가 제 2 발광층(212) 내에서 재결합되거나, 또는 인광 재료의 HOMO 레벨(214)에 일부 포획되고, 결과적으로, 제 1 발광층(211) 및 제 2 발광층(212) 둘 다가 발광할 수 있게 된다.

[0054] 청색을 발광하는 게스트 재료가 제 1 발광층(211) 내의 주재료에 포함되는 경우에도 마찬가지이다. 즉, 전체 발

광층(211)(제 1 발광층의 주재료와 청색 발광을 발생하는 게스트 재료 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(221)와 전체 제 2 발광층(212)(제 2 발광층의 주재료(251)와 인광 재료(252) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(223) 사이의 에너지 갭(230)은 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV).

[0055] 또한, 전체 제 2 발광층(212)(주재료(221)와 인광 재료(222) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(223)와 전자 수송층(213)의 이온화 전위(227) 사이의 에너지 갭(231)은 큰 것이 바람직하다(적어도, 0.4eV). 이 경우, 에너지 갭(231)을 크게 함으로써, 캐리어로 기능하는 정공이 제 2 발광층(212) 내에 포획될 수 있게 되어, 캐리어가 제 2 발광층(212) 내에서 효율적으로 재결합할 수 있게 된다.

[0056] 또한, 제 1 발광층(211)의 LUMO 레벨(222)과 전체 제 2 발광층(212)(주재료(251)와 인광 재료(252) 둘 다가 포함된 상태)의 LUMO 레벨(이 경우, 주재료의 LUMO 레벨은 전체 제 2 발광층의 LUMO 레벨로 간주된다) 사이의 에너지 갭(232)은 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV). 이 경우, 에너지 갭(232)을 크게 함으로써, 캐리어로 기능하는 정공이 제 2 발광층(212) 내에 포획될 수 있게 되어, 제 2 발광층(212) 내에서 재결합이 효율적으로 발생할 수 있게 된다.

[0057] 따라서, 제 1 발광층(211) 및 제 2 발광층(212)으로부터의 발광은 제 1 실시예의 에너지 갭(230, 231, 및 232)을 갖는 밴드-갭 구조에 의해 보다 효율적으로 얻어질 수 있다.

[0058] 제 2 실시예

[0059] 제 2 실시예에서는, 제 1 전극(301), 전계 발광층(302), 제 2 전극(303)이 기판(300) 위에 형성되고, 전계 발광층(302)이 제 1 발광층(311)과 제 2 발광층(312)을 포함하는 적층 구조를 갖는 경우가 도 3a를 참조하여 설명될 것이다. 또한, 제 2 발광층(312)은 주재료(351)와 인광 재료(352)를 포함한다. 인광 재료는 인광성 발광과 엑시머 발광을 발생할 수 있다.

[0060] 제 2 실시예는, 전계 발광층이 전자 수송층을 포함하지 않는다는 점에서 제 1 실시예와는 구별되며, 이에 따라 제 2 실시예는 전자 수송층을 형성하기 위한 공정이 생략될 수 있다는 이점이 있다. 또한, 발광 효율을 유지하기 위해서 우수한 전자 수송 특성을 갖는 재료가 제 2 발광층(312)에 대한 주재료(321)로서 사용되는 것이 바람직하다.

[0061] 제 2 실시예에서, 제 1 발광층(311) 및 제 2 발광층(312)을 형성하기 위한 재료는 제 1 실시예에서 상술된 것과 동일하다.

[0062] 도 3b는 상술된 구조를 갖는 장치를 형성하는 경우의 밴드도이다. 도 3b는 제 1 발광층(301)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(320); 제 1 발광층(311)의 HOMO 레벨(이온화 레벨)(321) 및 LUMO 레벨(322); 박막 형상의 제 2 발광층(312)의 주재료의 HOMO 레벨(이온화 전위)(323) 및 LUMO 레벨(324); 제 2 발광층(312)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(325) 및 LUMO 레벨(326); 및 제 2 전극(303)의 LUMO 레벨(327)을 각각 도시한다.

[0063] 제 1 실시예와 같이 제 2 실시예에서, 제 1 발광층(311) 및 제 2 발광층(312)으로부터 광을 효율적으로 얻기 위해서, 제 1 발광층(311)의 이온화 전위(321)와 전체 제 2 발광층(312)(주재료(351)와 인광 재료(352) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(이 경우, 주재료(351)의 이온화 전위가 전체 제 2 발광층(312)의 이온화 전위로 간주된다) 사이의 에너지 갭(341)은 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV). 또한, 제 1 발광층(311)의 LUMO 레벨(322)과 전체 제 2 발광층(312)(주재료(351)와 인광 재료(352) 둘 다가 포함된 상태)의 LUMO 레벨(이 경우, 주재료(351)의 LUMO 레벨은 전체 제 2 발광층(312)의 LUMO 레벨로 간주된다) 사이의 에너지 갭(342)은 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.3eV).

[0064] 청색을 발광하는 게스트 재료가 제 1 발광층(311) 내의 주재료에 포함되는 경우에도 마찬가지이다. 즉, 전체 발광층(311)(주재료와 청색 발광을 발생하는 게스트 재료 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위와 전체 제 2 발광층(312)(주재료(351)와 인광 재료(352) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(323) 사이의 에너지 갭(341)은 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV).

[0065] 제 3 실시예

[0066] 제 3 실시예에서, 제 1 전극(401), 전계 발광층(402), 제 2 전극(403)이 기판(400) 위에 형성되고, 전계 발광층(402)이 정공 주입층(411), 제 1 발광층(412), 제 2 발광층(413), 및 전자 수송층(414)을 포함하는 적층 구조를 갖는 경우가 도 4a를 참조하여 설명될 것이다. 또한, 제 2 발광층(413)은 주재료(451)와 발광체로서 기능하는 인광 재료(452)를 포함한다. 인광 재료는 인광성 발광과 엑시머 발광을 발생할 수 있다.

[0067] 정공 주입층(411)에 대한 재료로서, TPD, α-NPD, TDATA, 또는 MTDATA와 같은 상술된 정공 수송 재료 외에, 하기의 정공 수송 재료가 사용될 수 있다.

[0068] 정공 주입 재료로서, 프탈로시아닌(H_2-Pc로 약칭), 구리 프탈로시아닌(Cu-Pc로 약칭) 등과 같은 다른 유기 화합물 중에서 포르피린 화합물이 유용하다. 또한, 폴리스티렌 슬포네이트(PSS로 약칭), 폴리아닐린, 또는 폴리비닐 카바졸(PVK로 약칭)로 도핑된 폴리에틸렌 디옥시티포펜(PEDOT로 약칭)과 같이, 화학적으로 도핑된 도전성 폴리머 화합물(chemical-doped conductive polymer compounds)이 사용될 수 있다. 바나듐 펜톡사이드와 같은 무기 반도체의 박막 또는 알루미늄 옥사이드와 같은 무기 절연체의 초박막도 또한 사용될 수 있다.

[0069] 발광체 또는 제 1 발광층(412), 제 2 발광층(413), 및 전자 수송층(414)에 대한 재료로서, 제 1 실시예에서 설명된 것과 동일한 재료가 각각 사용될 수 있다.

[0070] 도 4b는 상술된 구성을 갖는 장치를 형성하는 경우의 밴드도이다. 도 4b는 제 1 전극(401)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(420); 정공 주입층(411)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(421) 및 LUMO 레벨(422); 제 1 발광층(412)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(423) 및 LUMO 레벨(424); 제 2 발광층(413)의 주재료의 HOMO 레벨(이온화 전위)(425) 및 LUMO 레벨(426); 제 2 발광층(413)의 게스트 재료(인광 재료)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(427) 및 LUMO 레벨(428); 전자 수송층(414)의 HOMO 레벨(이온화 전위)(429) 및 LUMO 레벨(430)을 각각 도시한다.

[0071] 제 3 실시예에 설명된 구성은 정공 주입층(411)이 포함되는 점에서 제 1 실시예와 구별된다.

[0072] 제 3 실시예에서, 제 1 발광층(412) 및 제 2 발광층(413)으로부터 광을 효율적으로 얻기 위해서는, 제 1 발광층(412)의 이온화 전위(423)와 전체 제 2 발광층(413)(주재료(451)와 인광 재료(452) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(이 경우, 주재료(451)의 이온화 전위가 전체 제 2 발광층(413)의 이온화 전위로 간주된다) 사이의 에너지 갭(441)이 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV). 유사하게, 전체 제 2 발광층(413)(주재료(451)와 인광 재료(452) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(425)와 전자 수송층(414)의 이온화 전위(429) 사이의 에너지 갭(442)이 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV). 또한, 제 1 발광층(412)의 LUMO 레벨(424)과 전체 제 2 발광층(413)(주재료(451)와 인광 재료(452) 둘 다가 포함된 상태)의 LUMO 레벨(이 경우, 주재료(451)의 LUMO 레벨이 전체 제 2 발광층(413)의 LUMO 레벨인 것으로 간주된다) 사이의 에너지 갭(443)이 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.3eV). 또한, 정공 주입층(411)의 LUMO 레벨(422)과 제 1 발광층(412)의 LUMO 레벨(423) 사이의 에너지 갭(444)이 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.3eV).

[0073] 정공 주입층(411)의 LUMO 레벨(422)과 제 1 발광층(412)의 LUMO 레벨(423) 사이의 에너지 갭(444)을 유지함으로써, 전자가 제 1 발광층(412) 내에 포획될 수 있게 되어, 제 1 발광층(412) 내에서 캐리어가 서로 효율적으로 재결합할 수 있게 된다.

[0074] 청색을 발광하는 게스트 재료가 제 1 발광층(412) 내의 주재료에 포함되는 경우에도 마찬가지이다. 즉, 전체 제 1 발광층(412)(주재료와 청색 발광을 발생하는 게스트 재료 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(이 경우, 제 1 발광층의 주재료의 이온화 전위가 전체 제 1 발광층(412)의 이온화 전위로 간주된다)와 전체 제 2 발광층(413)(주재료(451)와 인광 재료(452) 둘 다가 포함된 상태)의 이온화 전위(425) 사이의 에너지 갭(441)은 충분히 큰 것이 바람직하다(구체적으로는, 적어도 0.4eV).

[0075] 따라서, 제 1 내지 제 3 실시예에서 상술된 통상의 구성을 본 발명에 적용함으로써, 적색, 녹색 및 청색의 각 파장 영역에서 피크 세기를 갖는 백색 전계 발광 소자가 이러한 간단한 장치 구성으로 달성될 수 있다.

[0076] 또한, 상술된 구성은 바람직한 구성 중 하나로서 예증적인 것이다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 전계 발광층은 적어도 상술된 제 1 발광층과 제 2 발광층을 포함한다. 따라서, 본 명세서에서 언급되지는 않았지만, 종래의 전계 발광 소자에서 사용되는 것으로 공지된 발광 특성을 제외한 특성(예를 들면, 전자 주입층 등)을 갖는 층이 적절하게 사용될 수 있다.

[0077] 전자 주입층을 형성하기 위한 전자 주입 재료로서, 상술된 전자 수송 재료가 사용될 수 있다. 또한, 초박막의 절연체, 예를 들면, LiF 또는 CsF와 같은 알칼리 금속 할로겐화 화합물(alkaline metal halogenated compounds); 또는 Li_2O와 같은 알칼리 금속 산화물이 종종 사용된다. 또한, 리튬 아세틸아세토네이트(Li(acac)로 약칭), 8-퀴놀리노라토-리튬(Liq로 약칭)와 같은 알칼리 금속 착체도 사용될 수 있다.

[0078] 하나의 전극을 통해 광을 끌어내기 위해, 적어도 하나의 전극이 투명 재료로 형성되도록 본 발명에 따른 전계

발광 소자가 형성될 수 있다. 일반적으로는, 기판 위에 형성된 제 1 전극이 광에 대해 투명한 구성(바닥 발광 구조로도 칭해짐); 제 1 전극 위에 형성된 전계 발광층 위에 적층된 제 2 전극이 광에 대해 투명한 구성(상부 발광 구조로도 칭해짐); 또는 양 전극이 모두 광에 대해 투명한 구성(듀얼 발광 구조로도 칭해짐)이 채택될 수 있다.

[0079] 제 1 전극(201, 301, 및 401) 또는 제 2 전극(203, 303, 및 403) 중 어느 하나에 대한 애노드 재료로서, 큰 일함수를 갖는 도전성 재료가 사용되는 것이 바람직하다. 광이 애노드를 통해 나오는 경우, 인듐-주석 산화물(ITO) 또는 인듐-아연 산화물(IZO)과 같은 투명 도전성 재료가 사용될 수 있다. 애노드가 차광 특성을 갖도록 형성되면, TiN, ZrN, Ti, W, Ni, Pt, Cr 등으로 형성된 단일층; 상기 단일층과 주성분으로서 티타늄 질화물과 알루미늄을 포함하는 막을 포함하는 적층; 티타늄 질화막, 주성분으로서 알루미늄을 포함하는 막, 및 티타늄 질화막을 포함하는 3개의 적층; 등이 사용될 수 있다. 다르게는, Ti, Al 등의 반사 전극 위에 상술된 투명 도전성 재료를 적층함으로써 애노드가 형성될 수 있다.

[0080] 캐소드에 대한 재료로서, 작은 일함수를 갖는 도전성 재료가 사용되는 것이 바람직하다. 구체적으로는, Li 또는 Cs와 같은 알칼리 금속; Mg, Ca 또는 Sr과 같은 알칼리 토류 금속(alkaline earth metals); 이들 금속의 합금(Mg:Ag, Al:Li 등); 또는 Yb 또는 Er과 같은 희토류 금속(rare earth metals)이 사용될 수 있다. 또한, LiF, CsF, CaF_2, Li_2O 등으로 형성된 전자 주입층을 사용하는 경우, 알루미늄과 같은 종래의 도전성 박막이 사용될 수 있다. 캐소드를 통해 광을 추출하는 경우, 캐소드는 Li 또는 Cs와 같은 알칼리 금속, 또는 Mg, Ca 또는 Sr과 같은 알칼리 토류 금속을 포함하는 초박막과 투명 도전막(ITO, IZO, ZnO 등)을 포함하는 적층 구조를 갖도록 형성될 수 있다. 다르게는, 알칼리 금속 또는 알칼리 토류 금속에 의해 전자 주입층을 형성하고, 동시 증착(co-evaporation)에 의해 전자 수송 재료를 형성하고, 위에 투명 도전막(ITO, IZO, ZnO 등)을 형성함으로써 캐소드가 형성될 수도 있다.

[0081] 본 발명에 따른 상술된 전계 발광 소자의 제조에 있어서, 전계 발광 소자의 각 층을 적층하는 방법은 제한되지 않는다. 적층만 될 수 있다면, 진공 증착, 스핀 코팅, 잉크 주입, 딥 코팅, 등의 임의의 방법이 사용될 수 있다.

[0082] 예 1

[0083] 이하, 본 발명의 예들을 설명한다.

[0084] 이 예에서, 본 발명에 따른 전계 발광 소자의 장치 구성과 제조 방법은 도 5를 참조로 설명될 것이다.

[0085] 전계 발광 소자의 애노드(501)는 절연면을 갖는 유리 기판(500) 위에 형성되었다. 애노드(501)에 대한 재료로서, 투명 도전막인 ITO가 사용된다. 애노드(501)는 110㎚의 두께를 갖도록 스퍼터링에 의해 형성된다. 애노드(501)는 정사각형 형상이며 높이와 폭이 2㎜이다.

[0086] 다음에, 전계 발광층(502)이 애노드(501) 위에 형성된다. 본 예에서, 전계 발광층(502)은 정공 주입층(511); 정공 주입 특성을 갖는 제 1 발광층(512); 제 2 발광층(513); 전자 수송층(514); 및 전자 주입층(515)을 포함하는 적층 구조를 갖는다. 제 1 발광층(512)은 청색 발광을 달성할 수 있는 재료, 구체적으로는, 400 내지 500㎚의 파장 영역에서 최대 세기를 갖는 발광 스펙트럼을 갖는 재료로 형성된다. 또한, 제 2 발광층은 인광성 발광을 생성하는 게스트 재료 또는 주재료로 형성된다.

[0087] 먼저, 애노드(501)를 구비하는 기판이 애노드(501)를 아래로 향한 상태로 진공 퇴적 시스템(vacuum deposition system)의 기판 홀더에 의해 지지된다. 다음, Cu-Pc가 진공 퇴적 시스템의 내부에 설치된 증착원(evaporation source)에 배치된다. 다음, 저항성 가열 방법(resistive heating method)을 갖는 진공 증착에 의해 20㎚의 두께로 정공 주입층(511)이 형성된다.

[0088] 다음에, 우수한 정공 수송 특성과 발광 특성을 갖는 재료로 제 1 발광층(512)이 형성된다. 본 예에 있어서, 정공 주입층(511)을 형성하기 위해 수행되었던 절차와 동일한 절차에 따라 α-NPD가 30㎚의 두께로 형성된다.

[0089] 다음에, 제 2 발광층(513)이 형성된다. 본 예에서, 제 2 발광층(513)은 동시 증착에 의해 15wt%의 농도와 20㎚의 두께를 갖도록 제어된 게스트 재료로서의 구조식 1로 표현되는 Pt(ppy)acac와 주재료로서의 CBP로 형성된다.

[0090] 또한, 전자 수송층(514)은 제 2 발광층(513) 위에 형성된다. 전자 수송층(514)은 증착에 의해 20㎚의 두께를 갖는 BCP(바토쿠프로인(bathocuproin))에 의해 형성된다. 위에 전자 주입층(515)으로서 CaF_2가 2㎚의 두께로 퇴적되어 적층 구조를 갖는 전계 발광층(502)이 형성된다.

[0091] 마지막으로, 캐소드(503)가 형성된다. 본 예에서, 캐소드(503)는 저항성 가열 방법을 갖는 증착에 의해 100nm 두께의 알루미늄으로 형성된다.

[0092] 따라서, 본 발명에 따른 전계 발광 소자가 형성된다. 또한, 제 1 예에서 설명된 장치 구성에서, 제 1 발광층(512) 및 제 2 발광층(513) 각각은 발광할 수 있으며, 결과 전체적으로 백색 발광을 나타내는 장치가 형성될 수 있다.

[0093] 이 예에서, 애노드는 기판 위에 형성된다; 그러나, 본 발명은 이에 제한되는 것은 아니다. 캐소드가 기판 위에 형성될 수 있다. 이 경우, 즉, 애노드를 캐소드로 변경하는 경우, 본 예에서 상술된 전계 발광층의 적층 순서는 반대로 된다.

[0094] 이 예에서, 애노드(501)는 전계 발광층(502)에서 생성된 광을 추출하기 위한 투명 전극이지만; 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 캐소드(503)가 투과율을 확보하는데 적합한 선택된 재료로 형성되면, 광은 캐소드로부터 추출될 수 있다.

[0095] 예 2

[0096] 이 예에서, ITO/Cu-Pc(20nm)/α-NPD(30nm)/CBP+Pt(ppy)acac:15wt%(20nm)/BCP(30nm)/CaF(2nm)/Al(100nm)의 구성을 갖는 예 1에서 설명된 전계 발광 소자의 장치 특성을 설명할 것이다. 상술된 구성을 갖는 전계 발광 소자의 발광 스펙트럼은 도 8의 스펙트럼1과 도 9에 도시되어 있다. 도 10 내지 도 13에서의 각각의 "1"은 전기 특성을 나타낸다.

[0097] 도 8의 스펙트럼 1은 인가 전류가 1mA인 때의(휘도가 약 960cd/㎡인 때의) 상술된 구성을 갖는 전계 발광 소자의 발광 스펙트럼을 도시한다. 스펙트럼1로 도시된 결과로부터, 세 개의 성분(제 1 발광층을 구성하는 α-NPD로부터의 청색 발광(약 450nm); 제 2 발광층에 포함된 Pt(ppy)acac의 인광성 발광으로부터의 녹색 발광(약 490nm, 약 530nm); 및 제 2 발광층에 포함된 Pt(ppy)acac의 엑시머 발광으로부터의 오렌지색 발광)을 갖는 백색광 발광이 얻어질 수 있다. CIE 색도 좌표(x,y)는 (0.346, 0.397)이었다. 발광은 외견상 거의 백색이었다.

[0098] 제 1 발광층으로 사용되는 α-NPD와 제 2 발광층으로 사용되는 CBP의 이온화 전위가 측정되었다. α-NPD는 약 5.3eV의 이온화 전위를 가졌으며, CBP는 약 5.9eVZ의 이온화 전위를 가졌다. α-NPD와 CBP 사이의 이온화 전위에서의 차이는 약 0.6eV였다. 따라서, 본 발명의 바람직한 조건, 즉, 적어도 0.4eV의 이온화 전위가 만족되었다. 결과적으로, 양호한 백색광 발광이 나타날 수 있다. 또한, 이온화 전위의 측정은 광전자 스펙트로미터(photoelectron spectrometer; AC-2(RIKEN KEIKI사)를 통해 수행되었다.

[0099] 도 9는 상술된 구성을 갖는 전계 발광 소자에서 전류량이 상이할 때의 각 스펙트럼의 측정 결과를 도시한다. 도 9는 상이한 전류량에서의 측정 결과를 스펙트럼a(0.1mA), 스펙트럼b(1mA), 스펙트럼c(5mA)로 나타낸다. 측정 결과로부터, 전류량이 증가된 경우에도(휘도가 증가된 경우에도) 스펙트럼 형상은 거의 변하지 않는다는 것을 알 수 있다. 이것은 본 발명에 따른 전계 발광 소자가 전류량의 변경에 의해 거의 영향을 받지 않는 안정한 백색광 발광을 나타낸다는 것으로 생각될 수 있다.

[0100] 상술된 구성을 갖는 전계 발광 소자의 전기적 특성으로서, 전류에 대한 휘도를 도시하는 도 10의 1은 10mA/㎠의 전류 밀도에서 약 460cd/㎡의 휘도가 얻어졌음을 도시한다.

[0101] 전압에 대한 휘도를 도시하는 도 11의 1은 9V의 인가 전압에서 약 120cd/㎡의 휘도가 얻어졌음을 도시한다.

[0102] 휘도에 대한 전류 효율성을 도시하는 도 12의 1은 100cd/㎡의 휘도에서 약 4.6cd/A의 전류 효율성이 얻어졌음을 도시한다.

[0103] 전압에 대한 전류를 도시하는 도 13의 1은 9V의 인가 전압에서 전류 흐름이 약 0.12mA였음을 도시한다.

[0104] 상술된 전계 발광 소자에서 얻어진 Pt의 양은 유도 결합 플라즈마 질량 분광기(Inductively Coupled Plasma-Mass Spectromethry; ICP-MS)에 의한 등가 판정에 의해 20ng이었다. Pt의 양을 변환함으로써 단위 면적당 얻어진 원자 농도는 5.4×10^{14}원자/㎠이었다.

[0105] 또한, Pt 농도의 깊이 프로파일은 2차 이온 질량 분광기(Secondary Ion Mass Spectrometry; SIMS)에 의해 산출되고, 상술된 Pt의 양은 원래의 양으로 변환되어, 단위 체적당 Pt의 농도를 계산한다. 결과적으로, 단위 체적당 Pt 농도의 최대값은 대략 2.0×10^{20}원자/㎤, 몰농도로 3.3×10^{-4}몰/㎤였다. 따라서, 엑시머를 형성하는 인광 재

료의 농도가 10^{-4} 내지 10^{-3}몰/㎤의 범위 내에 있으면 엑시머 발광이 가능하게 되는 것으로 생각될 수 있다.

[0106] 상술된 바와 같이, 단위 체적당 Pt 농도의 최대값이 대략 2.0×10^{20}원자/㎤이기 때문에, 하나의 Pt 착체의 평균 체적은 5.0×10^{-27}㎥/원자이다. Pt 착체가 고르게 분산되어 있는 경우, Pt 착체는 인광 재료 내에서 체적에서 1.7 입방㎚에 대해 하나의 Pt 착체의 비율로 분산된다. 따라서, 인광 재료의 금속 원자(본 예에서는 Pt 원자) 사이의 간격은 대략 17Å이다. 그러므로 인광 재료의 중심 원자 사이의 간격은 본 발명에 따르면 많아도 20Å인 것이 바람직하다.

[0107] 비교예 1

[0108] 유사하게, 도 8의 스펙트럼2와 스펙트럼3은 발광층이 예 1에서 상술된 것과 상이한 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 전계 발광 소자로부터 측정된 발광 스펙트럼을 도시한다. 스펙트럼2는 Pt(ppy)acac의 농도가 7.9wt%인 경우의 측정 결과를 도시한다. 스펙트럼3는 Pt(ppy)acac의 농도가 2.5wt%인 경우의 측정 결과를 도시한다. 각 경우에 있어서, 스펙트럼은 1㎃의 전류 흐름에서 얻어졌다.

[0109] 스펙트럼3에 도시된 바와 같이, Pt(ppy)acac가 2.5wt%의 농도로 포함된 경우, 제 1 발광층을 구성하는 α-NPD로부터의 청색 발광(약 450㎚)과 제 2 발광층에 포함된 Pt(ppy)acac로부터의 녹색 발광(약 490㎚, 약 530㎚)만이 관측되었고, 따라서 백색광 발광은 나타나지 않았다. 스펙트럼2에 도시된 바와 같이, Pt(ppy)acac가 7.9wt%의 농도로 포함된 경우, 560㎚ 부근에서 어깨로서 약간의 엑시머 발광이 스펙트럼에 나타났지만; 피크는 불충분하고, 결과적으로, 우수한 백색광 발광이 관측될 수 없었다.

[0110] 또한, 상기 장치로부터 전류 특성이 측정되었다. 도 10 내지 도 13에서의 "2"는 7.9wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터의 측정 결과를 도시한다. 도 10 내지 도 13의 "3"은 2.5wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터의 측정 결과를 도시한다.

[0111] 도 10의 휘도-전압 특성은, 약 180cd/㎡의 휘도가 10㎃/㎠의 전류 밀도에서 7.9wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터 얻어지고 약 115cd/㎡의 휘도가 10㎃/㎠의 전류 밀도에서 2.5wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터 얻어졌음을 도시한다.

[0112] 도 11의 휘도-전압 특성은, 약 93cd/㎡의 휘도가 9V의 인가 전압에서 7.9wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터 얻어지고 약 73cd/㎡의 휘도가 9V의 인가 전압에서 2.5wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터 얻어졌음을 도시한다.

[0113] 도 12의 전류 효율-휘도 특성은, 약 1.8cd/A의 전류 효율성이 100cd/㎡의 휘도에서 7.9wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터 얻어지고 약 1.1cd/A의 전류 효율성이 100cd/㎡의 휘도에서 2.5wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치로부터 얻어졌음을 도시한다.

[0114] 도 13의 전류-전압 특성은, 9V의 인가 전압에서 7.9wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치에서 전류 흐름이 약 0.21㎃이고 9V의 인가 전압에서 2.5wt%의 농도로 Pt(ppy)acac를 포함하는 장치에서 전류 흐름이 약 0.27㎃였음을 도시한다.

[0115] 상기 측정 결과(특히, 도 13에 도시된 전류-전압 특성의 결과로부터의 측정 결과)는, 게스트 재료로서 Pt(ppy)acac를 고농도(15wt%)로 포함하는 본 발명에 따른 전계 발광 소자가 게스트 재료로서 Pt(ppy)acac를 저농도(7.5wt%, 2.5wt%)로 포함하는 전계 발광 소자의 전기 특성과 동일한 전기 특성을 갖는다는 사실을 제공한다.

[0116] 예 3

[0117] 이 예에서, 절연면을 갖는 기판 위에 백색광 발광을 나타내는 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 갖는 발광 장치(상부 발광 구조) 제조예가 도 6을 참조로 설명될 것이다. 본원에서의 "상부 발광 구조"라는 용어는 절연면을 갖는 기판의 대향측으로부터 광이 추출되는 구조를 나타낸다.

[0118] 도 6a는 발광 장치의 평면도이다. 도 6b는 도 6a의 A-A' 라인을 따른 단면도이다. 점선으로 표시된 도면 부호 601은 소스 신호 라인 구동 회로를 나타내고; 602는 화소부; 603은 게이트 신호 라인 구동 회로; 604는 투명 밀봉 기판(transparent sealing substrate); 605는 제 1 밀봉제(a first sealing agent); 607은 제 2 밀봉제를 나타낸다. 제 1 밀봉제(605)로 둘러싸인 내측은 투명한 제 2 밀봉제(607)로 채워진다. 또한, 제 1 밀봉제(605)는 기판 사이에 간격을 주기 위한 간극제(gap agent)를 포함한다.

[0119] 도면 부호 608은 소스 신호 라인 구동 회로(601)와 게이트 신호 라인 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 접속 배선을 나타낸다. 상기 배선은 외부 입력 단자로서 기능하는 FPC(flexible printed circuit; 609)로부터 비디오 신호 또는 클록 신호를 수신한다. 도면에서는 FPC만이 도시되었지만, PWB(printed wirings board)가 FPC에 부착될 수도 있다.

[0120] 다음에, 도 6b를 참조로 단면 구조가 설명될 것이다. 구동 회로와 화소부는 기판(610) 위에 형성된다. 도 6b에 있어서, 소스 신호 라인 구동 회로(601)와 화소부(602)는 구동 회로로서 도시된다.

[0121] 소스 신호 라인 구동 회로(601)는 n-채널 TFT(623)와 p-채널 TFT(624)를 결합함으로써 형성된 CMOS 회로를 구비한다. 구동 회로를 형성하기 위한 TFT는 공지의 CMOS, PMOS, 또는 NMOS 회로에 의해 형성될 수 있다. 본 예에서는, 구동 집적 형태, 즉 구동 회로가 기판 위에 형성되는 것이 설명되었지만, 이에 제한되는 것은 아니며, 구동 회로는 기판 위 대신 바깥쪽에 형성될 수도 있다. 또한, 액티브층으로서 폴리실리콘막을 사용하는 TFT의 구조는 특별히 제한되지 않는다. 상부 게이트 TFT 또는 바닥 게이트 TFT가 채택될 수 있다.

[0122] 화소부(602)는 스위칭 TFT(611), 전류 제어 TFT(612), 및 전류 제어 TFT(612)의 드레인에 연결된 제 1 전극(애노드; 613)을 포함하는 다수의 화소로 구성된다. 전류 제어 TFT(612)는 n-채널 TFT 또는 p-채널 TFT 중 어느 하나 일 수 있다. 전류 제어 TFT(612)가 애노드에 연결되는 경우, TFT는 p-채널 TFT인 것이 바람직하다. 도 6b에 있어서, 두 개의 TFT가 화소에 대해 사용되는 예를 나타내기 위해 수천개의 화소 중 단지 하나만의 단면 구조가 도시되었다. 그러나, 세 개 이상의 TFT가 적절히 사용될 수 있다.

[0123] 제 1 전극(애노드; 613)이 TFT의 드레인과 직접적으로 접촉하기 때문에, 제 1 전극(애노드; 613)의 바닥층은 실리콘에 의해 형성된 드레인과 옴접촉을 할 수 있는 재료로 형성되는 것이 바람직하고, 유기 화합물을 포함하는 층과 접촉하고 있는 상부층은 큰 일함수를 갖는 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 티타늄 질화막, 주성분으로 알루미늄을 포함하는 막, 및 티타늄 질화막을 포함하는 3층 구조에 의해 제 1 전극(애노드)을 형성하는 경우, 제 1 전극(애노드)은 배선으로서의 저항을 줄일 수 있고, 양호한 옴접촉을 나타낼 수 있으며, 애노드로서 기능할 수 있다. 또한, 제 1 전극(애노드; 613)은 티타늄 질화막, 크롬막, 텅스텐막, 아연막, 또는 플래티늄막과 같은 단일층; 또는 세 개 이상의 층으로 구성된 적층으로 형성될 수 있다.

[0124] 제 1 전극(애노드; 613)의 에지에 절연체(뱅크로도 칭해짐)(614)가 형성된다. 절연체(614)는 유기 수지막 또는 실리콘을 포함하는 절연막으로 형성될 수 있다. 본 예에서, 절연체(614)는 도 6에 도시된 바와 같은 형태로 포지티브형 감광성 아크릴막으로 형성된다.

[0125] 양호한 커버리지(coverage)를 나타내기 위해, 절연체(614)의 상부 에지부 또는 하부 에지부는 곡률 반경을 갖는 곡면을 갖도록 형성된다. 예를 들면, 절연체(614)에 대한 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴이 사용되는 경우, 절연체(614)의 상부 에지부만이 곡률 반경(0.2 내지 3㎛)을 갖는 것이 바람직하다. 절연체(614)로서, 광에 의해 용해되지 않는 네거티브형 감광성 수지 또는 광에 의해 용해될 수 있는 포지티브형 감광성 수지가 사용될 수 있다.

[0126] 또한, 절연체(614)는 알루미늄 질화막, 알루미늄 질화산화막, 주성분으로 탄소를 포함하는 박막, 또는 실리콘 질화막에 의해 형성되는 보호막으로 피복될 수 있다.

[0127] 제 1 전극(애노드; 613)의 위에 전계 발광층(615)이 증착에 의해 선택적으로 형성된다. 또한, 제 2 전극(캐소드; 616)이 전계 발광층(615) 위에 형성된다. 캐소드로서, 작은 일함수를 갖는 재료(Al, Ag, Li, Ca; 또는 Mg:Ag, Mg:In, 또는 Al;Li와 같은 이들 소자의 합금; 또는 CaN)가 사용될 수 있다.

[0128] 광을 통과시키기 위해, 제 2 전극(캐소드; 616)은 작은 일함수를 갖는 얇은 금속막과 투명 도전막(ITO, IZO, ZnO 등)의 적층으로 형성된다. 이와 같이, 제 1 전극(애노드; 613), 전계 발광층(615), 및 제 2 전극(캐소드; 615)을 포함하는 전계 발광 소자(618)가 형성된다.

[0129] 이 예에서, 전계 발광층(615)은 예 1에서 설명된 적층 구조로 형성된다. 즉, 전계 발광층(615)은 정공 주입층으로서의 Cu-Pc(20㎚), 정공 수송 특성을 갖는 제 1 발광층으로서의 α-NPD(30㎚), 제 2 발광층으로서의 CBP+Pt(ppy)acac:15wt%(20㎚), 및 전자 수송층으로서의 BCP(30㎚)를 순차적으로 적층함으로써 형성된다. 또한, 제 2 전극(캐소드)이 작은 일함수를 갖는 박막의 금속막으로 형성되기 때문에 전자 주입층(CaF_2)은 장치에서 불필요하다.

[0130] 이와 같이 형성된 전계 발광 소자(618)는 백색광 발광을 나타낸다. 또한, 풀컬러를 실현하기 위해 컬러층(631)

과 차광층(BM; 632)을 포함하는 컬러 필터가 마련된다(간략화를 위해, 오버코트층은 도시되지 않았다).

[0131] 전계 발광 소자(618)를 밀봉하기 위해, 투명 보호 적층(617)이 형성된다. 투명 보호 적층(617)은 제 1 무기 절연막, 응력 완화막(stress relaxation film), 및 제 2 무기 절연막을 포함한다. 제 1 무기 절연막 및 제 2 무기 절연막으로서, 실리콘 질화막, 실리콘 산화막, 실리콘 옥시니트라이드막(silicon oxynitride film)(조성비: N<O), 실리콘 질화 산화막(조성비:N>O), 또는 주성분으로 탄소를 포함하는 박막(예를 들면, DLC막 또는 CN막)이 사용될 수 있다. 이들 무기 절연막은 습기에 대한 높은 차단 특성을 갖는다. 그러나, 막두께가 증가하면, 막응력도 증가하여, 결과적으로, 막의 박리가 쉽게 발생하게 된다.

[0132] 제 1 무기 절연막과 제 2 무기 절연막 사이에 응력 완화막을 끼움으로써, 습기도 흡수될 수 있고 응력도 완화될 수 있다. 어떠한 이유로든 성막 동안 제 1 무기 절연막에 미세한 구멍(예를 들면, 핀홀)이 존재하는 경우라도, 응력 완화막이 이 미세 구멍을 채울 수 있다. 응력 완화막 위에 형성된 제 2 무기 절연막은 투명 보호 적층막에 습기나 산소에 대한 우수한 차단 특성을 부여한다.

[0133] 무기 절연막보다 작은 응력과 흡습 특성(hygroscopic properties)을 갖는 재료가 응력 완화막에 대해 사용되는 것이 바람직하다. 또한, 광에 대해 투명한 재료가 바람직하다. 응력 완하막으로서, α-NPD, BCP, MTDATA, 또는 Alq_3와 같은 유기 화합물을 포함하는 막이 사용될 수 있다. 이들 막은 흡습 특성을 가지며 막 두께가 얇은 경우 거의 투명하다. 또한, MgO, SrO_2 또는 SrO가 응력 완화막으로서 사용될 수 있는데, 이유는 이들이 흡습 특성과 반투명성을 가지며, 증착에 의해 박막으로 형성될 수 있기 때문이다.

[0134] 이 예에서는, 질소와 아르곤을 포함하는 분위기 내에서 실리콘 타겟을 사용하여 습기 또는 알칼리 금속과 같은 불순물에 대해 높은 차단 특성을 갖도록 증착에 의해 형성된 실리콘 질화막이 제 1 무기 절연막 또는 제 2 무기 절연막으로서 사용된다. Alq_3가 증착에 의해 퇴적되어 응력 완화막으로서의 박막을 형성한다. 투명 보호 적층을 통해 광을 통과시키기 위해, 투명 보호 적층의 전체 막 두께는 가능한 한 얇게 되는 것이 바람직하다.

[0135] 전계 발광 소자(618)를 밀봉하기 위해, 밀봉 기판(604)은 불활성 기체 분위기에서 제 1 밀봉제(605)와 제 2 밀봉제(607)로 도포된다. 제 1 밀봉제(605)와 제 2 밀봉제(607)로서 에폭시 수지가 사용되는 것이 바람직하다. 제 1 밀봉제(605)와 제 2 밀봉제(607)는 습기 또는 산소를 가능한 한 차단하는 것이 바람직하다.

[0136] 이 예에서는, 밀봉 기판(604)의 재료로서, 유리 기판 또는 석영 기판 외에 FRP(Fiberglass-Reinfored Plastics), PVF(polyvinyl fluoride), Myler, 폴리에스테르, 아크릴 등으로 형성된 플라스틱 기판이 사용될 수 있다. 밀봉 기판(604)을 제 1 밀봉제(605) 및 제 2 밀봉제(607)로 도포한 후, 측면(노출면)을 밀봉하기 위해 제 3 밀봉제가 제공될 수 있다.

[0137] 제 1 밀봉제(605)와 제 2 밀봉제(607)로 전계 발광 소자(618)를 둘러쌈으로써, 전계 발광 소자(618)는 외부로부터 완전히 차단되어 전계 발광층(615)을 열화시키는 습기 또는 산소가 전계 발광 소자(618)를 통과하는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 높은 신뢰성의 발광 장치가 얻어질 수 있다.

[0138] 제 1 전극(애노드; 613)으로서 투명 도전막이 사용되면, 듀얼 발광 장치(dual emission device)가 제조될 수 있다.

[0139] 이 예에 따른 발광 장치는 제 1 예에서 설명된 전계 발광 장치의 장치 구성을 활용하는 것뿐만 아니라 본 발명에 따른 형성된 전계 발광 장치의 구성과 제 1 예의 구성을 결합함으로써서도 실시될 수 있다.

[0140] 예 4

[0141] 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 구비하는 발광 장치를 사용함으로써 완성되는 여러 전기 기구가 이 예에서 설명될 것이다.

[0142] 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 구비하는 발광 장치를 사용함으로써 제조되는 전기 기구의 예로서는, 비디오 카메라, 디지털 카메라, 고글형 디스플레이(머리 장착형 디스플레이), 네비게이션 시스템, 사운드 재생 장치(카 오디오 장치, 오디오 세트 등), 랩탑 퍼스널 컴퓨터, 게임기, 휴대형 정보 단말(모바일 컴퓨터, 셀룰러 폰, 휴대형 게임기, 전자책 등), 기록 매체를 포함하는 이미지 재생 장치(보다 구체적으로는, DVD 등과 같은 기록 매체를 재생할 수 있으며, 재생된 이미지를 디스플레이 하기 위한 디스플레이를 구비하는 장치) 등이 있다. 도 7a 내지 도 7g는 이러한 전기 기구의 여러 예를 도시한다.

[0143] 도 7a는 프레임(7101), 지지 테이블(7102), 디스플레이부(7103), 스피커부(7104), 비디오 입력 단자(7105) 등을 포함하는 디스플레이 장치를 도시한다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이

부(7103)에 사용될 수 있다. 디스플레이 장치는, 퍼스널 컴퓨터, TV 방송 수신기, 광고 디스플레이와 같이, 정보를 디스플레이하는 모든 디스플레이 장치를 포함한다.

[0144] 도 7b는 메인 바디(7201), 케이스(7202), 디스플레이부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 마우스(7206) 등을 포함하는 랩탑 컴퓨터를 도시한다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이부(7203)에 사용될 수 있다.

[0145] 도 7c는 메인 바디(7301), 디스플레이부(7302), 스위치(7303), 조작키(7304), 적외선 포트(7305) 등을 포함하는 모바일 컴퓨터를 도시한다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이부(7302)에 사용될 수 있다.

[0146] 도 7d는 기록 매체를 포함하는 이미지 재생 장치(구체적으로는 DVD 재생 장치)로서, 이미지 재생 장치는 메인 바디(7401), 케이스(7402), 디스플레이부A(7403), 다른 디스플레이부B(7404), 기록 매체(DVD 등) 판독부(7405), 조작키(7406), 스피커부(7407) 등을 포함한다. 디스플레이부A(7403)는 주로 이미지 정보를 디스플레이하는데 사용되고, 디스플레이부B(7404)는 문자 정보를 디스플레이하는데 주로 사용된다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이부A(7403) 및 디스플레이부B(7404)에 사용될 수 있다. 기록 매체를 포함하는 이미지 재생 장치는 가정용 게임기도 포함한다.

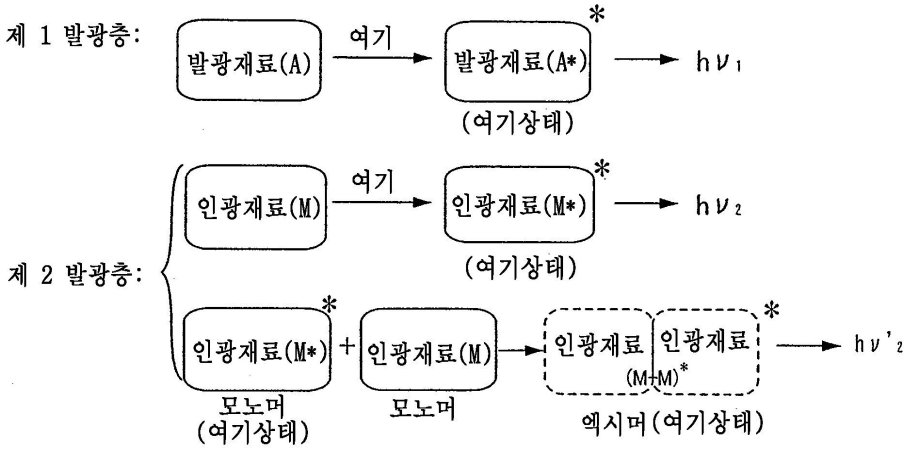
[0147] 도 7e는 메인 바디(7501), 디스플레이부(7502), 및 암 부(arm portion; 7503)를 포함하는 고글형 디스플레이(머리 장착형 디스플레이)를 도시한다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이부(7502)에 사용될 수 있다.

[0148] 도 7f는 메인 바디(7601), 디스플레이부(7602), 케이스(7603), 외부 접속 포트(7604), 리모콘 수신부(7605), 이미지 수신부(7606), 배터리(7607), 사운드 입력부(7608), 조작키(7609), 접안 렌즈부(7610) 등을 포함하는 비디오 카메라를 도시한다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이부(7602)에 사용될 수 있다.

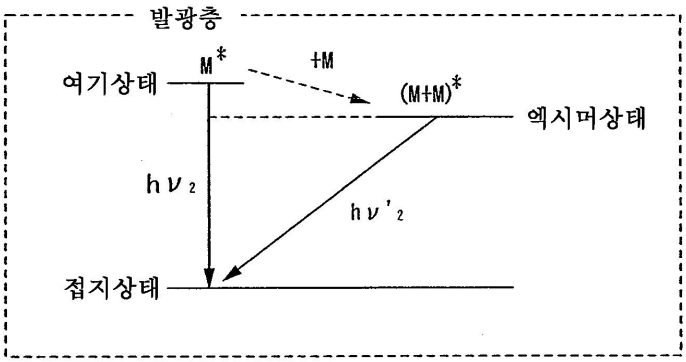
[0149] 도 7g는 메인 바디(7701), 케이스(7702), 디스플레이부(7703), 사운드 입력부(7704), 사운드 출력부(7705), 조작 키(7706), 외부 접속 포트(7707), 안테나(7708) 등을 포함하는 셀룰러 폰을 도시한다. 본 발명에 따른 전계 발광 소자를 사용하는 발광 장치는 디스플레이부(7703)에 사용될 수 있다. 디스플레이부(7703)는 검은 색의 백그라운드에 흰 색의 문자를 디스플레이함으로써 소비 전력을 감소할 수 있다.

도면

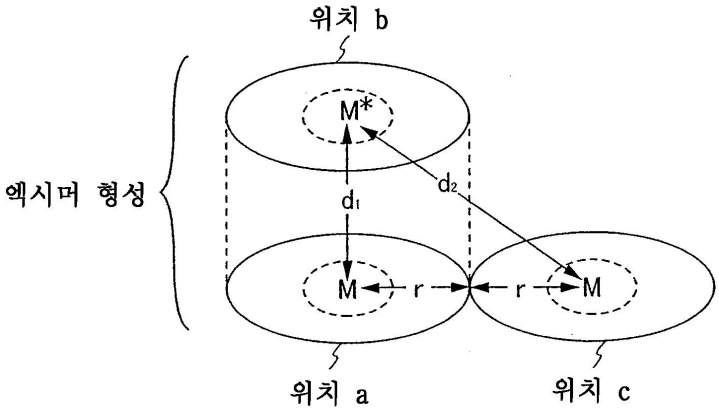
도면1a



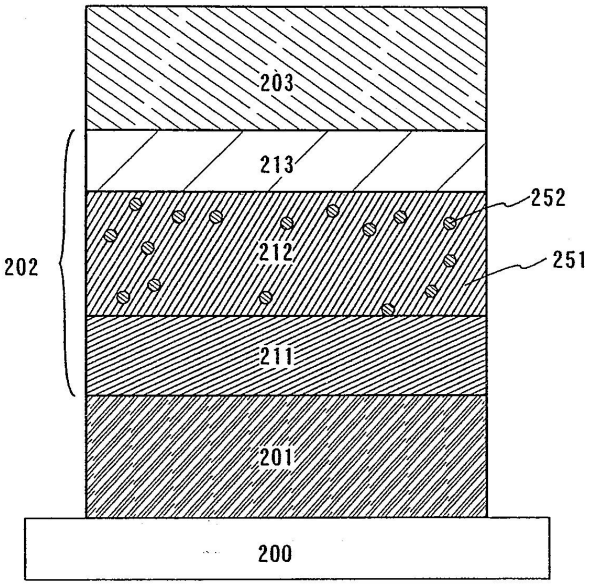
도면1b



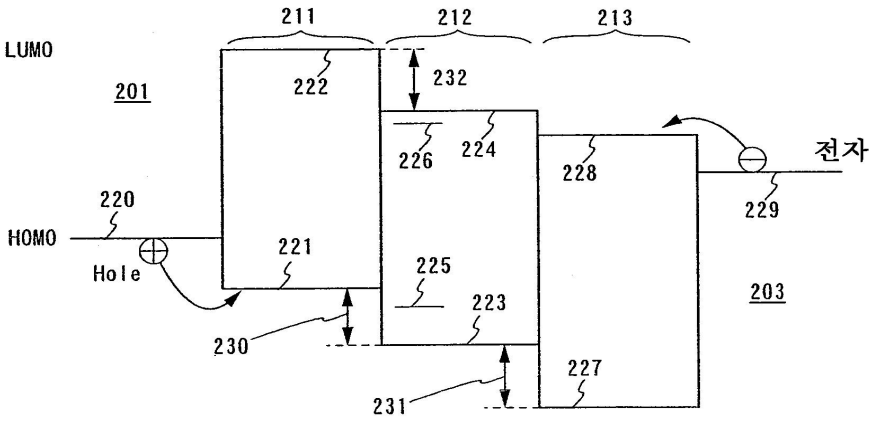
도면1c



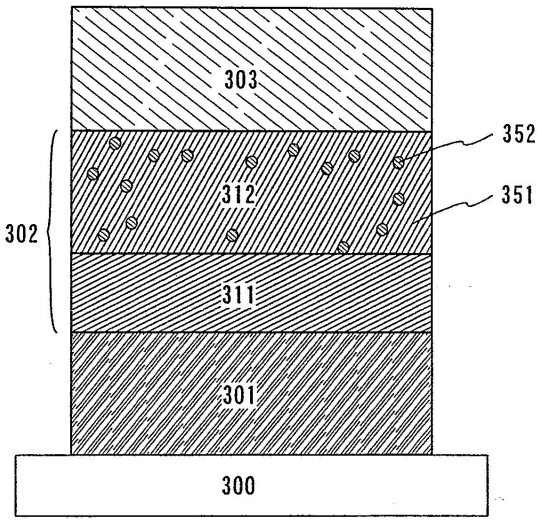
도면2a



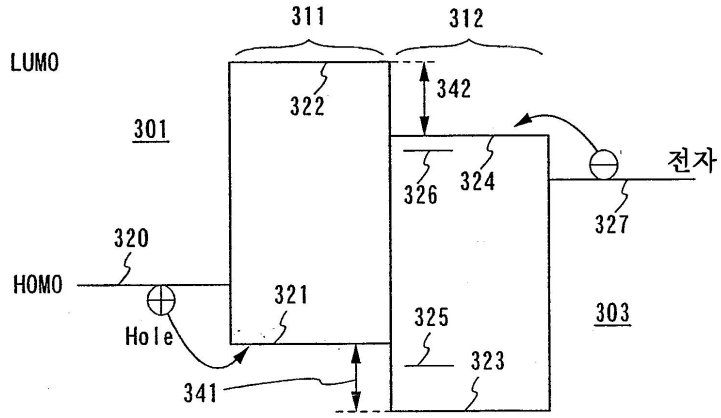
도면2b



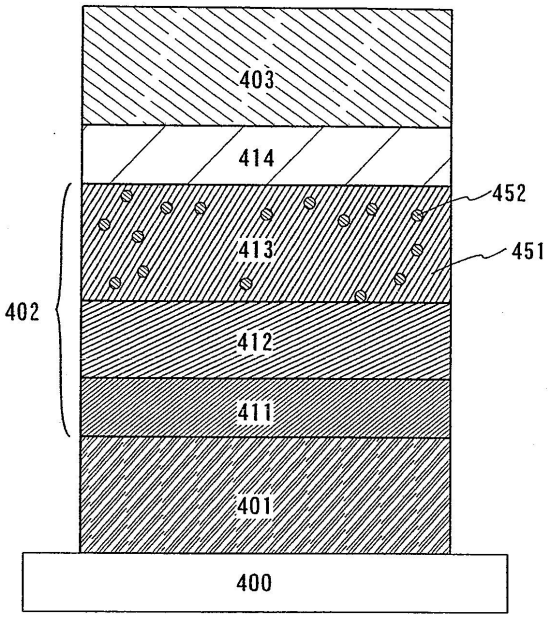
도면3a



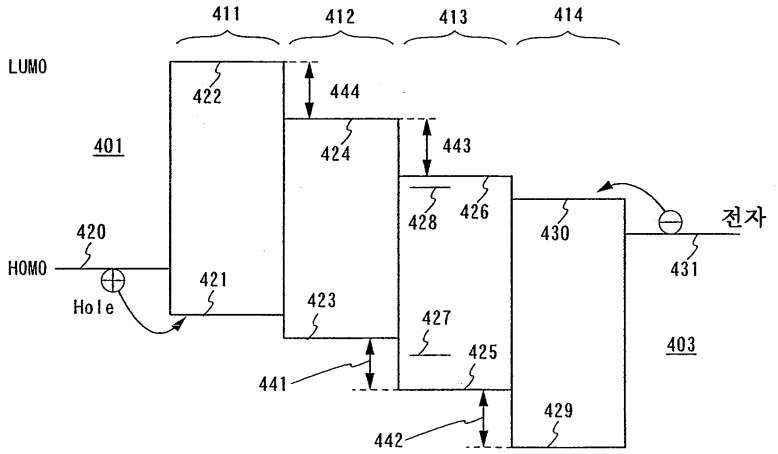
도면3b



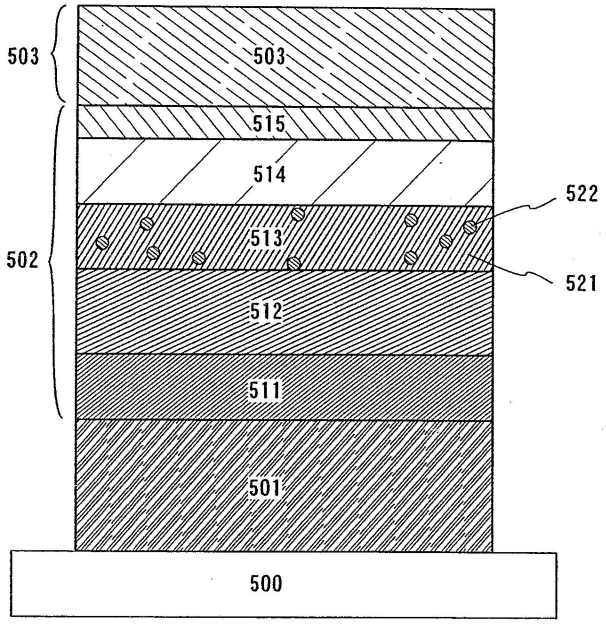
도면4a


403
414
452
413
451
402
412
411
401
400

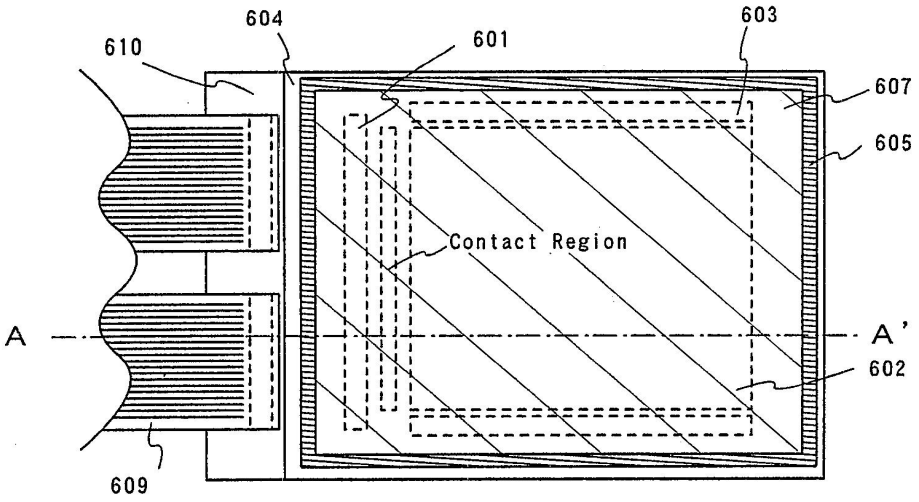
도면4b


411
412
413
414
LUMO
422
444
401
424
443
428
426
430
전자
420
HOMO
421
431
Hole
423
427
425
403
441
429
442

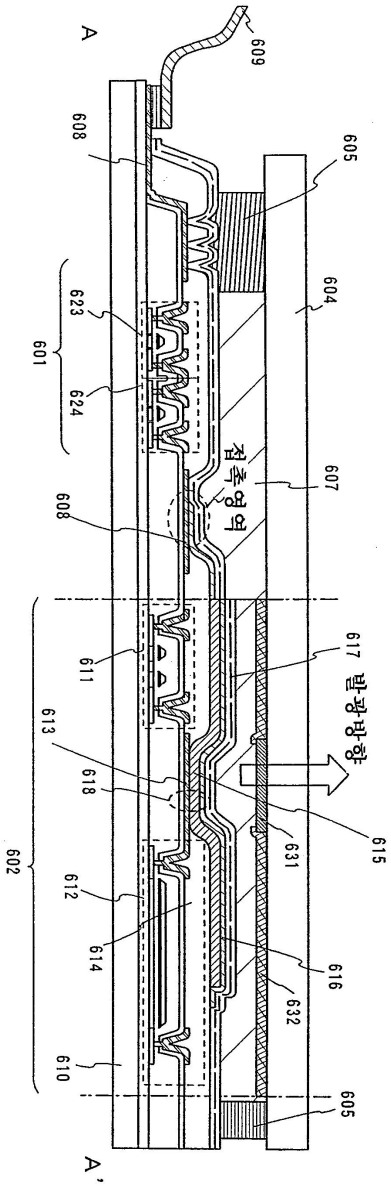
도면5


503
503
515
514
522
513
502
521
512
511
501
500

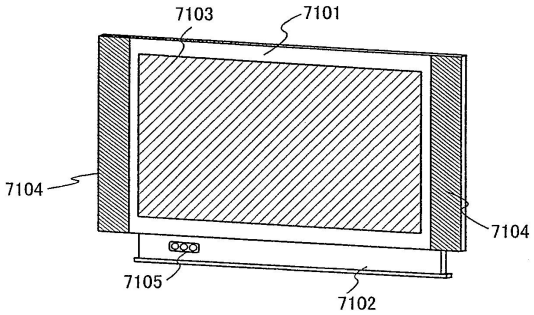
도면6a


604
610
601
603
607
605
Contact Region
A
A'
602
609

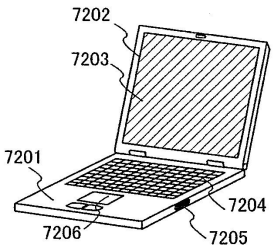
도면6b


A
609
608
605
623
604
601
624
접촉영역
607
608
611
617
편광방향
613
618
615
631
602
612
614
616
632
610
605
A'

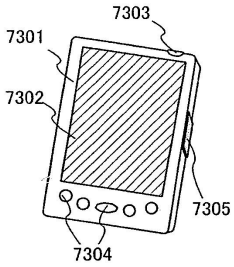
도면7a


7103
7101
7104
7104
7105
7102

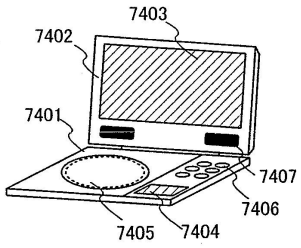
도면7b



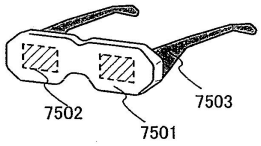
도면7c



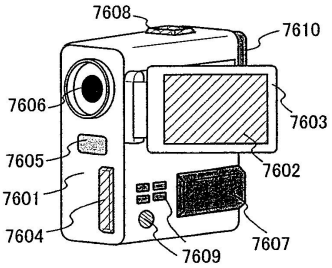
도면7d



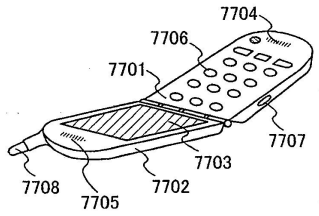
도면7e



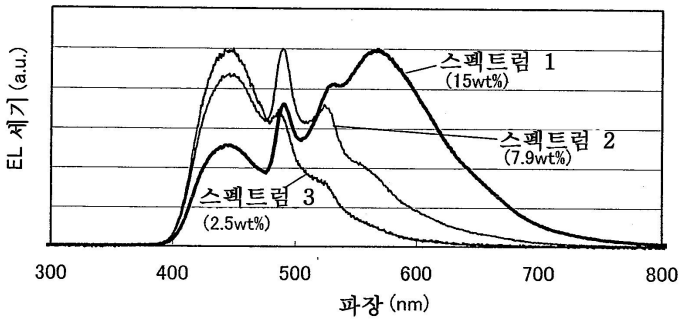
도면7f



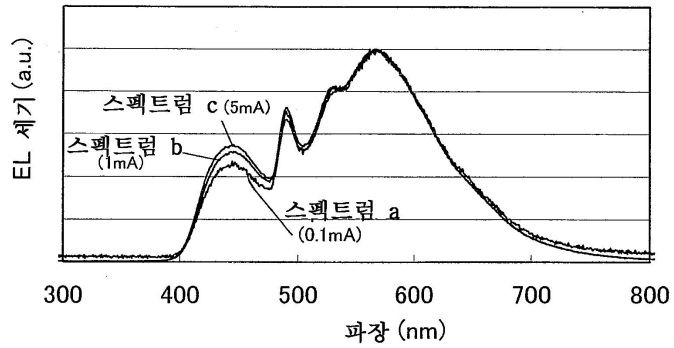
도면7g



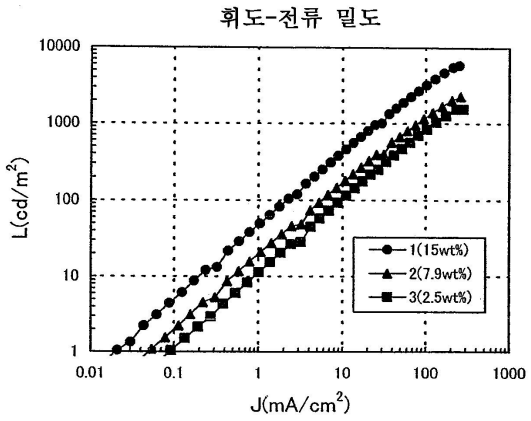
도면8



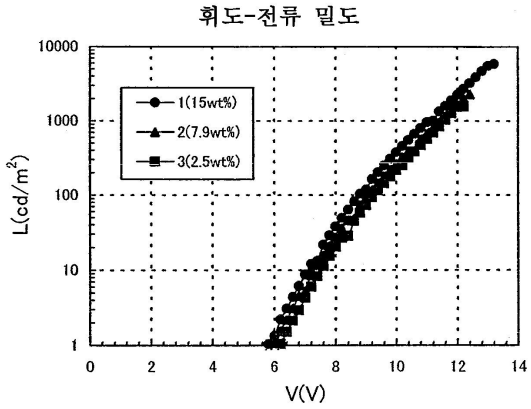
도면9



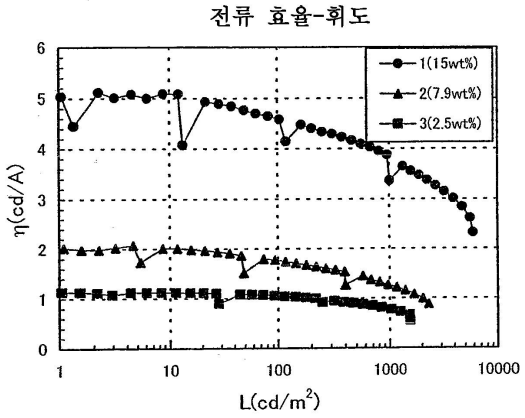
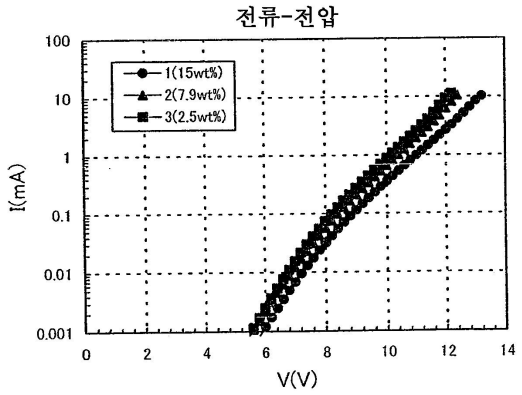
도면10



도면11



도면12



도면13