	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2016-0082384 2016년07월08일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.)		(71) 출원인	
H01L 51/50 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)		엘지디스플레이 주식회사	
H01L 51/56 (2006.01)		서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)	
(21) 출원번호	10-2014-0190576	(72) 발명자	
(22) 출원일자	2014년12월26일	이학민	
심사청구일자	없음	경기도 용인시 기흥구 구성로 105-15 103동 202호 (언남동, 동일하이빌1차아파트)	
		박성수	
		경기도 과천시 향촌3길 14 (별양동)	
		(74) 대리인	
		특허법인천문	

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 소자와 그 제조 방법 및 그를 이용한 유기 발광 디스플레이 장치

### (57) 요약

본 발명은, 발광층(EML)을 손상시키지 않는 알콜 계열의 유기 용매에 금속 산화물을 용해시켜 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하기 때문에, 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하는 공정 중에 발광층(EML)의 표면이 손상되는 것이 방지될 수 있고, 따라서, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 및 전자 주입 수송층을 용액 공정으로 형성할 수 있다.

대표도 - 도2

Cathode
EITL
EML
HTL
HIL
Anode

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

양극;

상기 양극 상에 구비된 정공 주입층;

상기 정공 주입층 상에 구비된 정공 수송층;

상기 정공 수송층 상에 구비되며, 호스트 물질 및 도펀트 물질을 포함하는 발광층;

상기 발광층 상에 구비된 전자 주입 수송층; 및

상기 전자 주입 수송층 상에 구비된 음극을 포함하고,

상기 전자 주입 수송층은 금속 산화물을 포함하여 이루어진 유기 발광 소자.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전자 주입 수송층은 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이 -0.2 내지 -0.3eV인 물질을 추가로 포함하고 있는 유기 발광 소자.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 금속 산화물은 알칼리 금속 산화물로 이루어지고, 상기 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이 -0.2 내지 -0.3eV인 물질은 알칼리 금속을 포함하는 유기 발광 소자.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 발광층은 상기 정공 수송층 상에 구비되는 제1 발광층, 및 상기 제1 발광층 상에 구비되는 제2 발광층으로 이루어지고, 상기 제2 발광층은 상기 제1 발광층의 물질에 n형 도펀트 물질이 더 포함되어 있는 유기 발광 소자.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 발광층과 상기 제2 발광층은 상기 호스트 물질 또는 상기 도펀트 물질에 화학결합되거나 또는 혼합되어 있는 전자 제공 성분을 더 포함하는 유기 발광 소자.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 전자 주입 수송층은 상기 제2 발광층과 접촉하고 있으며 상기 제2 발광층에 포함된 n형 도펀트 물질과 동일한 n형 도펀트 물질을 포함하고 있는 유기 발광 소자.

#### 청구항 7

제4항에 있어서,

상기 발광층의 두께는 50nm 내지 100nm 범위이고, 상기 전자 주입층의 두께는 2nm 내지 10nm 범위인 유기 발광 소자.

## 청구항 8

양극 상에 용액 공정으로 정공 주입층을 형성하는 공정;  
 상기 정공 주입층 상에 용액 공정으로 정공 수송층을 형성하는 공정;  
 상기 정공 수송층 상에 용액 공정으로 호스트 물질과 도펀트 물질을 포함하는 발광층을 형성하는 공정;  
 상기 발광층 상에 용액 공정으로 전자 주입 수송층을 형성하는 공정; 및  
 상기 전자 주입층 상에 음극을 형성하는 공정을 포함하고,  
 상기 전자 주입 수송층을 형성하는 공정은 알콜 계열의 유기 용매에 금속 산화물을 용해시켜 용액을 준비한 후 상기 용액을 상기 발광층 상에 도포하는 공정을 포함하는 유기 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 9

제8항에 있어서,  
 상기 전자 주입 수송층을 형성하는 공정은 상기 유기 용매에 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이 -0.2 내지 -0.3eV인 물질을 추가로 용해시키는 공정을 포함하는 유기 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 10

제8항에 있어서,  
 상기 전자 주입 수송층을 형성하는 공정은 상기 유기 용매에 n형 도펀트 물질을 추가로 용해시키는 공정 및 상기 n형 도펀트를 상기 발광층에 확산시켜 상기 n형 도펀트가 확산되지 않은 제1 발광층 및 상기 n형 도펀트가 확산된 제2 발광층을 형성하는 공정을 포함하는 유기 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 11

제8항에 있어서,  
 상기 정공 주입층을 형성하는 공정은 제1 용매에 정공 주입 특성이 있는 유기물을 용해시켜 제1 용액을 준비한 후, 상기 준비한 제1 용액을 상기 양극 상에 도포하는 공정을 포함하고,  
 상기 정공 수송층을 형성하는 공정은 제2 용매에 정공 수송 특성이 있는 유기물 및 가교제를 용해시켜 제2 용액을 준비한 후, 상기 준비한 제2 용액을 상기 정공 주입층 상에 도포하는 공정을 포함하고,  
 상기 정공 주입 특성이 있는 유기물은 상기 제2 용매에는 용해되지 않는 유기 발광 소자의 제조 방법.

## 청구항 12

기관;  
 상기 기관 상에 구비된 박막 트랜지스터; 및  
 상기 박막 트랜지스터에 의해 발광이 제어되는 유기 발광 소자를 포함하고,  
 상기 유기 발광 소자는 전술한 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 유기 발광 소자로 이루어진 유기 발광 디스플레이 장치.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 용액 공정을 이용하여 제조할 수 있는 유기 발광 소자에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 유기 발광 소자는 전자(electron)를 주입하는 음극(cathode)과 정공(hole)을 주입하는 양극(anode) 사이에 발광층이 형성된 구조를 가지며, 음극에서 발생된 전자 및 양극에서 발생된 정공이 발광층 내로 주입되면 주입된 전

자 및 정공이 결합하여 엑시톤(exciton)이 생성되고, 생성된 엑시톤이 여기상태(excited state)에서 기저상태(ground state)로 떨어지면서 발광을 하는 소자이다.

[0003] 이하, 도면을 참조로 종래의 유기 발광 소자에 대해서 설명하기로 한다.

[0004] 도 1은 종래의 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.

[0005] 도 1에서 알 수 있듯이, 종래의 유기 발광 소자는 양극(Anode), 정공 주입층(Hole Injecting Layer; HIL), 정공 수송층(Hole Transporting Layer; HTL), 발광층(Emitting Layer; EML), 전자 수송층(Electron Transporting Layer; ETL), 전자 주입층(Electron Injecting Layer; EIL), 및 음극(Cathode)을 포함하여 이루어진다.

[0006] 상기 양극(Anode)과 음극(Cathode) 사이에 구비된 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광층(EML), 전자 수송층(ETL), 및 전자 주입층(EIL)과 같은 유기층들은 진공 챔버 내에서 진공 증착 공정을 통해서 형성한다. 그러나, 진공 증착 공정을 이용하게 되면 고가의 진공 증착 장비가 필요하게 되어 제조 비용이 증가될 수 있다. 특히, 유기 발광 소자의 크기가 증가될 경우에는 진공 증착 장비의 크기가 더욱 커지게 되어 대량 생산시 생산성이 떨어지게 된다.

[0007] 따라서, 상기 유기층들을 용액 공정으로 형성하는 방안에 대해서 꾸준히 연구가 진행되고 있다. 그 결과, 상기 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 및 발광층(EML)을 용액 공정을 형성하는 방안에 대해서 제안되었다. 그러나, 아직까지 상기 발광층(EML) 위에 위치하는 전자 수송층(ETL)을 용액 공정으로 형성하는 방법은 개발되지 못하고 있다. 왜냐하면, 상기 전자 수송층(ETL)을 용액 공정으로 형성하게 되면, 상기 전자 수송층(ETL)의 형성을 위한 용액 내에 존재하는 용매에 의해서 상기 발광층(EML)의 표면이 손상(Damage)될 수 있기 때문이다. 따라서, 현재까지는 상기 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 및 발광층(EML)만을 용액 공정으로 형성하고, 상기 전자 수송층(ETL)과 전자 주입층(EIL)은 진공 증착 공정을 통해 형성하고 있는데, 이 경우 유기층들 전체를 진공 증착 공정으로 형성하는 경우에 비하여는 생산성이 향상될 수 있지만, 여전히 큰 사이즈의 유기 발광 소자를 제조하는 경우에는 생산성이 떨어진다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로서, 본 발명은 진공 증착 공정을 최소화함으로써 생산성이 향상될 수 있는 유기 발광 소자와 그 제조 방법 및 그를 이용한 유기 발광 디스플레이 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 양극, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 주입 수송층, 및 음극을 포함하고, 상기 전자 주입 수송층은 금속 산화물을 포함하여 이루어진 유기 발광 소자와 그 제조 방법 및 그를 이용한 유기 발광 디스플레이 장치를 제공한다.

### 발명의 효과

[0010] 이상과 같은 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발광층(EML)을 손상시키지 않는 알콜 계열의 유기 용매에 금속 산화물을 용해시켜 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하기 때문에, 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하는 공정 중에 발광층(EML)의 표면이 손상되는 것이 방지될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 및 전자 주입 수송층을 용액 공정으로 형성할 수 있어 진공 증착 공정을 최소화함으로써 생산성이 향상될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 종래의 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.

도 3은 발광층에 알콜 계열의 유기 용매를 첨가한 경우의 발광 세기 변화를 도시한 그래프이다.

도 4는 발광층(EML)과 금속 산화물을 포함하는 전자 주입 수송층(EITL) 사이의 밴드갭 다이어그램을 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광층(EML) 내의 엑시톤 형성 영역을 도시한 것이다.

도 7a 내지 도 7e는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 제조 공정 단면도이다.

도 8a 내지 도 8e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 제조 공정 단면도이다.

도 9는 전자 주입 수송층(EITL)의 재료 변화에 따른 발광 파장의 세기를 보여주는 그래프이다.

도 10은 전자 주입 수송층(EITL)의 재료 변화에 따른 구동 전압-전류 특성 변화를 보여주는 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치의 개략적인 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0014] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0015] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0016] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0017] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0018] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0019] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0020] 이하, 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 상세히 설명하기로 한다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.
- [0022] 도 2에서 알 수 있듯이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 양극(Anode), 정공 주입층(Hole Injectig Layer; HIL), 정공 수송층(Hole Transporting Layer; HTL), 발광층(Emitting Layer; EML), 전자 주입 수송층(Electron Injectig and Transporting Layer; EITL), 및 음극(Cathode)을 포함하여 이루어진다.
- [0023] 상기 양극(Anode)은 전도성 및 일함수(work function)가 높은 투명한 도전물질, 예로서 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), SnO<sub>2</sub> 또는 ZnO 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0024] 상기 정공 주입층(HIL)은 상기 양극(Anode) 상에 형성되며 MTDATA(4,4',4"-tris(3-

methylphenylphenylamino)triphenylamine), CuPc(copper phthalocyanine) 또는 PEDOT/PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene, polystyrene sulfonate) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.

- [0025] 이와 같은 정공 주입층(HIL)은 용액(Solution) 공정을 통해 형성한다. 즉, 상기 정공 주입층(HIL)은 용매에 정공 주입 특성이 있는 유기물을 용해시켜 정공 주입층(HIL)을 위한 용액을 준비한 후 상기 준비한 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 양극(Anode) 상에 도포하는 공정을 통해 형성할 수 있다.
- [0026] 상기 정공 수송층(HTL)은 상기 정공 주입층(HIL) 상에 형성되며, TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-bi-phenyl-4,4'-diamine), NPD(N, N-dinaphthyl-N, N'-diphenyl benzidine), 또는 NPB(N,N'-di(naphthalen-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 이와 같은 정공 수송층(HTL)도 용액 공정을 통해 형성한다. 즉, 상기 정공 수송층(HTL)은 용매에 정공 수송 특성이 있는 유기물을 용해시켜 정공 수송층(HTL)을 위한 용액을 준비한 후 상기 준비한 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 정공 주입층(HIL) 상에 도포하는 공정을 통해 형성할 수 있다.
- [0028] 한편, 상기 정공 수송층(HTL)을 형성할 때 상기 정공 수송층(HTL)을 위한 용액 내에 존재하는 용매에 의해서 상기 정공 주입층(HIL)이 손상을 받지 않는 것이 바람직하다. 따라서, 상기 정공 주입층(HIL)에 포함된 정공 주입 특성이 있는 유기물은 상기 정공 수송층(HTL)을 위한 용액 내에 존재하는 용매에 용해되지 않는 것이 바람직하다. 예로서, 상기 정공 주입층(HIL)에 포함된 정공 주입 특성이 있는 유기물은 물에는 용해되지만 특정 유기 용매에는 용해되지 않는 유기물을 이용하고 상기 정공 수송층(HTL)에 포함된 정공 수송 특성이 있는 유기물은 상기 특정 유기 용매에 용해되는 유기물을 이용할 경우, 용액 공정으로 상기 정공 수송층(HTL)을 형성할 때 상기 정공 주입층(HIL)이 손상을 받지 않을 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 발광층(EML)을 형성할 때 상기 발광층(EML)을 위한 용액 내에 존재하는 용매에 의해서 상기 정공 수송층(HTL)이 손상을 받지 않는 것이 바람직하다. 이를 위해서 상기 정공 수송층(HTL)에는 가교제(cross-linking agent)가 추가됨으로써 상기 정공 수송층(HTL)의 결합력을 향상시키는 것이 바람직하다. 즉, 상기 정공 수송층(HTL)에 가교제가 포함될 경우에는 가교제에 의해서 유기물의 결합력이 향상됨으로써 상기 발광층(EML)을 위한 용액 내에 존재하는 용매에 의해서 상기 정공 수송층(HTL)이 용해되는 것이 방지될 수 있다.
- [0030] 상기 발광층(EML)은 상기 정공 수송층(HTL) 상에 형성되어 있다. 상기 발광층(EML)은 적색(R) 발광층으로 이루어질 수도 있고 녹색(G) 발광층으로 이루어질 수도 있고 청색(B) 발광층으로 이루어질 수도 있고 경우에 따라 백색(W) 발광층으로 이루어질 수도 있다.
- [0031] 상기 적색(R) 발광층은 적색(R) 광, 예를 들어 피크(peak) 파장 범위가 600nm 내지 640nm 범위의 적색(R) 광을 발광할 수 있는 유기물질을 포함할 수 있으며, 구체적으로, 카바졸계 화합물 또는 금속 착물로 이루어진 인광 호스트 물질에 적색(R) 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 적색 도펀트는 이리듐(Ir) 또는 백금(Pt)의 금속 착물로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 상기 녹색(R) 발광층은 녹색(G) 광, 예를 들어 피크(peak) 파장 범위가 500nm 내지 570nm 범위의 녹색(G) 광을 발광할 수 있는 유기물질을 포함할 수 있으며, 구체적으로, 카바졸계 화합물 또는 금속 착물로 이루어진 인광 호스트 물질에 인광 녹색(G) 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 카바졸계 화합물은 CBP(4,4-N,N'-dicarbazole-biphenyl), CBP 유도체, mCP(N,N'-dicarbazolyl-3,5-benzene) 또는 mCP 유도체 등을 포함할 수 있고, 상기 금속 착물은 ZnPBO(phenyloxazole) 금속 착물 또는 ZnPBT(phenylthiazole) 금속 착물 등을 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 청색(B) 발광층은 청색(B) 광, 예를 들어 피크(peak) 파장 범위가 430nm 내지 490nm 범위의 청색(B) 광을 발광할 수 있는 유기물질을 포함할 수 있으며, 구체적으로, 안트라센(anthracene) 유도체, 파이렌(pyrene) 유도체 및 페릴렌(perylene) 유도체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나의 형광 호스트 물질에 형광 청색(B) 도펀트가 도핑되어 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0034] 상기 백색(W) 발광층은 호스트 물질에 전술한 적색(R) 도펀트, 녹색(G) 도펀트, 및 청색(B) 도펀트가 도핑되어 이루어질 수도 있고, 청색(B)을 발광하는 청색 형광 호스트 물질에 적색(R) 도펀트와 녹색(G) 도펀트가 도핑되어 이루어질 수도 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0035] 이와 같은 발광층(EML)도 용액 공정을 통해 형성한다. 즉, 상기 발광층(EML)은 용매에 호스트 물질과 도펀트 물



질을 용해시켜 발광층(EML)을 위한 용액을 준비한 후 상기 준비한 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 정공 수송층(HTL) 상에 도포하는 공정을 통해 형성할 수 있다.

[0036] 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 상기 발광층(EML) 상에 형성되어 있다. 본 명세서에서 전자 주입 수송층(EITL)은 기본적으로 전자 주입 특성을 가지고 있으며 첨가되는 성분에 따라 전자 수송 특성까지도 가질 수 있다.

[0037] 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 용액 공정을 통해 형성한다. 즉, 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 용매에 전자 주입 또는 전자 수송 특성이 있는 유기물을 용해시켜 전자 주입 수송층(EITL)을 위한 용액을 준비한 후 상기 준비한 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 발광층(EML) 상에 도포하는 공정을 통해 형성할 수 있다.

[0038] 전술한 발광층(EML)에 가교제를 포함시켜 상기 발광층(EML)의 결합력을 증진시킴으로써 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 용액 공정으로 형성하여도 상기 발광층(EML) 상면의 손상을 방지할 수 있다. 그러나, 발광층(EML)에 가교제를 포함시키게 되면 상기 발광층(EML)의 발광 효율이 급격히 떨어지기 때문에 상기 발광층(EML)에 가교제를 포함시킬 수는 없다.

[0039] 따라서 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하기 위한 용매는 상기 발광층(EML)을 구성하는 유기물에 손상을 가하지 않아야 한다. 본 발명자는 상기 발광층(EML)을 구성하는 유기물에 손상을 가하지 않으면서 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하기 위한 최적의 용매에 대해서 연구하던 중에 알콜 계열의 유기 용매가 상기 발광층(EML)을 구성하는 유기물에 손상을 가하지 않음을 확인하였다.

[0040] 도 3은 발광층에 알콜 계열의 유기 용매를 첨가한 경우의 발광 세기 변화를 도시한 그래프이다. 도 3에서 알 수 있듯이, 발광층에 알콜 계열의 유기 용매를 처리하지 않은 경우(발광층)와 발광층에 알콜 계열의 유기 용매를 처리한 경우(발광층+유기용매) 사이에 발광 세기의 차이가 극히 미미함을 알 수 있다. 비록, 발광층에 알콜 계열의 유기 용매를 처리한 경우가 그렇지 않은 경우에 비하여 발광 세기가 조금 작기는 하지만 그 차이가 극히 미미하며, 따라서, 알콜 계열의 유기 용매를 이용하여 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성할 경우 발광층(EML)에 거의 손상을 가하지 않음을 알 수 있다.

[0041] 한편, 본 발명자는 상기 알콜 계열의 유기 용매에 용해되면서 전자 주입 특성 또는 전자 수송 특성을 가지는 유기물에 대해서 연구하던 중 금속 산화물이 상기 알콜 계열의 유기 용매에 용해됨을 확인하였다. 특히, 상기 금속 산화물로서 알칼리 금속의 산화물이 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 재료로 이용될 수 있다.

[0042] 도 4는 발광층(EML)과 금속 산화물을 포함하는 전자 주입 수송층(EITL) 사이의 밴드갭 다이어그램을 도시한 것이다. 도 4에서 알 수 있듯이, 금속 산화물을 포함하는 전자 주입 수송층(EITL)의 에너지 레벨은 발광층(EML)에 비하여 작으며, 그 차이가 매우 큼을 알 수 있다.

[0043] 에너지 레벨은 정공(+) 수송과 관련된 에너지 레벨 및 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨로 구분할 수 있다. 정공(+) 수송과 관련된 에너지 레벨의 경우, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 에너지 레벨이 상기 발광층(EML)의 에너지 레벨보다 큰 차이로 작으면 오히려 상기 전자 주입 수송층(EITL)이 정공 이동을 차단하는 역할을 할 수 있어 상기 발광층(EML) 내에서의 엑시톤 형성이 증가될 수 있다.

[0044] 그러나, 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨의 경우, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 에너지 레벨이 상기 발광층(EML)의 에너지 레벨보다 큰 차이로 작으면 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 상기 발광층(EML)으로의 전자(-) 이동이 원활하지 못하여 상기 발광층(EML) 내에서의 엑시톤 형성이 감소될 수 있다. 따라서, 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨의 경우, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 에너지 레벨과 상기 발광층(EML)의 에너지 레벨 사이의 차이를 줄이는 것이 바람직하다.

[0045] 이와 같이 상기 전자 주입 수송층(EITL)과 상기 발광층(EML) 사이의 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨을 줄이기 위해서, 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 상기 금속 산화물의 에너지 레벨보다 높은 에너지 레벨을 가지는 물질을 포함하는 것이 바람직하다. 구체적으로, 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 -0.2 내지 -0.3 eV의 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨을 가지는 물질을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이 -0.2 내지 -0.3eV인 물질로는 알칼리 금속을 이용할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 알칼리 금속은 상기 알칼리 금속 산화물과 함께 첨가될 경우 상기 알콜 계열의 유기 용매에 용해될 수 있어 상기 전자 주입 수송층(EITL) 재료로 이용될 수 있다.

[0046] 상기 음극(Cathode)은 상기 전자 주입층(EIL) 상에 형성되어 있다. 상기 음극(Cathode)은 낮은 일함수를 가지는 금속, 예로서, 알루미늄(Al), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 리튬(Li) 또는 칼슘(Ca) 등으로 이루어질 수 있지만, 반드시

시 그에 한정되는 것은 아니다.

- [0047] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발광층(EML)을 손상시키지 않는 알콜 계열의 유기 용매에 금속 산화물을 용해시켜 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하기 때문에, 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하는 공정 중에 발광층(EML)의 표면이 손상되는 것이 방지될 수 있다. 한편, 알콜 계열의 유기 용매는 건조될 수 있으므로 최종 제품의 경우 상기 전자 주입 수송층(EITL)에는 상기 유기 용매가 포함되지 않을 수 있다. 또한, 상기 전자 주입 수송층(EITL)에 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이 -0.2 내지 -0.3eV인 물질이 첨가됨으로써, 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 상기 발광층(EML)으로의 전자(-) 이동이 보다 원활하게 되어 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0048] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 단면도이다.
- [0049] 도 5에서 알 수 있듯이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자는 양극(Anode), 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광층(EML), 전자 주입 수송층(EITL), 및 음극(Cathode)을 포함하여 이루어진다.
- [0050] 도 5에 따른 유기 발광 소자는 발광층(EML)이 제1 발광층(1st EML)과 제2 발광층(2nd EML)으로 이루어진 점에서 전술한 도 2에 따른 유기 발광 소자와 구별된다. 따라서, 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면 부호를 부여하였으며, 이하에서는 상이한 구성에 대해서만 설명하기로 한다.
- [0051] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 발광층(EML)이 제1 발광층(1st EML)과 제2 발광층(2nd EML)으로 이루어진다. 상기 제1 발광층(1st EML)은 상기 정공 수송층(HTL) 상에 형성되고, 상기 제2 발광층(2nd EML)은 상기 제1 발광층(1st EML) 상에 형성된다.
- [0052] 상기 발광층(EML) 상에는 전자 주입 수송층(EITL)이 형성되어 있는데, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 전자 수송 특성이 떨어질 경우 유기 발광 소자의 성능이 저하될 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 실시예는, 상기 제2 발광층(2nd EML)을 통해서 전자 수송 특성을 향상시킨 것으로서, 이하에서 상세히 설명하기로 한다.
- [0053] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광층(EML) 내의 엑시톤 형성 영역을 도시한 것이다.
- [0054] 발광층(EML)에서는 전자(electron)와 정공(hole)이 결합하여 엑시톤(exciton)이 생성되고 그와 같은 엑시톤이 여기상태(excited state)에서 기저상태(ground state)로 떨어지면서 발광을 하게 된다. 따라서, 엑시톤 형성 영역이 발광이 이루어지는 발광 영역이 되는데, 이와 같은 발광 영역의 형성 위치는 전자 이동도와 정공 이동도에 의해 조절될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따르면 발광층(EML) 내에서 전자 이동도가 정공 이동도보다 크다. 즉, 정공 수송층(HTL)에서 발광층(EML) 방향으로 이동하는 정공의 이동도에 비하여 전자 주입 수송층(EITL)에서 발광층(EML) 방향으로 이동하는 전자의 이동도가 크다. 따라서, 전자와 정공이 발광층(EML)의 영역 중에서 정공 수송층(HTL)에 가까운 발광층(EML)의 영역, 즉 제1 발광층(1st EML) 영역에서 결합하게 되어, 엑시톤 형성 영역(빛금친 영역)이 제1 발광층(1st EML) 영역에 구성된다.
- [0055] 이와 같이 정공 수송층(HTL)에 가까운 제1 발광층(1st EML) 영역에서 엑시톤이 형성되도록 하기 위해서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광층(EML)은 전자 풍부한(electron-rich) 발광 물질을 포함한다. 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 발광층(EML)은 전자 풍부한 발광 물질을 포함함으로써, 발광층(EML) 내의 전자 이동도가 커지게 되어 제1 발광층(1st EML)에서 발광이 이루어지게 된다.
- [0056] 상기 발광층(EML)에 포함된 전자 풍부한 발광 물질은 전자(electron)를 제공하는 성분이 발광층(EML)을 구성하는 호스트 물질에 화학결합되어 구성될 수도 있고, 전자(electron)를 제공하는 성분이 발광층(EML)을 구성하는 도펀트 물질에 화학결합되어 구성될 수도 있고, 전자(electron)를 제공하는 성분이 발광층(EML)을 구성하는 호스트 물질 및 도펀트 물질과 혼합된 상태로 구성될 수도 있다. 즉, 상기 전자를 제공하는 성분은 발광층(EML)을 구성하는 발광 물질에 화학결합될 수도 있고 화학결합되지 않고 혼합될 수도 있다.
- [0057] 상기 발광층(EML)을 구성하는 호스트 물질 또는 도펀트 물질에 화학결합할 수 있는 전자 제공 성분은 피리딘(pyridine) 또는 퀴놀린(quinoline)과 같은 모이어티(Moiety)를 포함할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 발광층(EML)을 구성하는 호스트 물질 및 도펀트 물질과 혼합될 수 있는 전자 제공 성분은 전자 수송 특성이 있는 유기물을 포함할 수 있다.
- [0058] 한편, 엑시톤이 형성되지 않거나 또는 엑시톤 형성량이 미미한 제2 발광층(2nd EML)의 경우는 전자 주입 수송층(EITL)으로부터 전자를 전달받아 제1 발광층(1st EML)으로 잘 전달할 수 있도록 전자 수송 능력을 가지는 것이 바람직하다. 이와 같은 전자 수송 능력을 부여하기 위해서, 상기 제2 발광층(2nd EML)은 n형 도펀트를 포함하고 있다. 상기 제2 발광층(2nd EML)이 n형 도펀트를 포함하고 있으면 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 전달된 전자가 상기 제1 발광층(1st EML)으로 용이하게 전달될 수 있다. 상기 n형 도펀트는 상기 전자 주입 수송층(EITL)



재료를 이용할 수 있으며, 이 경우 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성할 때 상기 전자 주입 수송층(EITL) 재료를 상기 발광층(EML)으로 확산시킴으로써 상기 전자 주입 수송층(EITL) 재료가 확산된 영역이 n형 도펀트가 도핑된 상기 제2 발광층(2nd EML)이 될 수 있다. 구체적으로, 상기 n형 도펀트는 상기 전자 주입 수송층(EITL)에 포함된 알칼리 금속이 확산되어 이루어질 수 있다.

[0059] 이와 같이 전자 주입 수송층(EITL)에 포함된 n형 도펀트를 확산시켜 상기 제2 발광층(2nd EML)을 형성하게 되면 별도의 공정이 추가되지 않으면서 상기 제2 발광층(2nd EML)을 얻을 수 있는 장점이 있다. 전자 주입 수송층(EITL)에 포함된 n형 도펀트를 확산시켜 상기 제2 발광층(2nd EML)을 형성할 경우, 상기 제2 발광층(2nd EML)에 포함된 n형 도펀트 농도는 일정하지 않을 수 있다. 구체적으로, 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 가까운 제2 발광층(2nd EML) 영역의 n형 도펀트 농도가 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 먼 제2 발광층(2nd EML) 영역의 n형 도펀트 농도보다 클 수 있다.

[0060] 상기 발광층(EML)의 두께(T1)는 상기 제2 발광층(2nd EML)의 영역을 고려하여 설정해야 한다. 상기 발광층(EML)의 두께(T1)가 너무 얇으면 전자 주입 수송층(EITL)에 포함된 n형 도펀트가 확산된 제2 발광층(2nd EML) 영역에 비하여 상기 n형 도펀트가 확산되지 않은 제1 발광층(1st EML)의 영역이 줄어들게 되어 발광 영역이 축소될 수 있다. 또한, 상기 발광층(EML)의 두께(T1)가 너무 두꺼우면 제1 발광층(1st EML)과 제2 발광층(2nd EML) 사이에 발광이 이루어지지 않으면서 전자 수송 특성도 없는 제3의 층이 형성될 수 있다. 즉, 상기 발광층(EML)의 두께(T1)가 너무 두꺼우면 상기 제1 발광층(1st EML)과 제2 발광층(2nd EML) 사이에 n형 도펀트가 확산되지 못하는 비발광 영역이 발생하게 된다.

[0061] 이와 같은 점을 고려할 때, 상기 발광층(EML)의 두께(T1)는 50nm 내지 100nm 범위로 이루어진 것이 바람직할 수 있다. 만약, 상기 발광층(EML)의 두께(T1)가 50nm 미만이면 상기 제1 발광층(1st EML) 영역이 축소되어 발광 영역이 줄어들게 되고, 상기 발광층(EML)의 두께(T1)가 100nm를 초과하게 되면 제1 발광층(1st EML)과 제2 발광층(2nd EML) 사이에 발광을 하지 않으면서 n형 도펀트도 도핑되지 않은 영역이 발생할 수 있기 때문이다.

[0062] 이와 같은 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 제1 발광층(1st EML)은 호스트 물질과 도펀트 물질 이외에 전자 제공 성분이 함유되어 있으며, 상기 제2 발광층(2nd EML)은 호스트 물질과 도펀트 물질 이외에 전자 제공 성분과 n형 도펀트가 함유되어 있다. 상기 제1 발광층(1st EML)에 함유된 호스트 물질, 도펀트 물질 및 전자 제공 성분은 상기 제2 발광층(2nd EML)에 함유된 호스트 물질, 도펀트 물질 및 전자 제공 성분과 동일하다. 상기 제1 발광층(1st EML)에서는 엑시톤이 형성되어 발광이 이루어지는 반면에, 상기 제2 발광층(2nd EML)에서는 엑시톤이 형성되지 않거나 그 형성양이 미미하여 실질적인 발광이 이루어지지 않는다. 이와 같이 제2 발광층(2nd EML)은 실질적인 발광이 이루어지지 않지만 그 성분은 발광을 할 수 있는 발광 물질을 기본으로 포함하고 있기 때문에, 발광층이라는 용어로 명명한 것이다.

[0063] 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 상기 발광층(EML) 상에 형성되어 있다. 특히, 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 상기 제2 발광층(2nd EML)과 접촉하고 있다. 상기 전자 주입 수송층(EITL)은 상기 발광층(EML)에 n형 도펀트를 제공할 수 있는 물질, 예를 들어 알칼리 금속을 포함하여 이루어질 수 있다.

[0064] 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)는 상기 발광층(EML)에 n형 도펀트가 확산될 수 있을 정도로 조절된다. 즉, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)가 너무 얇으면 상기 발광층(EML)에 n형 도펀트가 확산되지 않아 상기 제2 발광층(2nd EML)이 구성되지 않을 수 있다. 이에 따라, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)는 2nm 이상인 것이 바람직하다. 만약, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)가 2nm 미만이면 발광층(EML)으로 n형 도펀트 확산이 이루어지지 않아 상기 제2 발광층(2nd EML)이 구성되지 않을 수 있다. 한편, 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)는 10nm 이하인 것이 바람직한데, 만약 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)가 10nm를 초과하게 되면 유기 발광 소자의 발광효율이 오히려 떨어질 수 있기 때문이다.

[0065] 도 7a 내지 도 7e는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 제조 공정 단면도로서, 이는 전술한 도 2에 따른 유기 발광 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

[0066] 우선, 도 7a에서 알 수 있듯이, 양극(Anode) 상에 정공 주입층(HIL)을 형성한다.

[0067] 상기 정공 주입층(HIL)을 형성하는 공정은 제1 용매에 정공 주입 특성이 있는 유기물을 용해시켜 정공 주입층(HIL)을 위한 제1 용액을 준비한 후 상기 준비한 제1 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 양극(Anode) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0068] 이때, 상기 정공 주입 특성이 있는 유기물은 후술하는 제2 용매에 용해되지 않는 것이, 도 7b 공정에 따른 정공

수송층(HTL)을 형성할 때 상기 정공 주입층(HIL) 표면 손상을 방지할 수 있어 바람직하다.

[0069] 다음, 도 7b에서 알 수 있듯이, 상기 정공 주입층(HIL) 상에 정공 수송층(HTL)을 형성한다.

[0070] 상기 정공 수송층(HTL)을 형성하는 공정은 제2 용매에 정공 수송 특성이 있는 유기물을 용해시켜 정공 수송층(HTL)을 위한 제2 용액을 준비한 후 상기 준비한 제2 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 정공 주입층(HIL) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0071] 상기 정공 수송층(HTL)을 위한 제2 용액에는 상기 정공 수송 특성이 있는 유기물의 결합력을 향상시키기 위해서 가교제(cross-linking agent)가 추가로 포함되는 것이 바람직하다.

[0072] 다음, 도 7c에서 알 수 있듯이, 상기 정공 수송층(HTL) 상에 발광층(EML)을 형성한다.

[0073] 상기 발광층(EML)을 형성하는 공정은 제3 용매에 호스트 물질과 도펀트 물질을 용해시켜 발광층(EML)을 위한 제3 용액을 준비한 후 상기 준비한 제3 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 정공 수송층(HTL) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0074] 다음, 도 7d에서 알 수 있듯이, 상기 발광층(EML) 상에 전자 주입 수송층(EITL)을 형성한다.

[0075] 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하는 공정은 알콜 계열의 유기 용매에 금속 산화물을 용해시켜 제4 용액을 준비한 후 상기 준비한 제4 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 발광층(EML) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0076] 여기서, 상기 제4 용액에 상기 금속 산화물의 에너지 레벨보다 높은 에너지 레벨을 가지는 물질을 추가할 수 있으며, 구체적으로, 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이  $-0.2$  내지  $-0.3\text{eV}$ 인 물질, 예로서 알칼리 금속을 상기 제4 용액에 추가할 수 있다. 이 경우, 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서의 전자(-) 수송 능력이 향상될 수 있다.

[0077] 다음, 도 7e에서 알 수 있듯이, 상기 전자 주입 수송층(EITL) 상에 음극(Cathode)을 형성한다. 상기 음극(Cathode)은 당업계에 공지된 방법을 통해 형성한다.

[0078] 도 8a 내지 도 8e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 제조 공정 단면도로서, 이는 전술한 도 5에 따른 유기 발광 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

[0079] 우선, 도 8a에서 알 수 있듯이, 양극(Anode) 상에 정공 주입층(HIL)을 형성한다.

[0080] 상기 정공 주입층(HIL)을 형성하는 공정은 제1 용매에 정공 주입 특성이 있는 유기물을 용해시켜 정공 주입층(HIL)을 위한 제1 용액을 준비한 후 상기 준비한 제1 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 양극(Anode) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0081] 이때, 상기 정공 주입 특성이 있는 유기물은 후술하는 제2 용매에 용해되지 않는 것이, 도 8b 공정에 따른 정공 수송층(HTL)을 형성할 때 상기 정공 주입층(HIL) 표면 손상을 방지할 수 있어 바람직하다.

[0082] 다음, 도 8b에서 알 수 있듯이, 상기 정공 주입층(HIL) 상에 정공 수송층(HTL)을 형성한다.

[0083] 상기 정공 수송층(HTL)을 형성하는 공정은 제2 용매에 정공 수송 특성이 있는 유기물을 용해시켜 정공 수송층(HTL)을 위한 제2 용액을 준비한 후 상기 준비한 제2 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 정공 주입층(HIL) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0084] 상기 정공 수송층(HTL)을 위한 제2 용액에는 상기 정공 수송 특성이 있는 유기물의 결합력을 향상시키기 위해서 가교제(cross-linking agent)가 추가로 포함되는 것이 바람직하다.

[0085] 다음, 도 8c에서 알 수 있듯이, 상기 정공 수송층(HTL) 상에 발광층(EML)을 형성한다.

[0086] 상기 발광층(EML)을 형성하는 공정은 제3 용매에 호스트 물질과 도펀트 물질을 용해시켜 발광층(EML)을 위한 제3 용액을 준비한 후 상기 준비한 제3 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 정공 수송층(HTL) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.

[0087] 이때, 상기 제3 용액은 전자 제공 성분을 포함함으로써, 상기 발광층(EML)이 전자 풍부한(electron-rich) 특성을 가지게 된다. 상기 전자 제공 성분은 상기 발광층(EML)을 구성하는 호스트 물질 또는 도펀트 물질에 화학결합될 수 있으며, 이와 같이 화학결합될 수 있는 전자 제공 성분은 피리딘(pyridine) 또는 퀴놀린(quinoline)과 같은 모이어티(Moiety)를 포함할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다. 상기 전자 제공 성분은 상기

호스트 물질 및 도펀트 물질과 혼합된 상태로 포함될 수 있으며, 이와 같은 혼합 상태로 포함되는 전자 제공 성분은 전자 수송 특성이 있는 유기물을 포함할 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.

- [0088] 상기 발광층(EML)의 두께(T1)는 50nm 내지 100nm 범위로 형성하는 것이 바람직하며, 그 이유는 전술한 바와 동일하다.
- [0089] 다음, 도 8d에서 알 수 있듯이, 상기 발광층(EML) 상에 전자 주입 수송층(EITL)을 형성한다.
- [0090] 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하는 공정은 알콜 계열의 유기 용매에 금속 산화물을 용해시켜 제4 용액을 준비한 후 상기 준비한 제4 용액을 잉크젯 공정 또는 슬릿 코팅 공정 등을 통해 상기 발광층(EML) 상에 도포하는 공정으로 이루어질 수 있다.
- [0091] 여기서, 상기 제4 용액에 상기 금속 산화물의 에너지 레벨보다 높은 에너지 레벨을 가지는 물질을 추가할 수 있으며, 구체적으로, 전자(-) 수송과 관련된 에너지 레벨이 -0.2 내지 -0.3eV인 물질, 예로서 알칼리 금속과 같은 n형 도펀트 물질을 상기 제4 용액에 추가할 수 있다.
- [0092] 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 형성하는 공정은 상기 전자 주입 수송층(EITL)에 포함된 상기 알칼리 금속과 같은 n형 도펀트 물질을 상기 발광층(EML)으로 확산시키는 공정을 포함할 수 있다. 상기 n형 도펀트 물질을 상기 발광층(EML)으로 확산시키면, 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 멀리 떨어져서 상기 n형 도펀트 물질이 확산되지 않은 발광층(EML)이 제1 발광층(1st EML)을 구성하고, 상기 전자 주입 수송층(EITL)에서 가까워서 상기 n형 도펀트 물질이 확산된 발광층(EML)이 제2 발광층(2nd EML)을 구성하게 된다. 이와 같은 n형 도펀트 물질의 확산을 위해서 상기 전자 주입 수송층(EITL)을 소정의 온도로 가열할 수 있다.
- [0093] 상기 전자 주입 수송층(EITL)의 두께(T2)는 2nm 내지 10nm 범위로 형성하는 것이 바람직하며, 그 이유는 전술한 바와 동일하다.
- [0094] 다음, 도 8e에서 알 수 있듯이, 상기 전자 주입 수송층(EITL) 상에 음극(Cathode)을 형성한다. 상기 음극(Cathode)은 당업계에 공지된 방법을 통해 형성한다.
- [0095] 도 9는 전자 주입 수송층(EITL)의 재료 변화에 따른 발광 파장의 세기를 보여주는 그래프이다.
- [0096] 도 9에서 알 수 있듯이, 알칼리 금속 산화물을 이용하여 용액 공정으로 전자 주입 수송층(EITL)을 형성한 경우(알칼리 금속 산화물) 및 알칼리 금속 산화물과 알칼리 금속을 이용하여 용액 공정으로 전자 주입 수송층(EITL)을 형성한 경우(알칼리 금속 산화물 + 알칼리 금속) 모두 발광 파장의 피크가 양호함을 알 수 있다. 따라서, 양자 모두 발광이 원활하게 이루어짐을 알 수 있다.
- [0097] 도 10은 전자 주입 수송층(EITL)의 재료 변화에 따른 구동 전압-전류 특성 변화를 보여주는 그래프이다.
- [0098] 도 10에서 알 수 있듯이, 알칼리 금속 산화물과 알칼리 금속을 이용하여 용액 공정으로 전자 주입 수송층(EITL)을 형성한 경우(알칼리 금속 산화물 + 알칼리 금속)가 알칼리 금속 산화물을 이용하여 용액 공정으로 전자 주입 수송층(EITL)을 형성한 경우(알칼리 금속)에 비하여 구동 전압이 낮아짐을 알 수 있다. 따라서, 알칼리 금속 산화물에 알칼리 금속을 추가하여 전자 주입 수송층(EITL)을 형성할 경우 전자(-)의 이동이 보다 원활하게 되어 구동 전압을 낮출 수 있음을 알 수 있다.
- [0099] 이상 설명한 본 발명에 따른 유기 발광 소자는 아래에서 설명하는 화상을 표시하는 유기 발광 디스플레이 장치로 적용될 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니고 조명 장치 등과 같이 당업계에 공지된 다양한 발광 장치에 적용될 수 있다.
- [0100] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치의 개략적인 단면도로서, 이는 전술한 도 2 또는 도 5에 따른 유기 발광 소자를 이용한 것이다.
- [0101] 도 11에서 알 수 있듯이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치는 기판(100), 박막 트랜지스터층(200), 평탄화층(300), 뱅크층(400), 양극(Anode), 유기층(1), 및 음극(Cathode)을 포함하여 이루어진다.
- [0102] 상기 기판(100)은 유리 또는 구부리거나 휘 수 있는 투명한 플라스틱, 예로서, 폴리이미드가 이용될 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0103] 상기 박막 트랜지스터층(200)은 상기 기판(100) 상에 형성되어 있다. 이와 같은 박막 트랜지스터층(200)은 게이트 전극(210), 게이트 절연막(220), 반도체층(230), 소스 전극(240a), 드레인 전극(240b), 및 보호막(250)을 포함하여 이루어진다.

[0104] 상기 게이트 전극(210)은 상기 기판(100) 상에 패턴 형성되어 있고, 상기 게이트 절연막(220)은 상기 게이트 전극(210) 상에 형성되어 있고, 상기 반도체층(230)은 상기 게이트 절연막(220) 상에 패턴 형성되어 있고, 상기 소스 전극(240a)과 상기 드레인 전극(240b)은 상기 반도체층(230) 상에서 서로 마주하도록 패턴 형성되어 있고, 상기 보호막(250)은 상기 소스 전극(240a)과 상기 드레인 전극(240b) 상에 형성되어 있다.

[0105] 상기 박막 트랜지스터층(200)에 도시된 박막 트랜지스터는 구동 박막 트랜지스터에 관한 것으로서, 도면에는 게이트 전극(210)이 반도체층(230) 아래에 형성되는 바텀 게이트(bottom gate) 구조의 구동 박막 트랜지스터를 도시하였지만, 게이트 전극(210)이 반도체층(230) 위에 형성되는 탑 게이트(top gate) 구조의 구동 박막 트랜지스터가 형성될 수도 있다. 이와 같은 구동 박막 트랜지스터에 의해 유기발광 소자의 발광이 제어된다.

[0106] 상기 평탄화층(300)은 상기 박막 트랜지스터층(200) 상에 형성되어 기판 표면을 평탄화시킨다. 이와 같은 평탄화층(300)은 포토 아크릴과 같은 유기 절연막으로 이루어질 수 있지만, 반드시 그에 한정되는 것은 아니다.

[0107] 상기 양극(Anode)은 상기 평탄화층(300) 상에 형성되며, 상기 박막 트랜지스터의 드레인 전극(240b)과 연결되어 있다.

[0108] 상기 बैं크층(400)은 상기 양극(Anode) 상에 형성되며, 화소 영역을 정의하도록 매트릭스 구조로 패턴 형성되어 있다.

[0109] 상기 유기층(1)은 상기 양극(Anode) 상에 형성되며, 특히, 상기 बैं크층(400)에 의해 정의된 화소 영역 내에 형성된다. 상기 유기층(1)은 구체적으로 도시하지는 않았지만, 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광층(EML), 및 전자 주입 수송층(EITL)으로 이루어지며, 각각의 층은 전술한 도 2와 동일하게 구성될 수도 있고 도 5와 동일하게 구성될 수도 있다.

[0110] 상기 음극(Cathode)은 상기 유기층(1) 상에 형성되어 있다. 상기 음극(Cathode)에는 공통 전압이 인가될 수 있고, 따라서, 상기 음극(Cathode)은 각각의 화소 내의 유기층(1) 뿐만 아니라 상기 बैं크층(400) 상에도 형성될 수 있다.

[0111] 한편, 도시하지는 않았지만, 상기 음극(Cathode) 상에는 봉지층(Encapsulation)이 형성되어 상기 유기층(1)으로 산소나 수분이 침투하는 것을 방지할 수 있다. 이와 같은 봉지층(Encapsulation)은 서로 상이한 무기물이 교대로 적층된 구조로 이루어질 수도 있고, 무기물과 유기물이 교대로 적층된 구조로 이루어질 수도 있고, 접착제에 의해 접착된 금속층으로 이루어질 수도 있다.

[0112] 이와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치는 상기 유기층(1)에서 발광된 광이 상부 방향으로 방출되는 소위 탑 에미션(Top Emission) 방식으로 이루어질 수도 있고, 상기 유기층(1)에서 발광된 광이 하부의 기판(100) 방향으로 방출되는 소위 바텀 에미션(Bottom Emission) 방식으로 이루어질 수도 있다.

[0113] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다

## 부호의 설명

[0114] HIL: 정공 주입층 HTL: 정공 수송층  
EML, 1st EML, 2nd EML: 발광층, 제1 발광층, 제2 발광층  
ETL: 전자 수송층 EITL: 전자 주입 수송층

## 도면

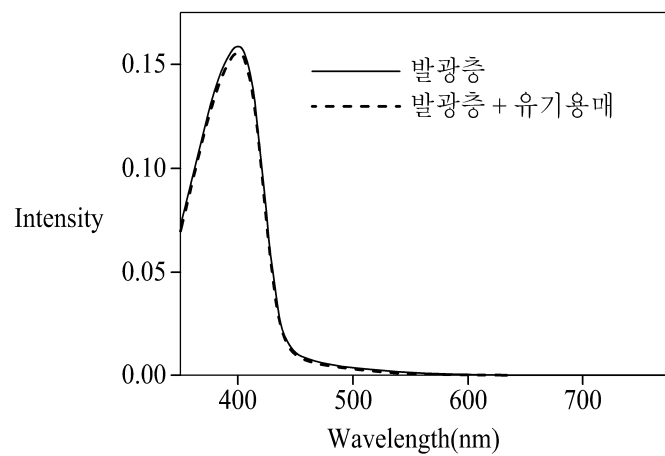
### 도면1

Cathode
EIL
ETL
EML
HTL
HIL
Anode

### 도면2

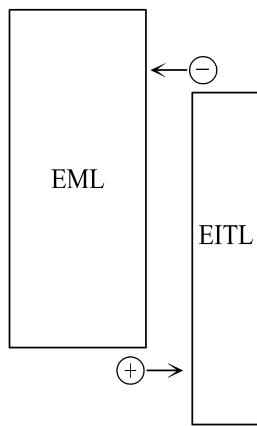
Cathode
EITL
EML
HTL
HIL
Anode

### 도면3

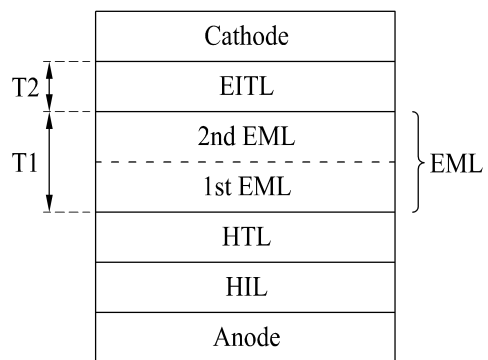




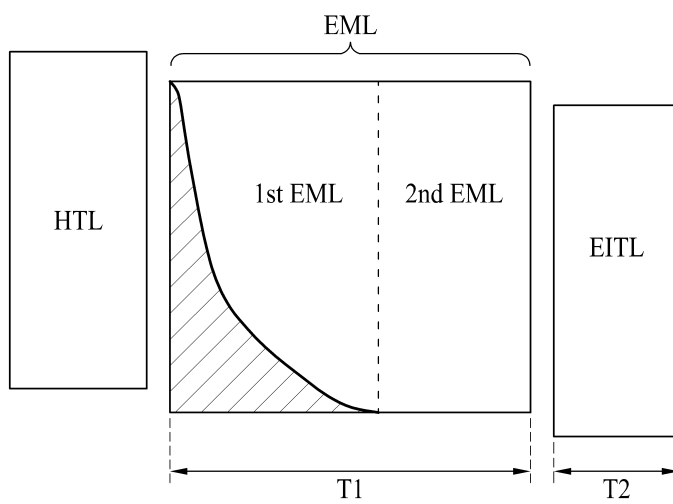
도면4



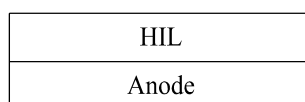
도면5



도면6



도면7a



도면7b

HTL
HIL
Anode

도면7c

EML
HTL
HIL
Anode

도면7d

EITL
EML
HTL
HIL
Anode

도면7e

Cathode
EITL
EML
HTL
HIL
Anode

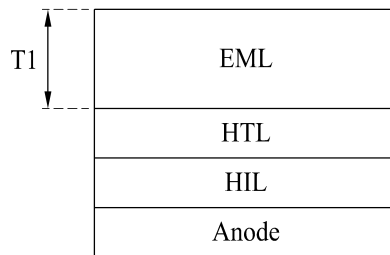
도면8a

HIL
Anode

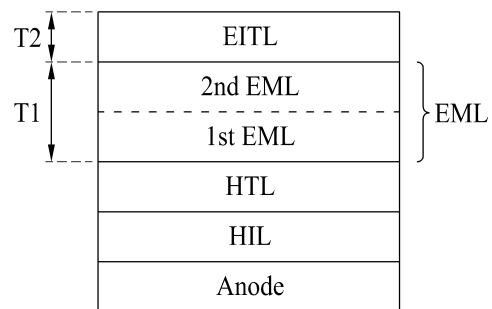
도면8b

HTL
HIL
Anode

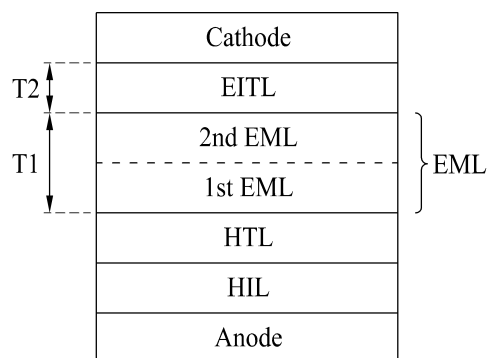
도면8c



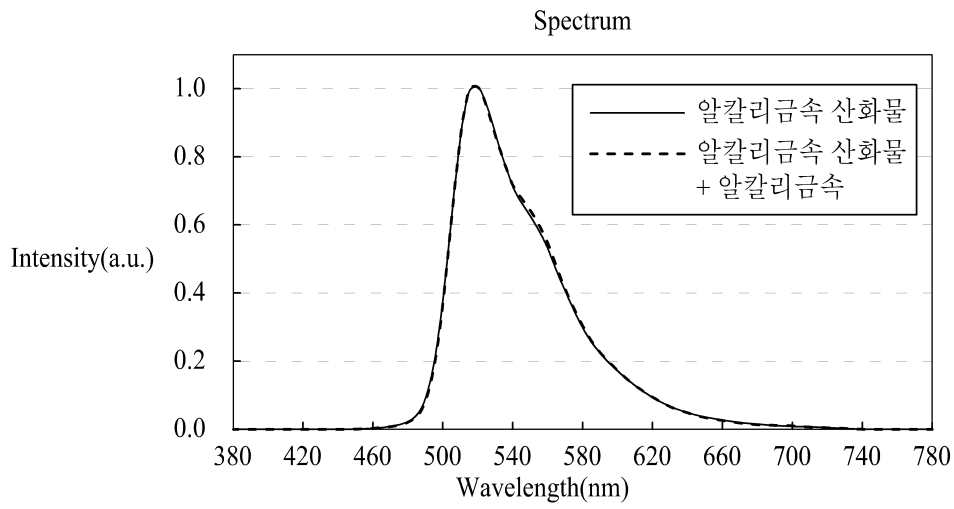
도면8d



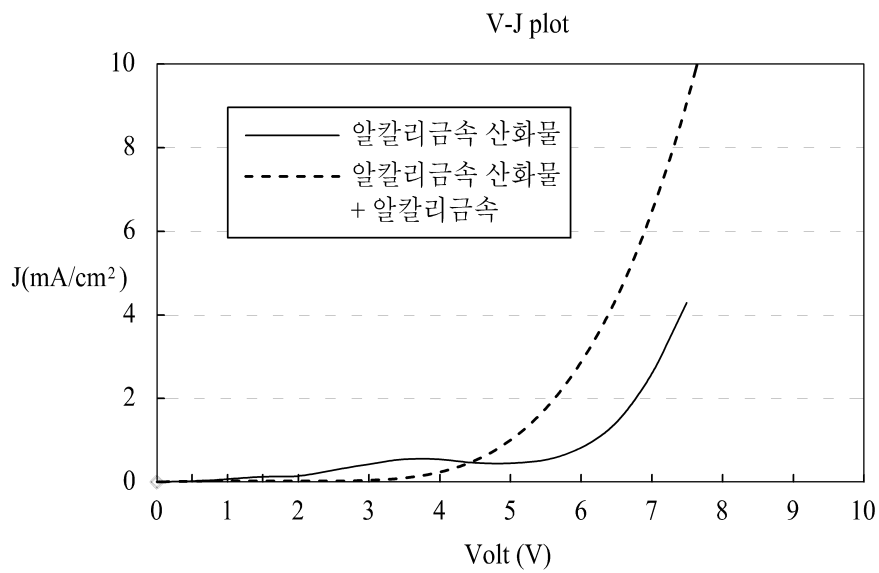
도면8e



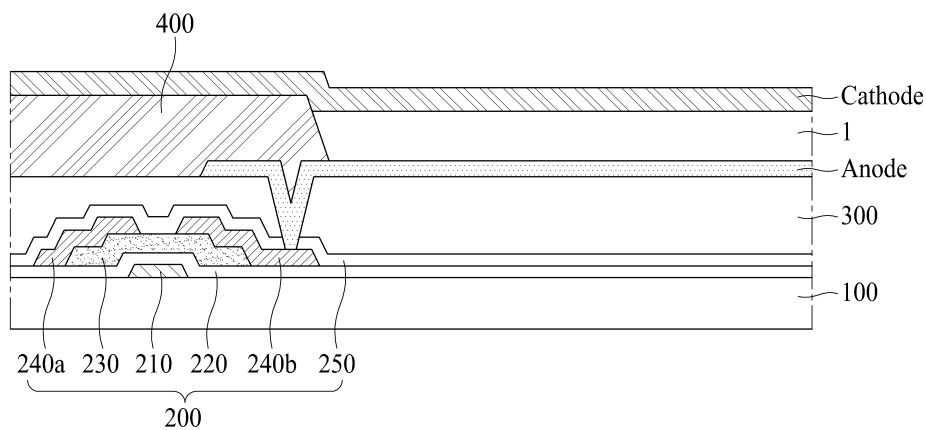
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	标题：有机发光器件，其制造方法以及使用其的有机发光显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020160082384A</a>	公开(公告)日	2016-07-08
申请号	KR1020140190576	申请日	2014-12-26
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	HAKMIN LEE 이학민 SUNGSOO PARK 박성수		
发明人	이학민 박성수		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/56 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5072 H01L51/56 H01L27/3244		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

( EML ) 在形成电子注入传输层 ( EITL ) 的步骤中形成，因为金属氧化物溶解在不损害发光层 ( EML ) 的醇基有机溶剂中空穴注入层，空穴传输层，发光层和电子注入传输层可以通过溶液工艺形成。

Cathode
EITL
EML
HTL
HIL
Anode