



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0081155
 (43) 공개일자 2019년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 51/0067 (2013.01)
H01L 27/3211 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0183503
 (22) 출원일자 2017년12월29일
 심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자
임동혁
 경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
박진호
 경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(74) 대리인
박영복

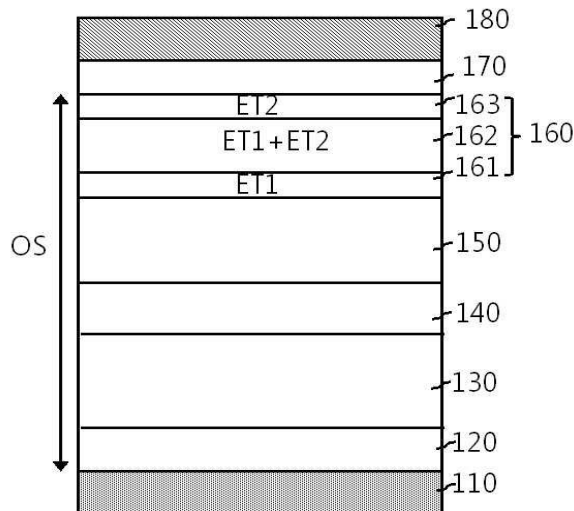
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치**

(57) 요약

본 발명은 전자 수송층의 구성을 변경하여 UV 수명을 향상시킨 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 27/3262 (2013.01)

H01L 51/0071 (2013.01)

H01L 51/5004 (2013.01)

H01L 51/5072 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 대향된 양극과 음극;

상기 양극과 음극 사이의 발광층;

상기 양극과 발광층 사이에 정공 수송층; 및

상기 발광층과 음극 사이에, 벤즈이미다졸 유도체의 제 1 화합물과, 하기 화학식 1의 제 2 화합물이 혼합된 제 1 전자 수송층과, 상기 제 2 화합물 단일의 제 2 전자 수송층이 적층된 전자 수송층을 포함하는 유기 발광 소자;

[화학식 1]



상기 화학식 1에 있어서,

a 내지 c는 각각 1 내지 3의 정수이며,

a 내지 c가 각각 2 이상일 경우, 2 이상의 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고,

L1 및 L2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 2 내지 4개의 방향족고리기이며,

Ar1은 직접결합 또는 치환 또는 비치환된 아릴렌기이며,

HAr은 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기이다.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 전자 수송층은 서로 접하며,

상기 제 1, 제 2 전자 수송층 중 상기 제 2 전자 수송층이 상기 음극에 인접한 유기 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제 2 전자 수송층과 음극 사이에 전자 주입층을 더 포함하고,

상기 제 2 전자 수송층과 상기 음극은 각각 전자 주입층의 서로 다른 면에 접한 유기 발광 소자.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 제 2 전자 수송층과 접하지 않은 상기 제 1 전자 수송층의 면에, 상기 제 1 화합물 단일의 제 3 전자 수송층을 접하여 더 구비한 유기 발광 소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 전자 수송층은 상기 제 1 전자 수송층을 복수개 갖고,

복수개의 상기 제 1 전자 수송층 각각의 양측에 상기 제 2 전자 수송층과, 상기 제 1 화합물 단일의 제 3 전자 수송층을 접하여 갖는 유기 발광 소자.

청구항 6

제 5항에 있어서,
 상기 전자 수송층 중,
 상기 발광층과 최인접한 층과, 상기 음극에 최인접한 층은 상기 제 2 전자 수송층인 유기 발광 소자.

청구항 7

제 1항에 있어서,
 상기 제 1 전자 수송층이 상기 제 2 전자 수송층보다 두꺼운 유기 발광 소자.

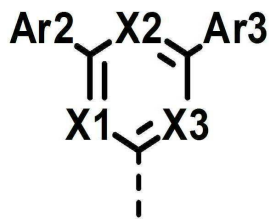
청구항 8

제 1항에 있어서,
 상기 제 1 화합물의 LUMO 에너지 준위는 -3.0eV 내지 -2.9eV 이고, 상기 제 2 화합물(ET2)의 LUMO 에너지 준위는 -3.2eV 내지 -3.1eV 인 유기 발광 소자.

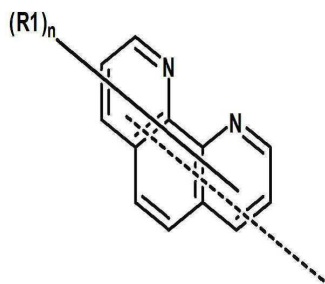
청구항 9

제 1항에 있어서,
 상기 HAr은 하기 화학식 A 또는 B로 표시되는 것인 유기 발광 소자:

[화학식 A]



[화학식 B]



상기 화학식 A 및 B에 있어서,

X1 내지 X3는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 N, CH, 또는 CD이고,

X1 내지 X3 중 적어도 하나는 N이며,

Ar2, Ar3 및 R1은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소 또는 치환 또는 비치환된 아릴기이거나, 인접한 기와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 고리를 형성하고,

n은 1 내지 7의 정수이며,

n이 2 이상인 경우, 2 이상의 R1은 서로 같거나 상이하고,

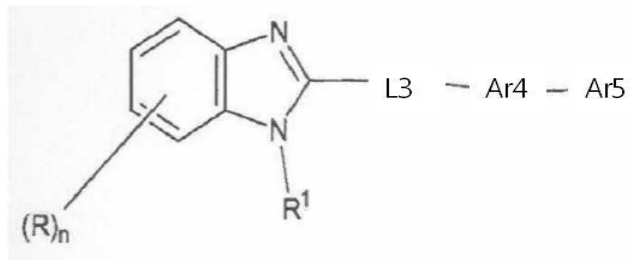
---는 상기 L1에 연결되는 부위이다.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 제 1 화합물은 하기 화학식 2로 표현되는 유기 발광 소자.

[화학식 2]



상기 화학식 2에 있어서,

R, R1은 각각 치환, 비치환된 C1-C60의 알킬, 치환 또는 비치환된 아릴 및 치환 또는 비치환된 5-7 원 헤테로 고리로 이루어진 군에서, 선택되며,

상기 n은 양의 정수이며,

L3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 2 내지 4개의 방향족고리이며,

Ar4, Ar5은 직접결합 또는 치환 또는 비치환된 아릴렌기이다.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 제 2 화합물의 LUMO 준위의 절대 값은 상기 제 1 화합물의 LUMO 준위의 절대 값보다 크고, 상기 음극의 일 함수보다 작은 유기 발광 소자.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 제 1 화합물의 제 1 전자 이동도는 상기 제 2 화합물의 제 2 전자 이동도보다 크며, 상기 제 1 전자 이동도는 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 이상인 유기 발광 소자.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 화합물은 각각 자외선 조사 전후 200nm 내지 400nm의 파장에서 동일한 흡수 피크 특성을 갖는 유기 발광 소자.

청구항 14

복수개의 서브 화소를 갖는 기관;

상기 각 서브 화소에 대응되어 상기 상기 기관 상에 구비된 박막 트랜지스터; 및

상기 박막 트랜지스터와, 제 1 항 내지 제 13항 중 어느 한 항의 양극과 접속되는 유기 발광 소자를 포함한 유기 발광 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 소자에 관한 것으로, 특히 극한 환경에서도 안정적으로 구동이 가능한 유기 발광 소자 및

이를 이용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 평판 표시 장치(Flat Panel Display)는 소형화 및 경량화에 유리한 장점으로 인해 데스크탑 컴퓨터의 모니터뿐만 아니라, 노트북 컴퓨터, PDA 등의 휴대용 컴퓨터나 휴대 전화 단말기 등에 폭넓게 이용되고 있다. 이러한 평판 표시 장치로는 액정표시장치(LCD: Liquid Crystal Display Device), 플라즈마 표시 장치(Plasma Display Panel Device), 전계 방출표시장치(FED: Field Emission Display) 및 유기 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Display Device) 등이 있다.
- [0003] 이 중 유기 발광 표시 장치는 응답속도가 빠르고, 발광 효율이 높은 휘도를 표현할 수 있으며 시야각이 큰 장점이 있다.
- [0004] 한편, 유기 발광 표시 장치는 다양한 어플리케이션에 이용될 수 있는데, 스마트 시계, 휴대폰, 네비게이션 및 다양한 탐사 장비에 이용될 수 있다. 그리고, 이러한 어플리케이션은 실내뿐만 아니라 외부 환경에 직접적으로 노출될 수 있어, 자연광의 노출이 심한 환경에서도 안정적으로 동작할 것이 요구된다.
- [0005] 그러나, 현재의 유기 발광 표시 장치는 실내에서의 표시 기능을 갖도록 제조되어 장시간 자외선 노출이라는 극한 환경에서 동작시 수명이 급격히 저하되는 문제점이 있다.

발명의 내용

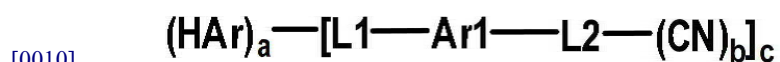
해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 전자 수송층의 구성을 변경하여 UV 수명을 향상시킨 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명은 전자 수송층의 구성 및 이용되는 재료를 변경함으로써, 효율 및 UV 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 서로 대향된 양극과 음극과, 상기 양극과 음극 사이의 발광층과, 상기 양극과 발광층 사이에 정공 수송층 및 상기 발광층과 음극 사이에, 벤즈이미다졸 유도체의 제 1 화합물과, 하기 화학식 1의 제 2 화합물이 혼합된 제 1 전자 수송층과, 상기 제 2 화합물 단일의 제 2 전자 수송층이 적층된 전자 수송층을 포함할 수 있다.

[0009] [화학식 1]



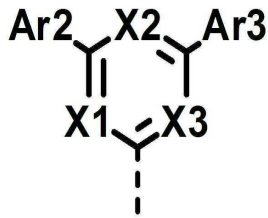
- [0011] 상기 화학식 1에 있어서, a 내지 c는 각각 1 내지 3의 정수이며, a 내지 c가 각각 2 이상일 경우, 2 이상의 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고, L1 및 L2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 2 내지 4가의 방향족고리기이며, Ar1은 직접결합 또는 치환 또는 비치환된 아릴렌기이며, HAr은 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기이다.
- [0012] 또한, 상기 제 1, 제 2 전자 수송층은 서로 접하며, 상기 제 1, 제 2 전자 수송층 중 상기 제 2 전자 수송층이 상기 음극에 인접할 수 있다.
- [0013] 그리고, 상기 제 2 전자 수송층과 음극 사이에 전자 주입층을 더 포함하고, 상기 제 2 전자 수송층과 상기 음극은 각각 전자 주입층의 서로 다른 면에 접할 수 있다.
- [0014] 상기 제 2 전자 수송층과 접하지 않은 상기 제 1 전자 수송층의 면에, 상기 제 2 화합물의 제 3 전자 수송층을 접하여 더 구비할 수 있다.
- [0015] 혹은 상기 전자 수송층은 상기 제 1 전자 수송층을 복수개 갖고, 복수개의 상기 제 1 전자 수송층 각각의 양측에 상기 제 2 전자 수송층과, 제 1 화합물 단일층의 제 3 전자 수송층을 접하여 가질 수 있다.
- [0016] 상기 전자 수송층 중, 상기 발광층과 최인접한 층과, 상기 음극에 최인접한 층은 상기 제 2 전자 수송층일 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 제 1 전자 수송층이 상기 제 2 전자 수송층보다 두꺼울 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제 1 화합물의 LUMO 에너지 준위는 -3.0eV 내지 -2.9eV이고, 상기 제 2 화합물(ET2)의 LUMO 에너지 준위는 -3.2eV 내지 -3.1eV 일 수 있다.

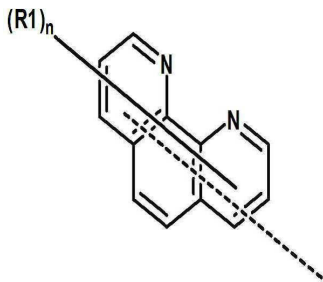
[0019] 상기 HAr은 하기 화학식 A 또는 B로 표시될 수 있다.

[0020] [화학식 A]



[0021]

[0022] [화학식 B]

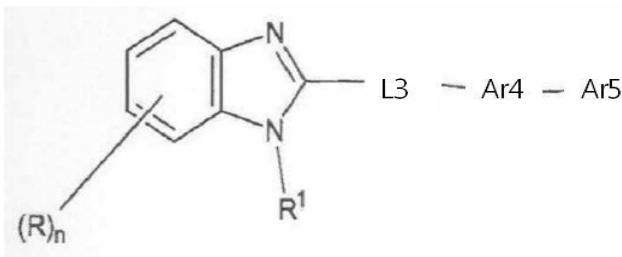


[0023]

[0024] 상기 화학식 A 및 B에 있어서, X1 내지 X3는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 N, CH, 또는 CD이고, X1 내지 X3 중 적어도 하나는 N이며, Ar2, Ar3 및 R1은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소 또는 치환 또는 비치환된 아틸기이거나, 인접한 기와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 고리를 형성하고, n은 1 내지 7의 정수이며, n이 2 이상인 경우, 2 이상의 R1은 서로 같거나 상이하고, ---는 상기 L1에 연결되는 부위이다.

[0025] 또한, 상기 제 1 화합물은 하기 화학식 2로 표현될 수 있다.

[0026] [화학식 2]



[0027]

[0028] 상기 화학식 2에 있어서, R, R1은 각각 치환, 비치환된 C1-C60의 알킬, 치환 또는 비치환된 아틸 및 치환 또는 비치환된 5-7 원 헤테로 고리로 이루어진 군에서, 선택되며, 상기 n은 양의 정수이며, L3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 2 내지 4가의 방향족고리이며, Ar4, Ar5은 직접결합 또는 치환 또는 비치환된 아틸렌기이다.

[0029] 또한, 상기 제 1 화합물의 HOMO 준위 및 LUMO 준위는 각각 상기 제 2 화합물의 HOMO 준위 및 LUMO 준위보다 절대값이 작을 수 있다.

[0030] 한편, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 복수개의 서브 화소를 갖는 기관과, 상기 각 서브 화소에 대응되어 상기 상기 기관 상에 구비된 박막 트랜지스터 및 상기 박막 트랜지스터와, 양극과 접속되는 유기 발광 소자를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0032] 첫째, 현재까지의 유기 발광 소자는 상온에서의 최적 조건으로 구동되도록 구성되어 있어, 자외선에 장시간 노출되는 야외 환경에서 전자 주입 특성이 경시적으로 변화하여 수명이 급격하게 저하되는 문제가 있다. 본 발명의 유기 발광 소자는 전자 수송층에 이용되는 재료 중 상온에서 효율이 높으나 자외선에 취약한 리튬 퀴놀레이트를 배제하고, 높은 전자 수송성과 전자 주입 배리어를 낮출 수 있는 새로운 전자 수송 재료의 혼합을 통해, 강한 자외선 환경에도 안정적으로 구동이 가능한 유기 발광 소자를 제안한다.
- [0033] 둘째, 단순히 자외선에 취약한 전자 수송 재료를 배제하여 단일의 전자 수송 재료로 전자 수송층 형성시 시간 경과에 따라 전자 주입 특성이 달라져 장시간 구동이 불가능한 문제가 있다. 이를 위해, 전자 수송층은 주로 전자 주입과 전자 수송을 위해 주로 2가지 재료 이상이 혼합되어 제조되는데, 이는 공증착 공정을 통해 제조된다. 공증착 과정에서 단일 재료층이 전자 수송층 내에 발생할 수 있다. 본 발명의 유기 발광 소자는 공정 중 발생하는 단일 재료층 중 음극에 인접한 재료를 특정하여, 전자가 주입되는데, 배리어를 낮추며 동시에 전자 주입 특성의 변동을 방지할 수 있다.
- [0034] 셋째, 전자 수송층의 재료로 처리에 어려움이 있고, 유해성의 재료를 생략하여 공정의 안정성을 꾀할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 본 발명의 유기 발광 소자를 나타낸 단면도
- 도 2a 및 도 2b는 도 1의 전자 수송층의 다른 실시예를 나타낸 단면도
- 도 3a 및 도 3b는 각각 도 2a 및 도 2b의 전자 수송층을 구성하기 위한 공정 챔버의 구성을 나타낸 도면
- 도 4는 도 1의 전자 수송층을 이루는 제 1, 제 2 화합물의 밴드 다이어그램
- 도 5는 비교예에 따른 유기 발광 소자의 전자 수송층을 이루는 제 3, 제 4 화합물의 밴드 다이어그램
- 도 6a, 도 6b 및 도 6c는 각각 Liq 물질, 제 1 화합물 및 제 2 화합물에 UV 미조사와 UV 조사시 흡수 스펙트럼의 변화를 나타낸 그래프
- 도 7은 비교예에 따른 유기 발광 소자에 UV 미조사와 조사시 수명 특성을 나타낸 그래프
- 도 8은 제 1 실험에 이용된 전자 수송 물질들의 밴드 다이어그램
- 도 9는 제 1 실험에 이용된 실험예별 전압 대 전류밀도를 나타낸 그래프
- 도 10은 제 1 실험에 이용된 실험예별 전압 대 휘도 효율을 나타낸 그래프
- 도 11은 제 1 실험예, 제 6 실험예 및 제 7 실험예의 청색 구동시 수명 특성을 나타낸 그래프
- 도 12는 본 발명의 유기 발광 소자를 적용한 유기 발광 표시 장치를 나타낸 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 다양한 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 다양한 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 발명의 다양한 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의된다.
- [0037] 본 발명의 다양한 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도면에 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 본 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 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.
- [0038] 본 발명의 다양한 실시예에 포함된 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를

포함하는 것으로 해석한다.

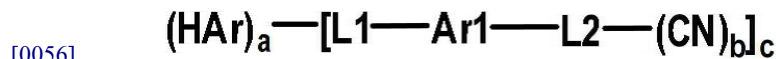
- [0039] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, 위치 관계에 대하여 설명하는 경우에, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0040] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, 시간 관계에 대한 설명하는 경우에, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0041] 본 발명의 다양한 실시예를 설명함에 있어, '제 1~', '제 2~' 등이 다양한 구성 요소를 서술하기 위해서 사용될 수 있지만, 이러한 용어들은 서로 동일 유사한 구성 요소 간에 구별을 하기 위하여 사용될 따름이다. 따라서, 본 명세서에서 '제 1~'로 수식되는 구성 요소는 별도의 언급이 없는 한, 본 발명의 기술적 사상 내에서 '제 2~'로 수식되는 구성 요소와 동일할 수 있다.
- [0042] 본 명세서에서 어떠한 층의 'LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbitals Level) 에너지 준위' 및 'HOMO(Highest Occupied Molecular Orbitals Level) 에너지 준위'라 함은, 해당 층에 도핑된 도펀트(dopant) 물질의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위이라고 지칭하지 않는 한, 해당 층의 대부분의 중량비를 차지하는 물질, 예를 들어 호스트(host) 물질의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위를 의미한다.
- [0043] 본 명세서에서 'HOMO 에너지 준위'이란, 전극 전위 값을 알고 있는 기준 전극에 대한, 상대적인 전위 값으로부터 에너지 준위를 결정하는, CV(cyclic voltammetry) 법으로 측정된 에너지 준위일 수 있다. 예를 들어, 산화 전위값 및 환원 전위 값을 아는 Ferrocene을 기준 전극으로 하여 어떠한 물질의 HOMO 에너지 준위를 측정할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 여러 다양한 실시예의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 다양한 실시예가 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0045] 한편, 본 명세서에서 유기 발광 소자는 일 예로 단일 스택으로 구비하였지만, 전하 생성층을 사이에 구비한 복수개의 스택의 형태로도 형성될 수 있다. 각 스택은 실시예에서 특정 구조로 제한하지 않는 한 정공 수송층과, 전자 수송층을 포함하는 유기층 및 정공 수송층과 전자 수송층 사이에 배치되는 유기 발광층을 포함하는 단위 구조를 의미한다. 유기층에는 정공 주입층, 전자 저지층, 정공 저지층 및 전자 주입층 등이 더 포함될 수도 있으며, 이 밖에도 유기 발광 소자의 구조나 설계에 따라 다른 유기층들이 더 포함될 수 있다.
- [0046] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 유기 발광 소자 및 이를 이용한 유기 발광 표시 장치를 보다 상세히 설명한다.
- [0047] 도 1은 본 발명의 유기 발광 소자를 나타낸 단면도이다.
- [0048] 도 1과 같이, 본 발명의 유기 발광 소자는 서로 대향된 양극(110)과 음극(180)과, 상기 양극과 음극 사이의 발광층(150)과, 상기 양극과 발광층 사이에 정공 수송층(130) 및 상기 발광층(150)과 음극(180) 사이에, 벤즈이미다졸 유도체의 제 1 화합물(ET1)과, 하기 화학식 1의 제 2 화합물(ET2)이 혼합된 제 1 전자 수송층(162)과, 상기 제 2 화합물(ET2) 단일의 제 2 전자 수송층(163)이 적층된 전자 수송층(160)을 포함한다.
- [0049] 도 1에는 위에 언급된 구성 외에 정공 주입층(120)이 양극(110)과 정공 수송층(130) 사이에, 전자 주입층(170)이 전자 수송층(160)과 음극(180) 사이에 더 구비되고, 전자 저지층(140)이 정공 수송층(130)과 발광층(150) 사이에 더 구비된 점을 나타내고 있다. 그러나, 이들 주입층들(120, 170) 및 전자 저지층(140)은 필요에 따라 생략될 수 있으며, 또한, 이들 층 외에 정공 수송층(130) 및 전자 수송층(160)을 서로 다른 물질로 이층 이상으로 구성하거나 별도의 제어층을 인접하여 더 구비할 수 있다.
- [0050] 양극(110)과 음극(180) 사이의 발광층(150)을 제외한 층들은 발광층(150)으로 정공과 전자가 수송되어 발광층(150) 내에 정공과 전자의 재결합이 이루어지도록 기능하는 것으로, 대체로 양극(110)과 발광층(150) 사이에 있는 층들은 발광층으로의 정공의 주입과 수송을 돕는 층이며, 발광층(150)과 음극(180) 사이에 있는 층들은 발광층으로의 전자의 주입과 수송을 돕는 층이다.
- [0051] 본 발명의 유기 발광 소자는 상기 전자 수송층(160)에 특징을 갖는다.
- [0052] 도 1에 도시된 전자 수송층(160)은 제 1 전자 수송층(162)과 제 2 전자 수송층(163) 외에 단일의 제 1 화합물

(ET1)로 이루어진 제 3 전자 수송층(161)이 발광층(150)과 인접하여 더 구비된 구조를 나타내는데, 이는 일반적인 공증착 장비에서 제 1 화합물(ET1)과 제 2 화합물(ET2)을 공증착시, 형성 방향에서, 먼저 제 1 화합물(ET1)의 단일층이 형성되고, 다음으로 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 혼합층이 형성되고, 이어, 제 2 화합물(ET2)의 단일층이 형성되기 때문이다. 만일 혼합층을 단일층 형성없이 가능하다면 상기 제 3 전자 수송층(161)은 생략될 수 있다.

[0053] 상기 전자 수송층(160)에 포함되는 재료들인 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)은 모두 리튬 퀴놀레이트(Liq)와 같은 UV 에 취약한 물질이 배제되어 있다. 즉, 본 발명의 전자 수송층(160)에 이용되는 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)은 자외선에 장시간 노출시에도 흡수 능의 변화가 없는 점이 확인된 재료들이다(도 6b, 도 6c 참조).

[0054] 그리고, 구체적으로 음극(180)과 인접한 제 2 전자 수송층(163)은 다음의 [화학식 1]로 표현되는 제 2 화합물(ET2) 단일 물질로 이루어진다.

[0055] [화학식 1]



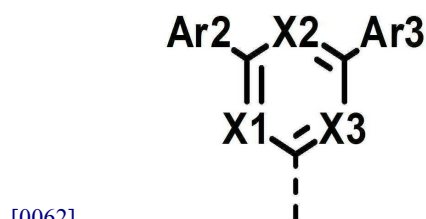
[0057] 상기 화학식 1에 있어서, a 내지 c는 각각 1 내지 3의 정수이며, a 내지 c가 각각 2 이상일 경우, 2 이상의 괄호 내의 구조는 서로 같거나 상이하고, L1 및 L2는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 2 내지 4가의 방향족고리기이며, Ar1은 직접결합 또는 치환 또는 비치환된 아릴렌기이며, HAr은 치환 또는 비치환된 헤테로아릴기이다.

[0058] 이러한 화학식 1로 표현되는 화합물은 LUMO 에너지 준위가 대략 -3.10~-3.20eV로, 앞서 언급된 리튬 퀴놀레이트 화합물에 비해 낮은 LUMO 에너지 준위 특성(절대값으로는 큰 LUMO 에너지 준위 특성)을 갖는다. 따라서, 음극(180)으로 이용되는 금속의 일함수와 보다 유사해져, 음극(180)으로부터 전자가 주입되는데, 배리어를 낮추는 기능을 갖는다. 이러한 전자 주입 배리어 특성을 위해서 상기 화학식 1의 제 2 화합물(ET2)은 단일 재료로 음극(180)에 인접하여 위치하여야 한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제 2 전자 수송층(163)은, 제 1 화합물(ET1)과 제 2 화합물(ET2)을 공증착하는 마지막 단계에서, 제 2 화합물(ET2) 재료만 공급되어 형성되는 층으로 공증착된 제 1 전자 수송층(162)의 두께의 1/5배 이하로 얇은 층이다. 상기 제 1, 제 2 전자 수송층(162, 163)은 공증착의 연속 공정에서 형성되는 것으로, 서로 접하여 있다.

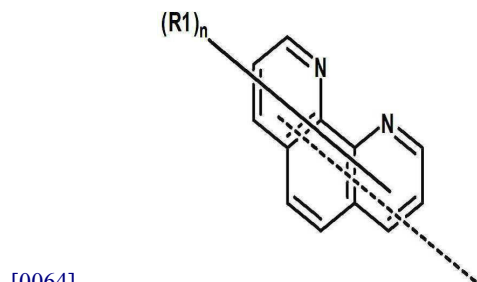
[0059] 전자 주입층(170)을 구비하지 않는 구조에서는, 상기 제 2 전자 수송층(163)은 바로 음극(180)에 접할 수 있으며, 전자 주입층(170)이 구비된 구조에서는, 전자 주입층(170)의 양면에 제 2 전자 수송층(163)과 음극(180)이 접할 수 있다.

[0060] 그리고, 구체적으로, 헤테로 아릴기(Hr)는 하기 화학식 A 또는 B로 표시될 수 있다.

[0061] [화학식 A]



[0063] [화학식 B]

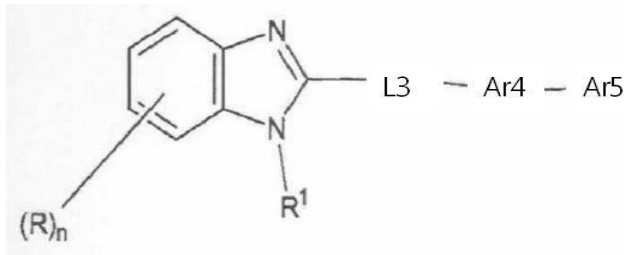


[0065] 상기 화학식 A 및 B에 있어서, X1 내지 X3는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 N, CH, 또는 CD이고, X1 내지 X3 중 적어도 하나는 N이며, Ar2, Ar3 및 R1은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소 또는 치환 또는 비치환된 아릴기이거나, 인접한 기와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 고리를 형성하고, n은 1 내지 7의 정수이며, n이 2 이상인 경우, 2 이상의 R1은 서로 같거나 상이하고, 상기 '---'는 상기 화학식 1의 L1에 연결되는 부위이다.

[0066] 즉, 제 1 전자 수송층(162)에서 제 2 화합물(ET2)와 공증착되는 제 1 화합물(ET1)은 상대적으로 LUMO 에너지 준위가 대략 -2.90~-3.0eV로, 상기 제 2 화합물(ET1)보다 높은 LUMO 에너지 준위를 가지기 때문에, 전자 주입 배리어를 저하시키기 위해서는 제 2 화합물(ET)이 음극(180)에 보다 접하여 위치하는 것이 바람직하다.

[0067] 한편, 상기 제 1 전자 수송층(162)에 제 2 화합물(ET2)와 함께 포함된 제 1 화합물(ET1)은 하기 화학식 2로 표현될 수 있다.

[0068] [화학식 2]



[0069]

[0070] 상기 화학식 2에 있어서, R, R¹은 각각 치환, 비치환된 C1-C60의 알킬, 치환 또는 비치환된 아릴 및 치환 또는 비치환된 5-7 원 헤테로 고리로 이루어진 군에서, 선택되며, 상기 n은 양의 정수이며, L3은 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 2 내지 4가의 방향족고리기이며, Ar4, Ar5은 직접결합 또는 치환 또는 비치환된 아릴렌기이다.

[0071] 여기서, 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)이 혼합된 제 1 전자 수송층(162)이 전체 전자 수송층(160)의 주요 구성을 이루며, 상기 제 1 화합물(ET1)의 높은 전자 이동도 특성에 의해, 제 2 전자 수송층(163)을 통해 주입된 전자가 발광층(150)으로 빠른 속도로 유입되게 한다.

[0072] 한편, 도 1에 대한 설명 중 미설명된 'OS'는 양극(110)과 음극(180)과 형성되는 유기물질의 적층인 유기 스택을 의미한다. 전자 주입층(170)의 경우, LiF나 LiO2 등의 알칼리 금속 및 할로겐의 화합물로 무기 재료로 이루어지며, 유기 스택에서 배제될 수 있다. 전자 주입층(170)은 음극(180)의 형성시 함께 형성될 수 있다.

[0073] 상기 전자 수송층(160)을 이루는 실시예들과 이의 형성 방법을 살펴본다.

[0074] 도 2a 및 도 2b는 도 1의 전자 수송층의 다른 실시예를 나타낸 단면도이며, 도 3a 및 도 3b는 각각 도 2a 및 도 2b의 전자 수송층을 구성하기 위한 공정 챔버의 구성을 나타낸 도면이다.

[0075] 도 3a와 같이, 챔버(600) 내에 제 1 화합물 공급원(310)과 제 2 화합물 공급원(320)을 유기 물질이 증착된 기관(1000)의 하측에 마련한다.

[0076] 그리고, 기관(1000)과 제 1, 제 2 화합물 공급원(310, 320) 사이에는 증착 영역을 오픈하는 제 1, 제 2 제어 플레이트(330, 340)가 이격되어 구비된다.

[0077] 도 1을 참조하여 설명하면, 양극(110)에서부터 발광층(150)까지의 형성이 완료된 기관(1000) 상에, 제 1, 제 2 화합물 공급원(310, 320)에서 각각 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)을 기관(1000)을 향하여 증착 영역 내에 기상 상태로 공급할 때 전자 수송층(160)이 형성되는데, 기관(1000)을 왼쪽에서 오른쪽으로 스캔하며 진행하게 되면, 공증착되는 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 혼합층의 제 1 전자 수송층(162)의 전후에 각각 단일 재료의 제 1 화합물(ET1)로 이루어진 제 3 전자 수송층(161) 및 제 2 화합물(ET2)로 이루어진 제 2 전자 수송층(163)이 생성된다.

[0078] 증착 부위를 매우 좁게 하여, 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 증착 구간만을 남겨 증착을 한다면 혼합층의 제 1 전자 수송층(162: ET1+ET2)만의 생성의 가능하겠지만, 이 경우 유기물의 사용 효율이 좋지 않아, 도 1의 유기

발광 소자는 각 화합물 공급원의 사용 효율을 최대화하기 위해 공정상 혼합층 전후 유기물 단일층을 남기는 방식을 택한 것이다.

- [0079] 본 발명의 유기 발광 소자는 공증착된 제 1 전자 수송층(162)의 형성 과정에서 발생하는 단일층 중 제 2 화합물(ET2)의 단일층인 제 2 전자 수송층(163)을 음극(180)에 인접시켜 위치시켜 이의 전자 주입시 배리어를 낮추는 효과를 이용한다.
- [0080] 한편, 도 2a와 같이, 동일한 전자 주입 배리어를 낮추는 효과를 위해 전자 수송층은 발광층(도 1의 150)에 접하여 단일층 개재없이 바로 제 1, 제2 화합물(ET1, ET2)의 혼합층인 제 1 전자 수송층 (162)과 이에 접한 제 2 화합물(ET2)의 단일층인 제 2 전자 수송층(163)의 2층 구성으로 이루어질 수도 있다. 이 경우, 도 3a의 좌측의 제 1 제어 플레이트(330)의 면적을 늘리고, 우측의 제 2 제어 플레이트(340) 측은 기관(1000)이 진행되는 방향에서 오픈 영역을 가져 초기에는 제 1, 제 2 화합물 공급원(310, 320)으로부터 바로 중첩시켜 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)을 기관(1000) 상에 공급하면, 혼합층의 제 1, 제2 화합물(ET1, ET2)의 제 1 전자 수송층(162)과 이에 연속하여 얇은 제 2 화합물(ET2)의 단일층인 제 2 전자 수송층(163)이 접한 구성으로 전자 수송층(160)이 형성된다.
- [0081] 상기 전자 수송층(160)은 4층 이상으로도 형성될 수 있는데, 기관(1000)의 스캔 방향을 일 방향만이 아닌 좌측에서 우측, 우측에서 좌측으로, 순방향과 역방향으로 반복하여, 단일층과 혼합층을 교번하여 형성할 수 있다. 이 때, 도 3b의 기관(1000)의 좌우 스캔을 이용한다. 즉, 전자 수송층은 먼저, ①의 방향으로 기관(1000)을 스캔하여 도 2b와 같이, 제 2 화합물(ET2) 단일층의 제 1 층(261), 제 1, 제 2 화합물(ET1+ET2)의 혼합층의 제 2 층(262) 및 제 1 화합물(ET1) 단일층의 제 3층(263)을 형성 후, 다시 역순으로 ②의 방향으로 기관(1000)을 스캔하면, 제 1, 제 2 화합물(ET1+ET2)의 혼합층의 제 4 층(264) 및 제 2 화합물(ET2) 단일층의 제 5층(265)을 형성할 수 있어, 전자 수송층의 양끝에 동일한 제 2 화합물(ET2)의 단일층(261, 265)을 구비할 수 있다.
- [0082] 그리고, 도 2b와 같은 구조의 이점은, 상술한 제 2 화합물의 단일층이 음극에 가까이 있을 때, 전자 주입 효율이 높아지는 점과, 제 2 화합물(ET2)이 -6.00 내지 -6.10eV로 낮은 HOMO 준위(절대 값으로 큰 HOMO 준위)를 가져, 발광층(150)에서 정공이 빠져나오는 것을 방지하고, 발광층(150) 내 정공과 전자의 결합 능력을 확대할 수 있으며, 이를 통해 수명의 저하를 방지하는 것이다.
- [0083] 경우에 따라, 도 2b의 구조를 확장 적용하여, 상기 전자 수송층은 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 혼합층(도 2b의 262, 264 참조)을 복수개 갖고, 복수개의 혼합층 각각의 양측에 제 2 화합물(ET2)의 단일층과, 제 1 화합물(ET1)의 단일층을 구비할 수 있다.
- [0084] 이 경우에, 도 2b와 같이, 전자 수송층 중, 상기 발광층(도 1의 150 참조)과 최인접한 층이 제 2 화합물(ET2)의 단일층인 점이 발광층으로부터 정공이 빠져나오는 것을 저지하는 면에서 바람직하며, 상기 음극(도 1의 180 참조)에 최인접한 층은 제 2 화합물(ET2)의 단일층인 점이 전자 주입의 효율 향상 관점에서 바람직하다.
- [0085] 어느 경우의 실시예나 본 발명의 유기 발광 소자는 혼합층으로서 제 1 전자 수송층(162 또는 혼합층인 262, 264)과 단일층으로 제 2 화합물(ET2)의 제 2 전자 수송층(163 또는 ET 2 단일층 261, 254)의 적층된 구성을 포함하며, 제 2 화합물(ET2)의 단일층으로 제 2 전자 수송층(163)을 음극(180)에 인접시켜 위치시켜 이의 전자 주입시 배리어를 낮추는 효과를 이용한다. 따라서, 전자 주입 효율을 경시적으로 유지시켜 수명이 저하되지 않고 유지되는 기능을 갖는다. 즉, 본 발명의 혼합층의 재료로 이용되는 제 2 화합물(ET2)은 수명 개선의 기능을 갖는다.
- [0086] 그리고, 어느 경우의 실시예나, 혼합층으로 형성된 제 1 전자 수송층(162)이 전자의 충분하며 안정적인 수송을 위해 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 단일층보다는 두꺼운 두께로 형성된다.
- [0087] 또한, 상술한 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)은 리튬 퀴놀레이트(Liq)와 달리 자외선에 변동성이 없는 화합물들로, 이를 전자 수송층(160)의 공증착 재료로 이용시 상온이나 자외선에 장시간 노출되는 야외 환경에서도 모두 안정적으로 동작할 수 있다.
- [0088] 도 4는 도 1의 전자 수송층을 이루는 제 1, 제 2 화합물의 밴드 다이어그램이다.
- [0089] 제 1 화합물(ET1)은 상술한 화학식 2와 같은 구성의 벤즈이미다졸 화합물로, 예를 들어, '2-[3-(10-나프탈렌-2-일-안트라센-9-일)-페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸', '2-(4-아이오도페닐)-1-페닐-1H-벤즈이미다졸', '1-(2-피리딜)-2-(4-브로모페닐)-1H-벤즈이미다졸'일 수 있다.
- [0090] 그리고, 도 4와 같이, 제 1 화합물(ET1)의 LUMO 에너지 준위는 대략 -3.0eV 내지 -2.9eV으로, 제 2 화합물

(ET2)의 -3.2eV 내지 -3.1eV의 LUMO 에너지 준위보다 높다 (LUMO 에너지 준위를 절대 값으로 비교시 제 2 화합물의 LUMO 준위가 크다). 도시된 예는 제 1 화합물(ET1)과 제 2 화합물(ET2)을 각각 화학식 2와 화학식 1의 특정의 재료로 한정하고, 제 1 화합물(ET1)의 단일층으로 제 3 전자 수송층(161), 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 혼합층으로 제 1 전자 수송층(162) 및 제 2 화합물(ET2)의 단일층으로 제 2 전자 수송층(163)을 적층한 상태에서, 각 재료의 LUMO 에너지 준위 및 HOMO 에너지 준위를 비교하여 나타낸 것으로, 제 1 화합물(ET1)의 LUMO 준위가 -2.96eV, HOMO 준위가 -5.87eV이며, 제 2 화합물(ET2)의 LUMO 준위가 -3.14eV, HOMO 준위가 -6.09eV로 특정 값으로 나타나 있지만, 각 화합물에 포함된 치환기를 바꾸어, 도시된 HOMO 준위, LUMO 준위로부터 0.1eV 내에서 변화하여도 동등 수준의 특성을 얻을 수 있다.

[0091] 또한, 상기 본 발명의 전자 수송층에 이용되는 제 1 화합물(ET1)은 전자 이동도가 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 이상으로 빠른 전자 이동도를 가지며 제 2 화합물(ET2)보다 전자 이동도가 커 제 1 전자 수송층(162) 내에서 전자의 수송은 제 1 화합물(ET1)에 의해 좌우된다. 여기서, 제 1 전자 수송층(162)에 접한 제 2 전자 수송층(163)은 대략 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 내지 $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 의 전자 이동도를 갖는다.

[0092] 본 발명의 유기 발광 소자는, 상술한 LUMO 에너지 준위의 특성과 전자 이동도 특성을 가지며, 제 1 전자 수송층(162) 내에 벤즈이미다졸 유도체(ET1)와 혼합되어 상온이나 UV 조사 환경의 특정 환경에도 안정적일 수 있는 제 2 화합물(ET2)로 상술한 화학식 1의 재료가 선택된 데 특징이 있다.

[0093] 한편, 도 4에는 음극(180)의 일함수가 4.1eV로 나타나 있는데, 이는 음극(180)을 AgMg로 하였을 때로, 음극(180)의 일함수 3eV 내지 5.5eV의 범위에서 변동될 수 있다. 본 발명의 유기 발광 소자는 제 2 화합물(ET2)의 LUMO 준위의 절대 값이 상기 음극(180)의 일함수와 유사하거나 작은 차이를 가져, 이에 따라 음극으로부터 전자가 주입될 때, 에너지 장벽을 낮춰 전자 주입 효율을 높일 수 있다.

[0094] 이하에서는 비교예와 본 발명의 유기 발광 소자를 비교하여 살펴본다.

[0095] 도 5는 비교예에 따른 유기 발광 소자의 전자 수송층을 이루는 제 3 화합물, 제 4 화합물의 밴드 다이어그램이다.

[0096] 비교예에 따른 유기 발광 소자는, 전자 수송층의 재료 외에 적층 구성은 도 1의 구성과 동일하다.

[0097] 비교예의 유기 발광 소자는, 전자 수송층을 이루는 재료로 리튬 퀴놀레이트(Liq)의 제 3 화합물(ET3)과, 상기 리튬 퀴놀레이트의 밴드갭을 포함하는 넓은 밴드갭을 갖는 전자 수송성 유기물질의 제 4 화합물(ET4)의 혼합층을 이용한 것이다.

[0098] 여기서, 비교예의 유기 발광 소자의 전자 수송층으로서, Liq의 제 3 화합물은 -2.80eV의 LUMO 준위와 -5.80eV의 HOMO 준위를 갖고, 전자 수송성 유기물질의 제 4 화합물은 -2.73eV의 LUMO 준위와 -6.10eV의 HOMO 준위를 갖는다.

[0099] 비교예의 유기 발광 소자는 전자 수송성 유기물질의 제 3 화합물로 일반적으로 잘 알려진 Alq3와, 리튬 퀴놀레이트(Liq)를 혼합하여 사용한 예에 관한 것이다. 여기서, 리튬 퀴놀레이트는 전자 수송 재료 중 하나로 상온에서 구동시 전자 주입 특성이 우수하고 구동 전압을 낮추는 기능을 함이 확인된 전자 수송성 재료이다.

[0100] 도 5와 같은 재료를 포함한 전자 수송층은 리튬 퀴놀레이트를 제 3 화합물로, 상기 리튬 퀴놀레이트의 밴드갭을 포함하는 넓은 밴드갭을 갖는 전자 수송성 유기물질의 제 4 화합물의 혼합층으로 형성되는 것으로, 하층에 LUMO 준위를 갖는 리튬 퀴놀레이트(제 3 화합물)가 전자 주입을 도우며, 전자 수송성의 제 4 화합물이 전자 수송에 관여한다.

[0101] 그런데, 비교예에 따른 유기 발광 소자는 알칼리 금속인 Li의 착화합물로 전자 주입 효율이 높은 특성을 갖고 구동 전압이 낮아지는 이점이 있으나, 상온 구동 외의 자외선에 많이 노출되는 야외 환경에 사용시 유기 발광 소자의 전자 주입을 급격히 변동시키고 있다.

[0102] 또한, 비교예에서 이용되는 리튬 퀴놀레이트(Liq)는 LUMO 준위가 -2.8eV로, LUMO 준위의 절대 값과 음극의 일함수와의 차이가 크기 때문에, 전자 주입시 배리어가 본 발명의 제 2 화합물(ET2)보다 크다.

[0103] 도 6a, 도 6b 및 도 6c는 각각 Liq 물질, 제 1 화합물 및 제 2 화합물에 UV 미조사와 UV 조사시 흡수 스펙트럼의 변화를 나타낸 그래프이다.

- [0104] 도 6a 내지 도 6c는, 각 재료를 1000Å의 두께를 증착 후, 이에 $0.8W/m^2$ 의 세기로 150시간동안 UV 조사 전후 파장별 흡수도를 나타낸 것이다.
- [0105] 도 6a와 같이, 리튬 퀴놀레이트(Liq) 이용시, 특히 350nm 이하의 자외선 영역대에서 UV 미조사시와 조사시 흡수 특성이 차이가 있음을 알 수 있다. 즉, 리튬 퀴놀레이트는 자외선 조사시 영역대 중 350nm 이하의 특정 파장대에서 흡수율이 1/2로 줄어들게 되며, 이는 리튬 퀴놀레이트를 유기 발광 소자에 이용시 자외선에 일정 시간 이상 노출되는 경우, 출광 능력이 떨어짐을 의미하며, UV 조사 환경에서 신뢰성이 떨어짐을 의미한다.
- [0106] 특히, 재료적으로 리튬 퀴놀레이트(Liq)와 다른 유기물을 혼합하여 혼합층을 형성하는 경우, 공증착 과정에서 단일층의 리튬 퀴놀레이트 발생하는데, 단일층의 리튬 퀴놀레이트는 고유 특성을 유지하여 UV 조사환경에서 상술한 도 6a의 흡수 능 저하가 그대로 발생하는 원인이 되며, 이는 상온에서 고효율을 갖는 리튬 퀴놀레이트를 전자 수송층의 재료로 이용할 수 없는 장애가 되고 있다.
- [0107] 반면, 본 발명의 전자 수송층(160)에 이용되는 전자의 이동도에 관여하는 제 1 화합물(ET1)과 전자 주입 및 수명 개선에 관여하는 제 2 화합물(ET2)은 도 6b 및 도 6c와 같이, UV 조사 전후 흡수 능력의 차이가 거의 발생하지 않음을 확인할 수 있었다.
- [0108] 즉, 상기 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)은 각각 자외선 조사 전후 200nm 내지 400nm의 파장에서 동일한 흡수 피크 특성을 갖는다. 따라서, 공증착 과정에서 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2)의 혼합층 전후로, 각각 제 1 화합물(ET1)의 단일층, 제2 화합물(ET2)의 단일층이 발생되어 남아있는 유기 발광 소자로서, 자외선(UV)에 장시간 노출되어도 발광 및 출광 특성의 변화가 발생되지 않아 야외 환경에 신뢰성을 갖는 유기 발광 소자로 기능할 수 있는 것이다.
- [0109] 도 7은 비교예에 따른 유기 발광 소자에 UV 미조사와 조사시 수명 특성을 나타낸 그래프이다.
- [0110] 비교예는 도 5에서 설명한 제 3 화합물(ET3: Liq)과 제 4 화합물(ET4)의 혼합층으로 전자 수송층을 형성한 것이고, 공증착 과정에서 이러한 혼합층의 전후로 제 3 화합물의 단일층과 제 4 화합물의 단일층을 얇게 갖는 구조이다.
- [0111] 도 7과 같이, 비교예의 유기 발광 소자에 UV 조사시 UV 미조사시의 60% 이하로 수명이 저하되는 점을 관찰할 수 있다.
- [0112] 이에 따라, 본 발명의 발명자는 전자 수송층 재료에서 리튬 퀴놀레이트를 배제하고, 제 1 화합물(ET1)과 같이 단일의 전자수송성 유기물로 전자 수송층을 형성하는 바를 고려하였다.
- [0113] 도 8은 제 1 실험에 이용된 전자 수송 물질들의 밴드 다이어그램이며, 도 9는 제 1 실험에 이용된 실험예별 전압 대 전류밀도를 나타낸 그래프이다. 그리고, 도 10은 제 1 실험에 이용된 실험예별 전압 대 휘도 효율을 나타낸 그래프이다.
- [0114] 도 8을 참조하여, 리튬 퀴놀레이트와 비교되어 실험된 전자 수송성 물질들의 유기물의 밴드갭을 살펴보면, 비교예의 전자 수송층에 포함된 제 3 화합물로서, Liq은 LUMO 에너지 준위가 -2.80eV, HOMO 에너지 준위가 -5.80eV에 해당하며, 비교예의 전자 수송층에 포함된 제 4 화합물은 LUMO 에너지 준위가 -2.73eV, HOMO 에너지 준위가 -6.10eV에 해당한다.
- [0115] 그리고, 상기 제 4 화합물은 단일의 전자 수송층을 구성하여 제 1 실험예로 구동 전압 및 효율, 수명을 비교예와 비교하여 표 1에 나타내었다.
- [0116] 상기 제 4 화합물과 같은 방식으로, 제 5 내지 제 7 화합물도 단일 물질로 전자 수송층을 구성하여 제 2 내지 제 4 실험예로 구동 전압 및 효율, 수명을 비교예와 비교하여 표 1에 나타냈다.
- [0117] 제 5 화합물은 LUMO 에너지 준위가 -2.80eV, HOMO 에너지 준위가 -6.08eV에 해당하며, 제 6 화합물은 LUMO 에너지 준위가 -2.90eV, HOMO 에너지 준위가 -5.90eV에 해당하며, 제 7화합물은 LUMO 에너지 준위가 -2.85eV, HOMO 에너지 준위가 -5.85eV에 해당한다.
- [0118] 제 5 실험예는 도 1에서 설명한 제 1 화합물(ET1)로만 전자 수송층을 구성한 예이며, 이의 LUMO 에너지 준위가 -2.96eV, HOMO 에너지 준위가 -5.87eV에 해당한다. 제 5 실험예에서 이용된 제 1 화합물(ET1)은 벤즈이미다졸 화합물로, 예를 들어, '2-[3-(10-나프탈렌-2-일-안트라센-9-일)-페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸'를 이용하여 실험하였다. 그러나, 상술한 화학식 2로 표현되는 벤즈이미다졸 화합물이라면, 제 1 화합물은 대체될 수 있다.

표 1

구조		청색 구동 (By: 0.045)		
실험예NO.	전자수송층 구조	구동전압(V)	효율 (Cd/A)	상온 수명 (T95)
비교예	Liq(제3화합물)+제 4화합물	Refv	100%	100%
제 1 실험예	제 4 화합물	Refv+4.3	57%	5%
제 2 실험예	제 5 화합물	Refv+2.9	66%	5%
제 3 실험예	제 6 화합물	Refv+0.7	72%	5%
제 4 실험예	제 7 화합물	Refv+2.8	63%	5%
제 5 실험예	제 1 화합물	Refv-0.6	100%	70%

[0120] 표 1을 참조하면, 제 1 화합물 단일로만 구성시에도 청색 구동의 구동 전압이나 효율은 두가지 물질을 혼합 사용한 비교예 대비하여, 오히려 구동 전압이 낮고, 효율은 동등 수준으로 우수한 특성을 나타냄을 확인할 수 있었으나, 리튬 퀴놀레이트를 포함한 혼합층의 전자 수송층보다 상온 수명이 떨어짐을 확인할 수 있었다(70% 수준). 또한, 제 1 화합물을 제외하여 단일의 유기물질로 전자 수송층을 형성시 (제 1 내지 제 4 실험예), 모두 수명이 비교예 대비 5% 수준으로, 상온 수명에서 극심한 저하가 있음을 알 수 있다.

[0121] 도 9 및 도 10의 JV 특성을 살펴보면, 제 1 내지 제 4 실험예들의 제 4 화합물 내지 제 7 화합물을 단일로 전자 수송층으로 이용시 구동 전압이 상승하고, 전압 상승시에도 전류 밀도 증가가 어려움을 알 수 있다.

[0122] 반면, 도 9 및 도 10과 같이, 전자 수송층을 벤즈이미다졸(제 1 화합물)의 단일 재료로 형성시 구동 전압 및 효율 특성이 우수해지는데, 이는 제 1 화합물의 전자 이동도가 제 4 내지 제 7 화합물들보다 높은 전자 이동도를 갖고 음극의 일함수와 작은 차이를 갖는 LUMO 준위를 갖기 때문이라 보기도 한다.

표 2

전자이동도($\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$)	
제 4 화합물	3.0×10^{-5}
제 5 화합물	9.7×10^{-5}
제 6 화합물	5.5×10^{-5}
제 7 화합물	2.4×10^{-5}
제 1 화합물	2.7×10^{-4}

[0124] 그러나, 표 1에서 언급한 바와 같이, 제 5 실험예의 경우 단일 재료를 제 1 화합물만을 이용하여 전자 수송층 형성시 상온 수명이 비교예 대비 저하되어, 본 발명의 유기 발광 소자는 상온 수명 특성을 보다 개선하고자 제 1 화합물과 다른 전자 수송성 특징을 갖는 제 2 화합물과의 혼합층을 전자 수송층에 포함할 것을 제안하는 것이다.

[0125] 한편, 상기 제 1 화합물로 이용된 물질은 벤즈이미다졸 화합물로, 예를 들어, '2-[3-(10-나프탈렌-2-일-안트라센-9-일)-페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸' 를 이용하여 실험하였다. 그러나, 상술한 화학식 2로 표현되는 벤즈이미다졸 화합물이라면, 제 1 화합물은 대체될 수 있다.

[0126] 도 11은 제 1 실험예, 제 5 실험예 및 제 6 실험예의 청색 구동시 수명 특성을 나타낸 그래프이다.

[0127] 도 11 및 표 3의 실험에서, 제 1 실험예 및 제 6 실험예는 도 1의 구조와 같이, 전자 수송층(160)이 차례로, 제 1 화합물(ET1) 단일의 제 3 전자 수송층(161), 제 1, 제 2 화합물(ET1, ET2) 혼합의 제 1 전자 수송층(162) 및 제 2 화합물(ET2) 단일의 제 2 전자 수송층(162)이 적층된 구조로 하여 실험한 것이다. 반면 제 5 실험예는 전자 수송층(160)이 제 1 화합물(ET1)의 단일층으로 형성한 것이다.

[0128] 도 11 및 표 3과 같이, 상술한 화학식 1의 헤테로 아릴기와 이와 결합되는 아릴렌기 등을 포함한 구성의 제 2 화합물(ET2)을 벤즈이미다졸 유도체의 제 1 화합물과 결합하여 전자 수송층의 혼합층을 구성시 구동 전압은 제 1 화합물을 특성을 따라 비교예보다 0.6V 낮아지며, 효율은 비교예와 동등 수준으로 유지될 수 있으며, 수명은

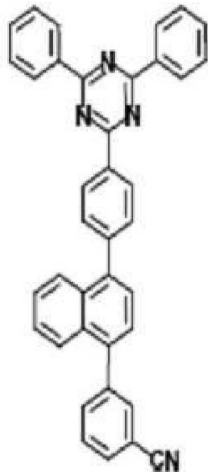
110% 이상 향상될 수 있다. 이 때의 수명은 상온에서의 수명으로, 제 6 실험예가 갖는 의의는, 전자 수송층의 재료로 상온에서 구동 전압 저하와 효율이 확인된 리튬 퀴놀레이트와 제 4 화합물을 포함한 혼합층의 비교예보다 본 발명은 리튬 퀴놀레이트를 배제하여, 벤즈이미다졸 유도체의 제 1 화합물(ET1)과 화학식 1의 헤테로 아릴기를 포함하는 제 2 화합물(ET2)의 혼합층을 포함하여 전자 수송층 구성시 자외선 노출 환경에서 안정적으로 구동할 수 있으며 또한 우수한 상온 수명을 확보할 수 있음을 의미한다.

표 3

구조	청색 구동 (By:0.045)				
	실험예 No.	혼합층 구조	구동전압 (V)	효율 (Cd/A)	수명 (T95)
비교예		제3화합물(Liq)+제4화합물	Refv	100%	100%
제 5 실험예		제1화합물	Refv-0.6	100%	70%
제 6 실험예		제1화합물+제2화합물	Refv-0.6	100%	110%

한편, 제 6 실험예에 이용된 상술한 화학식 1의 제 2 화합물은 다음의 화학식 3의 구성을 갖는 물질을 이용하였다. 그러나, 본 발명의 전자 수송층의 제 2 화합물(ET2)로서 하기 화학식 3에 제한되지 않고, 화학식 1의 구성을 포함하고, 도 4에서 언급한 LUMO 준위와 HOMO 준위에 각각 0.1eV 이하의 차이를 갖는 물질이라면 동등한 효율 및 수명 특성을 가질 수 있을 것이다.

[화학식 3]



한편, 도 1의 본 발명의 유기 발광 소자는 다음과 같이, 기판 상의 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결시켜 유기 발광 표시 장치에 이용할 수 있다.

도 12는 본 발명의 유기 발광 소자를 적용한 유기 발광 표시 장치를 나타낸 단면도이다.

도 11과 같이, 본 발명의 유기 발광 표시 장치는 기판(100) 상에 복수개의 서브 화소를 구비하며, 각 서브 화소에, 구동 트랜지스터와 연결된 유기 발광 소자를 포함할 수 있다.

그리고, 각 서브 화소는 트랜지스터와 접속된 양극(110)과, 이어 차례로 도 1의 유기 스택(OS: 정공 수송층(130), 발광층(150), 전자 수송층(160)) 및 제 2 전극(180)을 구비할 수 있다. 도시된 유기 스택(OS) 내에는 정공 주입층, 전자 저지층, 전자 주입층이 포함되지 않았으나, 이들 층은 필요에 따라 가감할 수 있다. 그리고, 전자 수송층(160)은 도 1 내지 도 2b에서 설명한 바와 같이, 화학식 2의 벤즈이미다졸 유도체를 포함한 제 1 화합물(ET1)과 헤테로 아릴렌기를 포함한 화학식 1의 제 2 화합물(ET2)의 혼합층의 제 1 전자 수송층(162)과 제 2 화합물(ET2)의 단일층의 제 2 전자 수송층(163)을 포함한다.

한편, 트랜지스터를 포함한 박막 트랜지스터 어레이의 단면 구성을 살펴보면, 이는 기판(100) 상에, 아몰퍼스 실리콘 또는 폴리 실리콘 또는 산화물 반도체로 이루어진 반도체층(102)과, 상기 반도체층(102) 상에 게이트 절연막(103)을 개재하여 형성된 게이트 전극(104)과, 상기 반도체층(102)의 양단과 접속된 드레인 전극(106) 및 소스 전극(107)을 포함한 트랜지스터를 포함하여 이루어진다. 이러한 트랜지스터에는 구동 트랜지스터, 스위칭 트랜지스터 및/또는 센싱 트랜지스터, 발광 제어 트랜지스터 등을 포함할 수 있으며, 구동 트랜지스터의 드레인

전극(106)이 양극(110)과 접속될 수 있다.

[0138] 또한, 박막 트랜지스터 어레이에는 상기 반도체층(102)과 드레인 전극(106) 및 소스 전극(107)의 층간은 접속부를 제외하여 층간 절연막(105)이 구비되며, 상기 드레인전극(106)의 상의 콘택홀 일부를 제외하여, 드레인 전극(106) 및 소스 전극(107)을 덮는 무기보호막(108) 및 유기 보호막(109)을 더 구비하며, 상기 콘택홀을 통해 트랜지스터 상의 각 서브 화소에 구비된 유기 발광 소자의 양극(110)이 상기 드레인 전극(106)과 접속한다.

[0139] 그리고, 상기 음극(180) 상에는 캐핑층(200)이 구비되어 유기 발광 소자(OLED)를 보호하고, 유기 발광소자(OLED)로부터 출광되는 아웃 커플링 특성을 향상시킬 수 있다.

[0140] 또한, 도시된 구성 외에도 유기 발광 표시 장치에 상기 캐핑층(200) 상부에 봉지를 위해 봉지층이 더 구비될 수 있다.

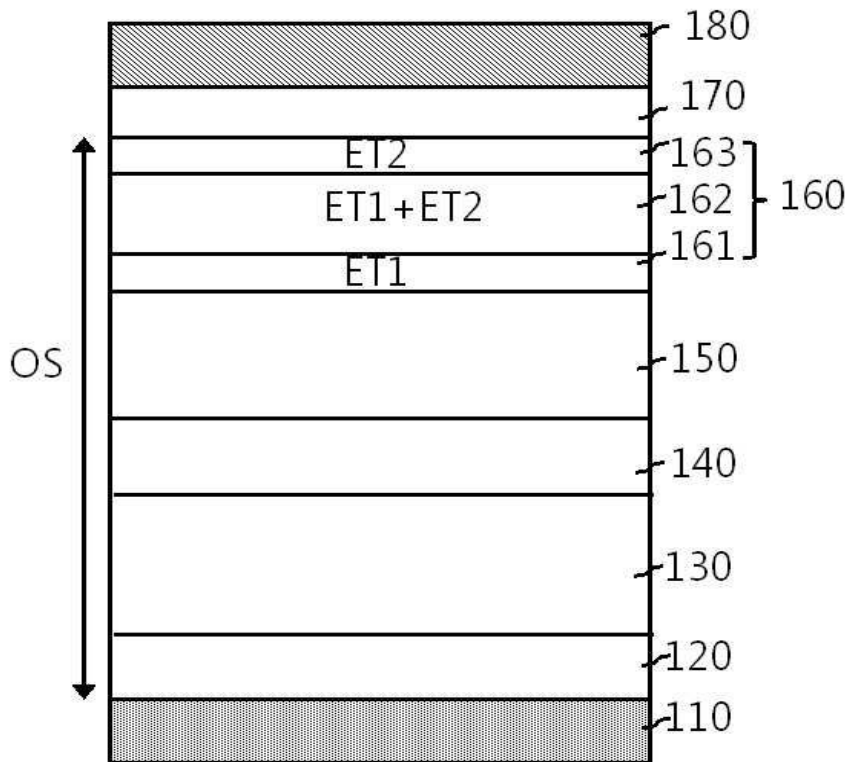
[0141] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 다양한 실시예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 다양한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 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

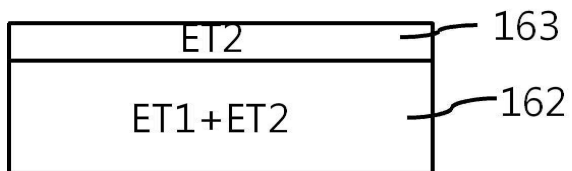
- [0142]
- | | |
|------------------|------------------|
| 100: 기판 | |
| 110: 양극 | 120: 정공 주입층 |
| 130: 정공 수송층 | 140: 전자 저지층 |
| 150: 발광층 | 160: 전자 수송층 |
| 162: 제 1 전자 수송층 | 163: 제 2 전자 수송층 |
| 161: 제 3 전자 수송층 | 170: 전자 주입층 |
| 180: 음극 | 310: 제 1 화합물 공급원 |
| 320: 제 2 화합물 공급원 | 330: 제 1 제어 플레이트 |
| 340: 제 2 제어 플레이트 | 1000: 기판 |

도면

도면1



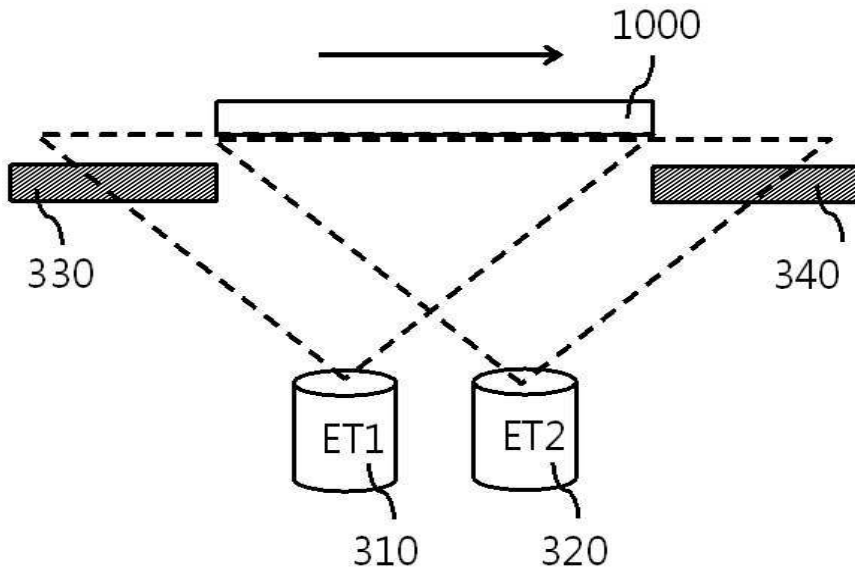
도면2a



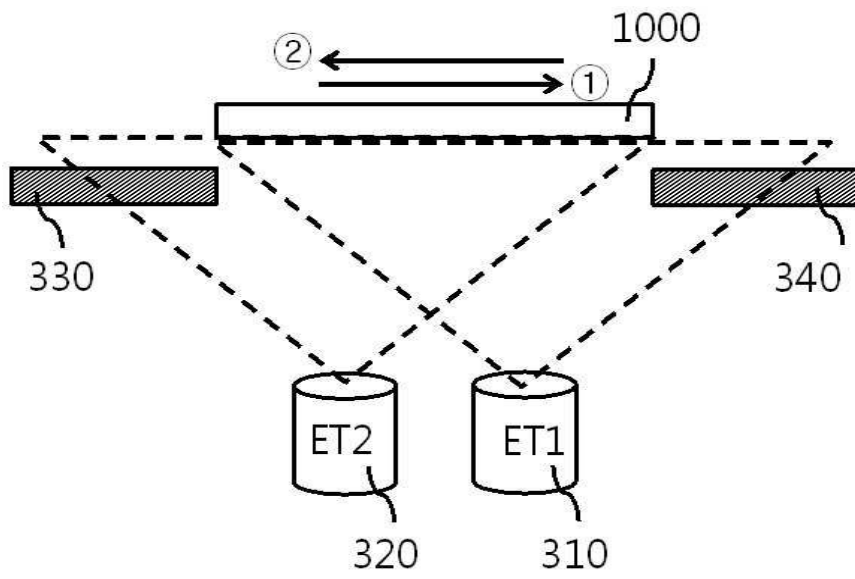
도면2b



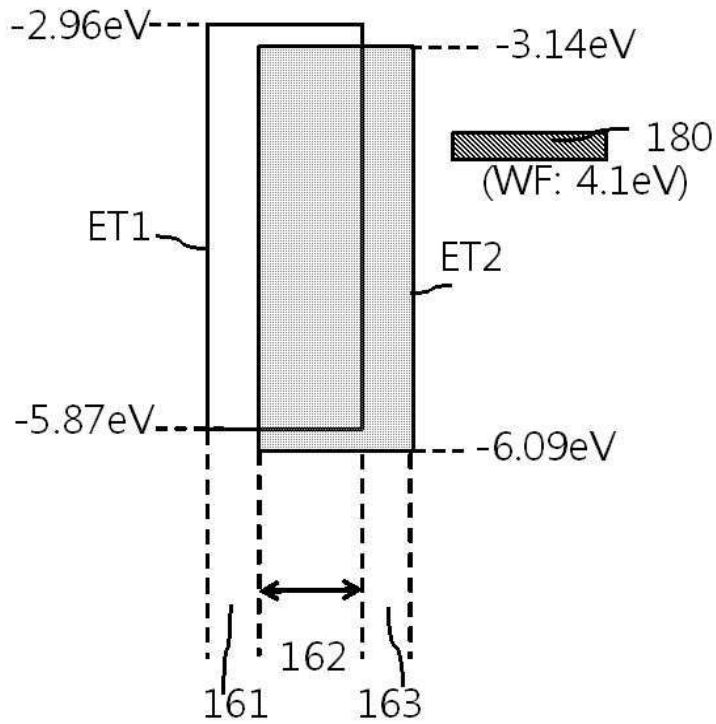
도면3a



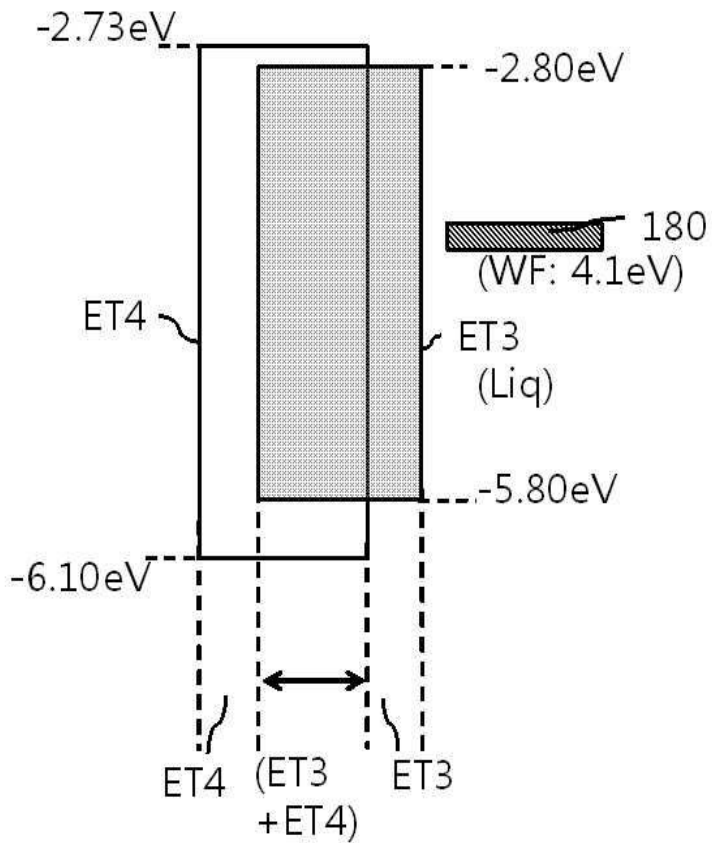
도면3b



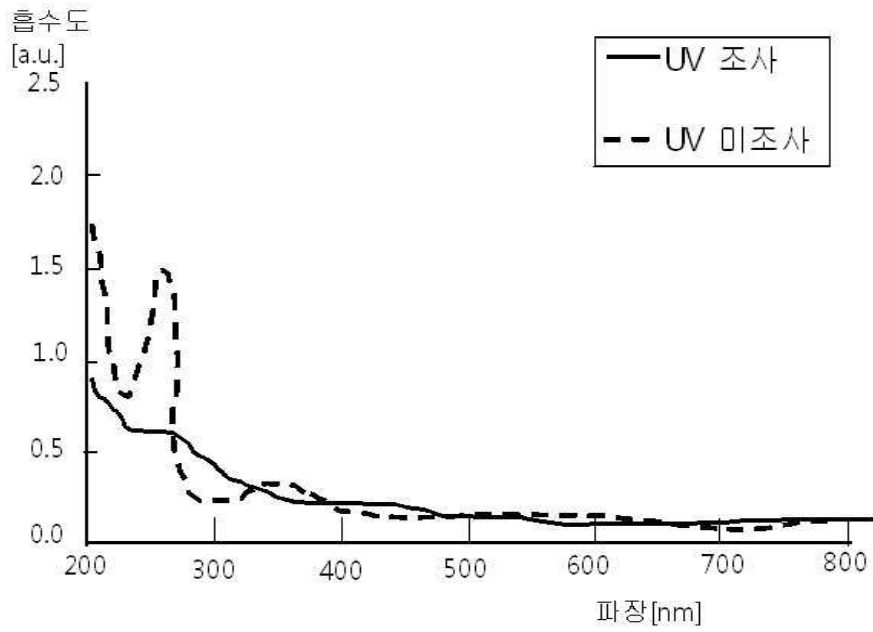
도면4



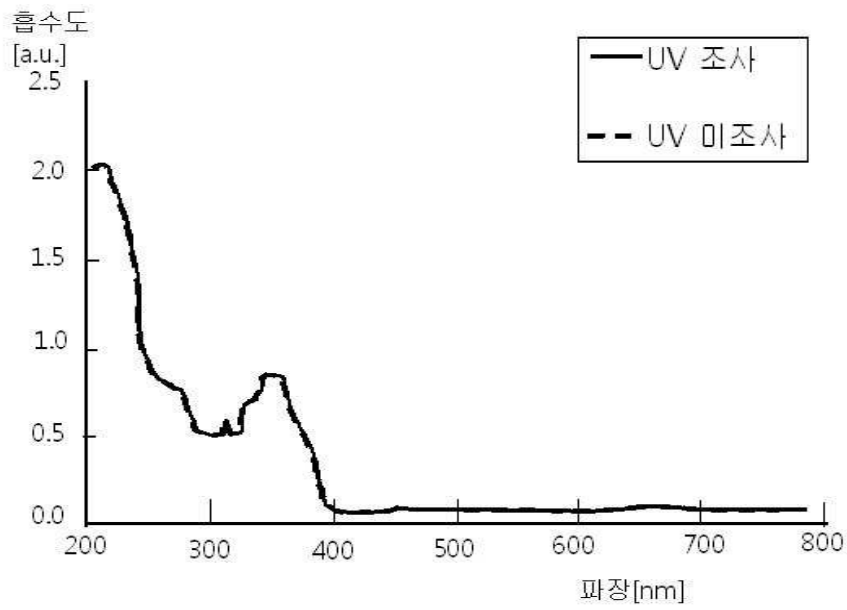
도면5



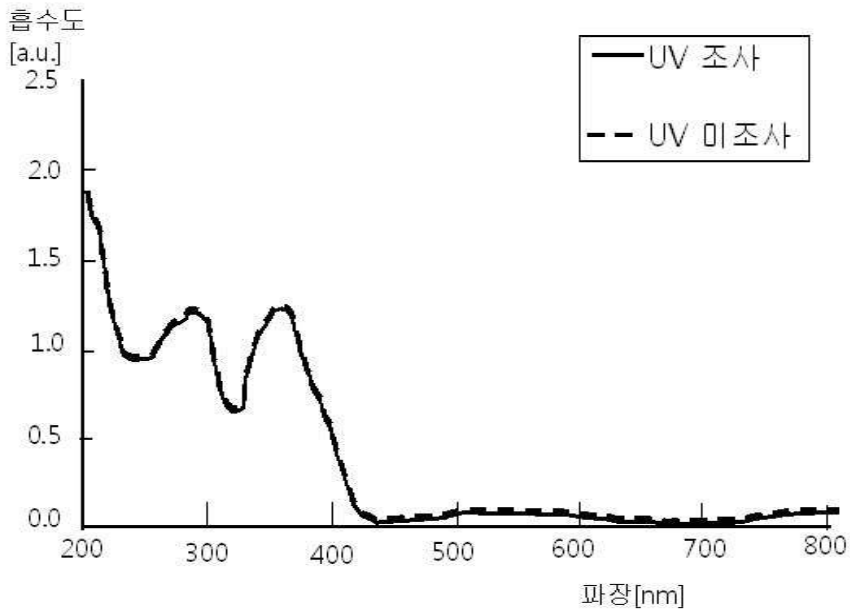
도면6a



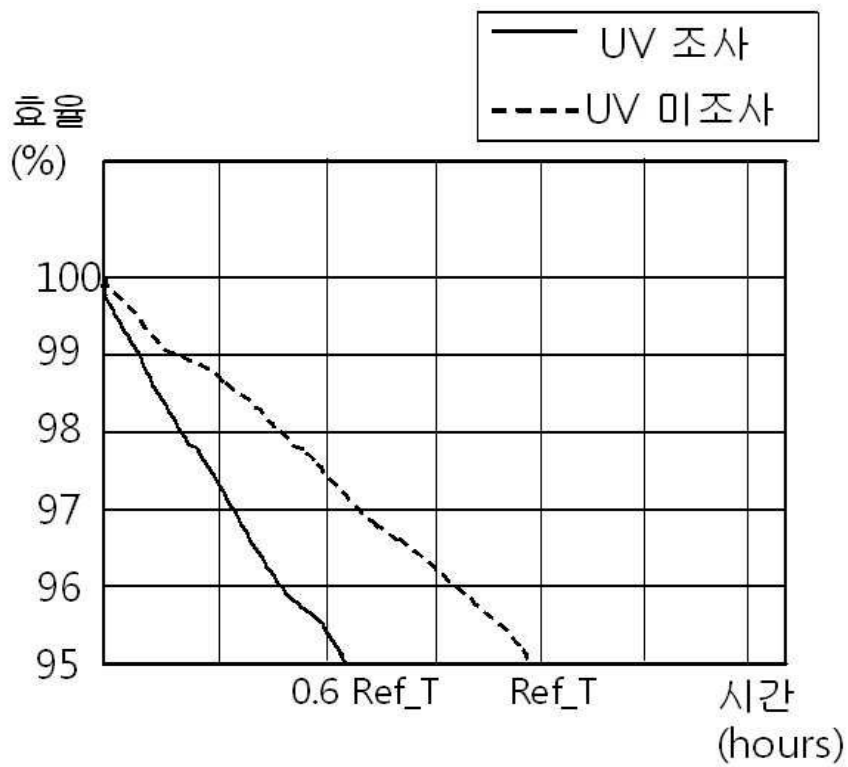
도면6b



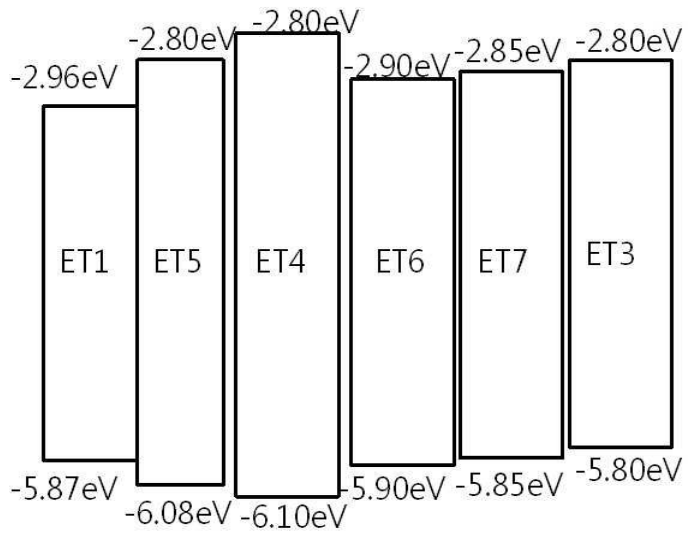
도면6c



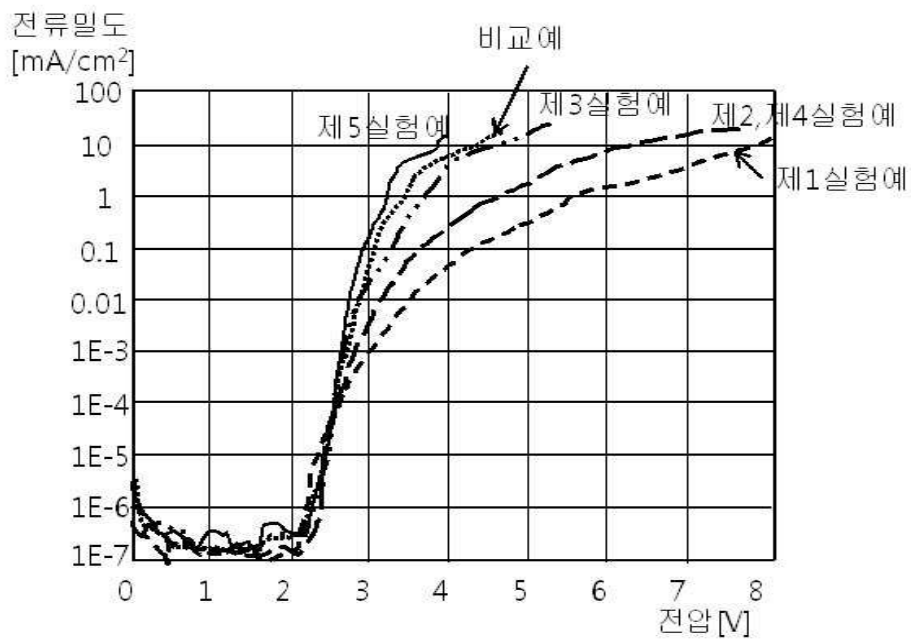
도면7



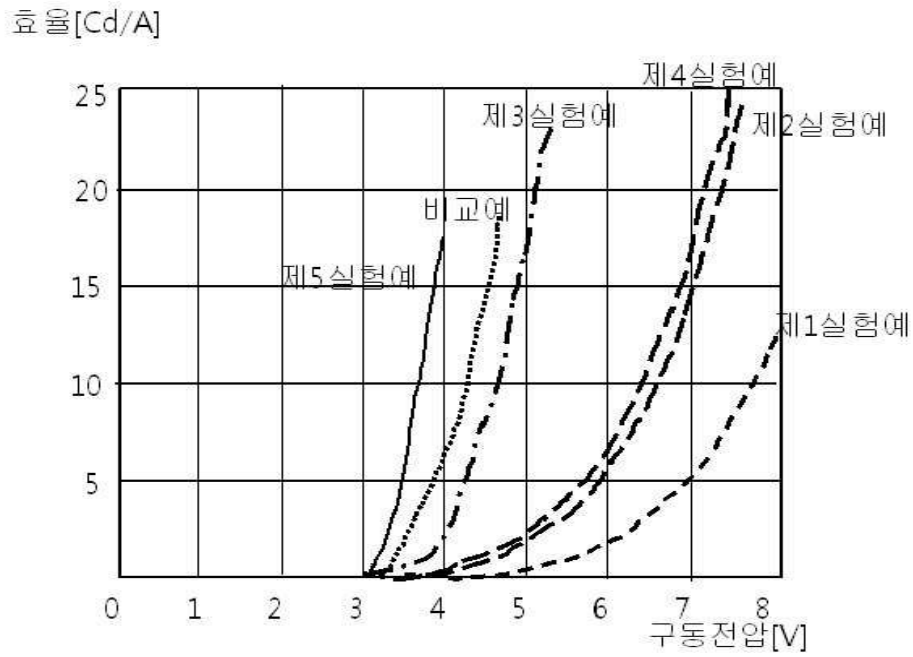
도면8



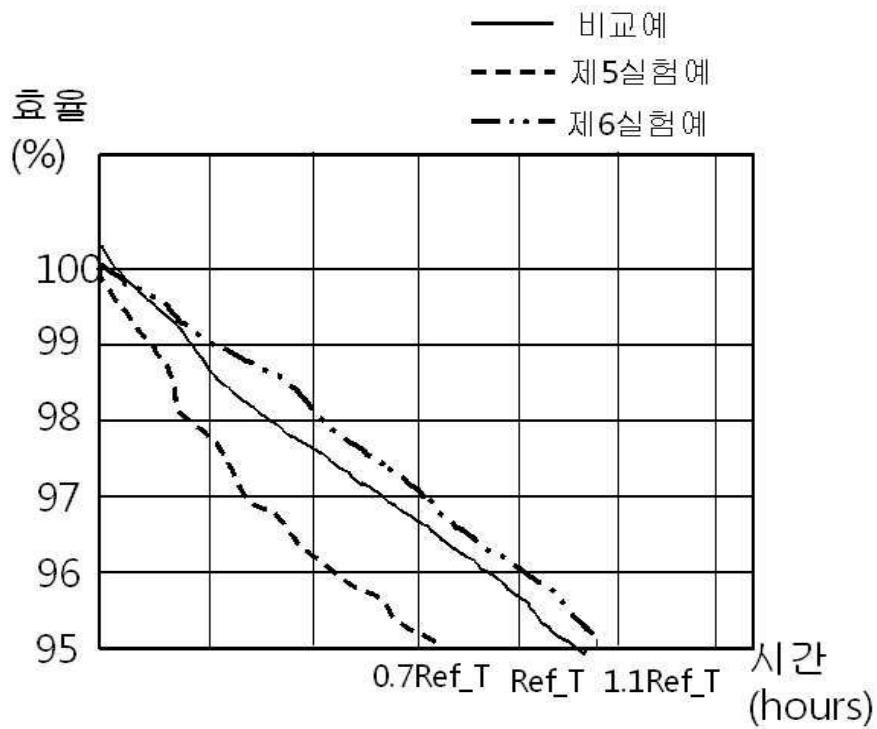
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	有机发光器件和使用其的有机发光显示器		
公开(公告)号	KR1020190081155A	公开(公告)日	2019-07-09
申请号	KR1020170183503	申请日	2017-12-29
[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		
[标]发明人	임동혁 박진호		
发明人	임동혁 박진호		
IPC分类号	H01L51/00 H01L27/32 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/0067 H01L27/3211 H01L27/3262 H01L51/0071 H01L51/5004 H01L51/5072 H01L27/3244 H01L51/0032 H01L51/508 H01L51/0058 H01L51/0072 H01L51/0052 H01L51/5012 H01L51/5056 H01L51/5092 H01L51/5096		
代理人(译)	Bakyoungbok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及通过改变电子传输层的构造而具有改善的UV寿命的有机发光装置以及使用该有机发光装置的有机发光显示装置。该有机发光器件包括：彼此相对的阳极和阴极；以及彼此相对的阳极。阳极和阴极之间的发光层；阳极和发光层之间的空穴传输层；和电子传输层。

