



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0064539  
(43) 공개일자 2015년06월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0149365  
(22) 출원일자 2013년12월03일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

이학민  
경기 용인시 기흥구 구성로 105-15, 103동 202호  
(언남동, 동일하이빌1차아파트)

유영준

서울 도봉구 노해로70길 19, 1905동 1304호 (창동, 주공19단지아파트)

(74) 대리인

특허법인로알

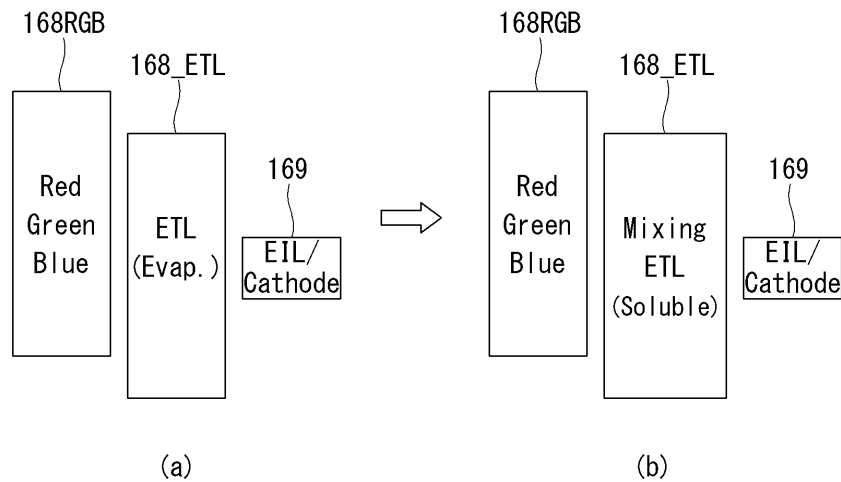
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 유기전계발광표시장치와 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 표시 패널; 및 상기 표시 패널에 형성된 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀을 포함하며, 상기 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀은 발광층과 상부전극 사이에 위치하는 전자수송층을 각각 포함하되, 상기 전자수송층은 적어도 2개의 이종 물질이 혼합되어 용액 공정으로 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치를 제공한다.

대표도 - 도6



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

표시 패널; 및

상기 표시 패널에 형성된 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀을 포함하며,

상기 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀은

발광층과 상부전극 사이에 위치하는 전자수송층을 각각 포함하되,

상기 전자수송층은 적어도 2개의 이종 물질이 혼합되어 용액 공정으로 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 2개의 물질은

호모/루모 레벨, 트리플렛 레벨, 유리전이온도 및 정공의 이동도 중 적어도 하나가 다른 물질인 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전자수송층은

제A물질, 제B물질 및 제C물질을 포함하는 3개의 이종 물질이 혼합되며,

상기 제A물질은 상기 제B물질 및 상기 제C물질 대비 유리전이온도가 높고 루모 레벨이 낮은 물질로 선택되고,

상기 제B물질은 상기 제A물질 및 상기 제C물질 대비 호모 레벨이 높고 트리플렛 레벨이 높은 물질로 선택되고,

상기 제C물질은 상기 제A물질 및 상기 제B물질 대비 정공의 이동도가 낮은 물질로 선택되는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제A물질, 상기 제B물질 및 상기 제C물질의 혼합 비율은

상기 제A물질 = 상기 제B물질 > 상기 제C물질의 관계를 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 전자수송층의 총 100 중량부에 대해

상기 제A 및 제B물질은 30 ~ 40 중량부를 차지하고,

상기 제C물질은 10 ~ 20 중량부를 차지하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치.

#### 청구항 6

증착 공정을 이용하여 하부기판 상에 하부전극을 형성하는 단계;

용액 공정을 이용하여 상기 하부전극 상에 정공주입층, 정공수송층, 발광층 및 전자수송층을 형성하는 단계; 및

상기 증착 공정을 이용하여 상기 전자수송층 상에 상부전극을 형성하는 단계를 포함하며,  
상기 전자수송층은 적어도 2개의 이종 물질이 혼합되어 이루어진 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,  
상기 발광층과 상기 전자수송층은 서로 다른 솔벤트에 의해 용해된 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서,  
상기 전자수송층은 제A물질, 제B물질 및 제C물질을 포함하는 3개의 이종 전자수송물질이 혼합되며,  
상기 제A물질은 상기 제B물질 및 상기 제C물질 대비 유리전이온도가 높고 루모 레벨이 낮은 물질로 선택되고,  
상기 제B물질은 상기 제A물질 및 상기 제C물질 대비 호모 레벨이 높고 트리플렛 레벨이 높은 물질로 선택되고,  
상기 제C물질은 상기 제A물질 및 상기 제B물질 대비 정공의 이동도가 낮은 물질로 선택되는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,  
상기 제A물질, 상기 제B물질 및 상기 제C물질의 혼합 비율은  
상기 제A물질 = 상기 제B물질 > 상기 제C물질의 관계를 갖는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법.

**청구항 10**

제8항에 있어서,  
상기 전자수송층의 총 100 중량부에 대해  
상기 제A 및 제B물질은 30 ~ 40 중량부를 차지하고,  
상기 제C물질은 10 ~ 20 중량부를 차지하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 유기전계발광표시장치와 이의 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 유기전계발광표시장치에 사용되는 유기전계발광소자는 두 개의 전극 사이에 발광층이 형성된 자발광소자이다. 유기전계발광소자는 전자(election) 주입전극(cathode)과 정공(hole) 주입전극(anode)으로부터 각각 전자와 정공을 발광층 내부로 주입시켜, 주입된 전자와 정공이 결합한 엑시톤(exciton)이 여기 상태에서부터 기저상태로 떨어질 때 발광하는 소자이다.

[0003] 유기전계발광소자를 이용한 유기전계발광표시장치는 빛이 방출되는 방향에 따라 상부발광(Top-Emission) 방식, 하부발광(Bottom-Emission) 방식 및 양면발광(Dual-Emission) 등이 있고, 구동방식에 따라 수동매트릭스형(Passive Matrix)과 능동매트릭스형(Active Matrix) 등으로 나뉘어진다.

[0004] 유기전계발광표시장치는 매트릭스 형태로 배치된 복수의 서브 픽셀에 스캔 신호, 데이터 신호 및 전원 등이 공

급되면, 선택된 서브 픽셀이 발광을 하게 됨으로써 영상을 표시할 수 있다.

[0005] 유기전계발광표시장치의 표시 패널을 제작하는 방식에는 증착 방식과 솔루션 (또는 솔루션) 방식 및 증착 방식과 솔루션 방식이 결합된 하이브리드(Hybrid) 방식이 있다.

[0006] 이와 같이 종래에는 공정 단순화를 통한 생산 비용을 감소하기 위하여 용액 공정을 부가한 방식을 연구하고 있다. 하지만 종래에 제안된 방식은 유기발광층에 포함된 발광층 이후에 형성되는 전자수송층의 솔벤트(solvent)에 의해 발광층이 손상되는 문제가 있다. 따라서, 종래에 제안된 방식은 전자수송층 형성시 소자의 성능이 크게 저하되기 때문에 유기발광층의 전층을 모두 용액 공정으로 형성할 수 없었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 상술한 배경기술의 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 정공주입층부터 전자수송층까지 솔루션 공정을 통해 형성하여 공정을 단순화하고, 특성이 상이한 적어도 2개의 전자수송물질을 혼합하여 이루어진 전자수송층으로 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀의 구동전압을 낮추고 광 효율을 향상시킬 수 있는 유기전계발광표시장치와 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상술한 과제 해결 수단으로 본 발명은 표시 패널; 및 상기 표시 패널에 형성된 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀을 포함하며, 상기 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀은 발광층과 상부전극 사이에 위치하는 전자수송층을 각각 포함하되, 상기 전자수송층은 적어도 2개의 이종 물질이 혼합되어 용액 공정으로 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치를 제공한다.

[0009] 상기 적어도 2개의 이종 물질은 호모/루모 레벨, 트리플렛 레벨, 유리전이온도 및 정공의 이동도 중 적어도 하나가 다른 물질일 수 있다.

[0010] 상기 전자수송층은 제A물질, 제B물질 및 제C물질을 포함하는 3개의 이종 물질이 혼합되며, 상기 제A물질은 상기 제B물질 및 상기 제C물질 대비 유리전이온도가 높고 루모 레벨이 낮은 물질로 선택되고, 상기 제B물질은 상기 제A물질 및 상기 제C물질 대비 호모 레벨이 높고 트리플렛 레벨이 높은 물질로 선택되고, 상기 제C물질은 상기 제A물질 및 상기 제B물질 대비 정공의 이동도가 낮은 물질로 선택될 수 있다.

[0011] 상기 제A물질, 상기 제B물질 및 상기 제C물질의 혼합 비율은  $\text{상기 제A물질} = \text{상기 제B물질} > \text{상기 제C물질}$ 의 관계를 가질 수 있다.

[0012] 상기 전자수송층의 총 100 중량부에 대해 상기 제A 및 제B물질은 30 ~ 40 중량부를 차지하고, 상기 제C물질은 10 ~ 20 중량부를 차지할 수 있다.

[0013] 다른 측면에서 본 발명은 증착 공정을 이용하여 하부기관 상에 하부전극을 형성하는 단계; 용액 공정을 이용하여 상기 하부전극 상에 정공주입층, 정공수송층, 발광층 및 전자수송층을 형성하는 단계; 및 상기 증착 공정을 이용하여 상기 전자수송층 상에 상부전극을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 전자수송층은 적어도 2개의 이종 물질이 혼합되어 이루어진 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법을 제공한다.

[0014] 상기 발광층과 상기 전자수송층은 서로 다른 솔벤트에 의해 용해될 수 있다.

[0015] 상기 전자수송층은 제A물질, 제B물질 및 제C물질을 포함하는 3개의 이종 전자수송물질이 혼합되며, 상기 제A물질은 상기 제B물질 및 상기 제C물질 대비 유리전이온도가 높고 루모 레벨이 낮은 물질로 선택되고, 상기 제B물질은 상기 제A물질 및 상기 제C물질 대비 호모 레벨이 높고 트리플렛 레벨이 높은 물질로 선택되고, 상기 제C물질은 상기 제A물질 및 상기 제B물질 대비 정공의 이동도가 낮은 물질로 선택될 수 있다.

[0016] 상기 제A물질, 상기 제B물질 및 상기 제C물질의 혼합 비율은  $\text{상기 제A물질} = \text{상기 제B물질} > \text{상기 제C물질}$ 의 관계를 가질 수 있다.

[0017] 상기 전자수송층의 총 100 중량부에 대해 상기 제A 및 제B물질은 30 ~ 40 중량부를 차지하고, 상기 제C물질은 10 ~ 20 중량부를 차지할 수 있다.

**발명의 효과**

[0018] 본 발명은 정공주입층부터 전자수송층까지 솔루션 공정을 통해 형성하여 공정을 단순화할 수 있는 유기전계발광표시장치와 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 특성이 상이한 적어도 2개의 전자수송물질을 혼합하여 이루어진 전자수송층으로 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀의 구동전압을 낮추고 광 효율을 향상시킬 수 있는 유기전계발광표시장치와 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광표시장치를 개략적으로 나타낸 블록도.  
 도 2는 도 1에 도시된 서브 픽셀의 예시도.  
 도 3은 도 1에 도시된 표시 패널의 단면을 개략적으로 나타낸 도면.  
 도 4는 도 3의 일부를 상세히 나타낸 제1예시도.  
 도 5는 도 3의 일부를 상세히 나타낸 제2예시도.  
 도 6은 종래에 제안된 용액 공정 방식과 본 발명의 일 실시예에 따른 용액 공정 방식을 비교 설명하기 위한 도면.  
 도 7은 린싱 전후의 발광층의 특성을 나타낸 그래프.  
 도 8은 전자수송층이 없는 구조, 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조 및 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조에 대한 특성 그래프.  
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 픽셀의 구성도.  
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 픽셀의 단면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0020] 이하, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광표시장치를 개략적으로 나타낸 블록도이고, 도 2는 도 1에 도시된 서브 픽셀의 예시도이며, 도 3은 도 1에 도시된 표시 패널의 단면을 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3의 일부를 상세히 나타낸 제1예시도이며, 도 5는 도 3의 일부를 상세히 나타낸 제2예시도이다.

[0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광표시장치에는 타이밍 제어부(120), 스캔 구동부(130), 데이터 구동부(140) 및 표시 패널(150)이 포함된다.

[0023] 타이밍 제어부(120)는 I2C 인터페이스 등을 통해 외부 메모리부로부터 표시 패널(150)의 해상도, 주파수 및 타이밍 정보 등을 포함하는 장치정보(Extended Display Identification Data; EDID)나 보상 데이터 등을 수집한다. 타이밍 제어부(120)는 스캔 구동부(130)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 게이트 타이밍 제어신호(GDC)와 데이터 구동부(140)의 동작 타이밍을 제어하기 위한 데이터 타이밍 제어신호(DDC)를 출력한다. 타이밍 제어부(120)는 데이터 타이밍 제어신호(DDC)와 함께 데이터신호(DATA)를 데이터 구동부(140)에 공급한다.

[0024] 데이터 구동부(140)는 타이밍 제어부(120)로부터 공급된 데이터 타이밍 제어신호(DDC)에 응답하여 데이터신호(DATA)를 샘플링하고 래치하며 감마 기준전압으로 변환하여 출력한다. 데이터 구동부(140)는 집적회로(IC: Integrated Circuit)로 형성되어 표시 패널(150)에 실장되거나 표시 패널(150)에 연결된 외부기관에 실장될 수 있다. 데이터 구동부(140)는 데이터라인들(DL)을 통해 표시 패널(150)에 포함된 서브 픽셀들(SP)에 데이터신호(DATA)를 공급한다.

[0025] 스캔 구동부(130)는 타이밍 제어부(120)로부터 공급된 게이트 타이밍 제어신호(GDC)에 응답하여 게이트전압의 레벨을 시프트시키면서 스캔신호를 출력한다. 스캔 구동부(130)는 집적회로로 형성되어 표시 패널(150)에 실장되거나 표시 패널(150)에 연결된 외부기관에 실장될 수 있다. 또한, 스캔 구동부(130)는 게이트인패널(Gate In Panel) 형태로 표시 패널(150)에 형성될 수 있다. 스캔 구동부(130)는 스캔 라인들(GL)을 통해 표시 패널(150)에 포함된 서브 픽셀들(SP)에 스캔신호를 공급한다.

[0026] 표시 패널(150)은 스캔 구동부(130)로부터 공급된 스캔신호와 데이터 구동부(140)로부터 공급된 데이터신호(DATA)에 대응하여 영상을 표시한다. 표시 패널(150)에는 영상을 표시하기 위해 광을 제어하는 서브 픽셀들(SP)이 포함된다. 표시 패널(150)은 서브 픽셀들(SP)의 구조에 따라 상부면발광(Top-Emission) 방식, 배면발광

(Bottom-Emission) 방식 또는 양면발광(Dual-Emission) 방식으로 구현된다.

- [0027] 도 2에 도시된 바와 같이, 하나의 서브 픽셀(SP)에는 스캔 라인(GL1)과 데이터 라인(DL1)에 연결된 스위칭 트랜지스터(SW)와 스위칭 트랜지스터(SW)를 통해 공급된 스캔 신호에 대응하여 공급된 데이터신호(DATA)에 대응하여 동작하는 픽셀회로(PC)가 포함된다.
- [0028] 픽셀회로(PC)에는 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기 발광다이오드가 포함된다. 픽셀회로(PC)에 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기 발광다이오드가 포함된 경우, 서브 픽셀(SP)은 2T(Transistor)1C(Capacitor) 구조로 구성된다. 그러나, 픽셀회로(PC)에 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기 발광다이오드뿐만 아니라 구동 트랜지스터 등을 보상하기 위한 보상회로가 추가된 경우 3T1C, 4T1C, 5T2C 등으로 구성된다.
- [0029] 서브 픽셀들(SP)은 적색 서브 픽셀, 녹색 서브 픽셀 및 청색 서브 픽셀을 포함한다. 그러나, 표시 패널(150)의 광효율을 증가시키면서 순색의 휘도 저하 및 색감 저하를 방지하기 위해 백색 서브 픽셀, 적색 서브 픽셀, 녹색 서브 픽셀 및 청색 서브 픽셀을 포함하는 구조로 구성될 수도 있다. 이 경우, 백색 서브 픽셀, 적색 서브 픽셀, 녹색 서브 픽셀 및 청색 서브 픽셀은 백색 유기 발광다이오드와 RGB 컬러필터를 사용하는 방식으로 구현되거나 유기 발광다이오드에 포함된 발광 물질을 백색, 적색, 녹색 및 청색으로 구분하여 형성하는 방식 등으로 구현된다.
- [0030] 도 3에 도시된 바와 같이, 표시 패널(150)은 하부기관(151) 및 상부기관(152)으로 이루어진다. 하부기관(151) 및 상부기관(152)은 실란트 등과 같은 접착제에 의해 합착된다. 그러나, 상부기관(152)이 필름 형태로 이루어진 경우, 이는 증착 형태로 하부기관(151) 상에 형성된다.
- [0031] 하부기관(151)의 일면에는 유기 발광다이오드 등을 포함하는 서브 픽셀들이 형성된다. 유기 발광다이오드 등을 포함하는 서브 픽셀들은 산소나 수분 등의 외기에 취약하다. 따라서, 하부기관(151) 상에는 서브 픽셀들을 기밀할 수 있는 상부기관(152)이 형성된다.
- [0032] 상부기관(152) 상에는 표시 패널(150)의 상부면을 보호하는 보호필름(155)이 형성된다. 보호필름(155)은 표시 패널(150)의 상부면에 가해질 수 있는 외부 자극이나 충격으로부터 표시 패널(150)의 손상을 방지하는 역할을 하는데, 이는 생략될 수도 있다.
- [0033] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 하부기관(151)의 일면에는 스위칭 트랜지스터(미도시), 구동 트랜지스터(DR), 커패시터(미도시) 및 유기 발광다이오드(OLED) 등이 형성된다. 스위칭 트랜지스터(미도시), 구동 트랜지스터(DR), 커패시터(미도시) 및 유기 발광다이오드(OLED) 등은 하부기관(151)의 일면에 형성된 각종 배선에 연결된다.
- [0034] 구동 트랜지스터(DR)는 게이트전극(161), 반도체층(163), 소오스전극(164a) 및 드레인전극(164b)을 포함한다. 게이트전극(161)은 하부기관(151)의 일면에 형성된다. 게이트전극(161) 상에는 제1절연막(162)이 형성된다. 반도체층(163)은 제1절연막(162) 상에 형성된다. 소오스전극(164a) 및 드레인전극(164b)은 반도체층(163)의 일측과 타측에 접촉하도록 형성된다. 소오스전극(164a) 및 드레인전극(164b) 상에는 제2절연막(165)이 형성된다.
- [0035] 유기 발광다이오드(OLED)는 하부전극(166), 유기 발광층(168) 및 상부전극(169)을 포함한다. 하부전극(166)은 제2절연막(165) 상에 형성된다. 하부전극(166)은 제2절연막(165)을 통해 노출된 구동 트랜지스터(DR)의 드레인전극(164b)에 연결되도록 형성된다. 하부전극(166)은 서브 픽셀별로 분리되어 형성된다. 하부전극(166)은 애노드전극(또는 캐소드전극)으로 선택된다. 하부전극(166) 상에는 बैं크층(167)이 형성된다. बैं크층(167)은 서브 픽셀의 개구영역을 정의하는 층이다. 유기 발광층(168)은 하부전극(166) 상에 형성된다.
- [0036] 유기 발광층(168)은 정공주입층(HIL), 정공수송층(HTL), 발광층(EML), 전자수송층(ETL) 및 전자주입층(EIL)을 포함한다. 그러나, 유기 발광층(168)의 발광층(EML)을 제외한 다른 기능층들(HIL, HTL, ETL, EIL)은 적어도 하나가 생략될 수도 있다. 상부전극(169)은 유기 발광층(168) 상에 형성된다. 상부전극(169)은 모든 서브 픽셀에 공통적으로 연결되는 대면전극 형태로 형성된다. 상부전극(169)은 캐소드전극(또는 애노드전극)으로 선택된다.
- [0037] 도 4에 도시된 바와 같이, 상부기관(152)은 다층 필름 형태 또는 도시되어 있지 않지만 단일 필름 형태로 형성될 수 있다. 상부기관(152)이 다층 필름 형태로 형성된 경우, 이는 유기막과 무기막으로 형성될 수 있고, 상부기관(152)이 단층 필름 형태로 형성된 경우, 이는 유기막이나 무기막으로 형성될 수 있다.
- [0038] 도 5에 도시된 바와 같이, 상부기관(152)은 N(N은 3 이상 정수)층 필름 형태로 형성될 수 있다. 이 경우, 상부기관(152)은 유기층(152a), 무기층(152b), 유기층(152c) 및 무기층(152d)으로 구성된 유무기 복합층 등으로 형성될 수 있다. 도시되어 있지 않지만 유무기 복합층의 내부에는 수분이나 산소를 흡수하는 흡습층 등이 더 포함

될 수 있다.

- [0039] 한편, 유기전계발광표시장치의 경우 표시 패널의 생산성을 향상하기 위하여 솔루션 또는 솔루션 방식(Solution Process)과 같은 용액 공정을 이용한 소자의 개발이 연구되고 있다. 용액 공정은 유기 발광다이오드의 유기 발광층(168)을 잉크젯 인쇄, 노즐 인쇄, 전사 방식, 슬릿 코팅, 그라비아 인쇄 및 열제트 인쇄 등으로 형성하는 방식이다.
- [0040] 도 6은 종래에 제안된 용액 공정 방식과 본 발명의 일 실시예에 따른 용액 공정 방식을 비교 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 린싱 전후의 발광층의 특성을 나타낸 그래프이다.
- [0041] 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 종래에 제안된 용액 공정 방식은 통상적으로 정공주입층부터 발광층(168RGB)까지 용액 공정을 사용하고, 발광층(168RGB) 이후에 형성되는 전자수송층(168\_ETL)부터 증착 공정(Evap.)으로 진행하고 있다. 그 이유는 용액 공정시, 상부층에 형성되는 전자수송층(168\_ETL)의 솔벤트(solvent)에 의해 하부층에 위치하는 발광층(168RGB)이 손상되는 문제가 발생하고 있기 때문이다. 따라서, 종래에 제안된 방식은 전자수송층(168\_ETL) 형성시 소자의 성능이 크게 저하되기 때문에 유기발광층의 전층을 모두 용액 공정으로 형성할 수 없었다.
- [0042] 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 용액 공정 방식은 발광층(168RGB)의 손상을 저지하면서 정공주입층부터 전자수송층(168\_ETL)까지 용액 공정을 통해 형성할 수 있는데, 이는 하기의 설명 및 실험 결과 등을 통해 알 수 있다.
- [0043] 앞서 설명하였듯이, 종래에 제안된 용액 공정을 사용하면 상부층에 형성되는 전자수송층의 솔벤트에 의해 하부층에 위치하는 발광층이 손상된다. 본 발명에서는 이러한 문제를 극복하기 위해 발광층이 손상되지 않는 솔벤트를 찾기 위한 실험을 하였다.
- [0044] 실험은 고분자(polymer) 물질로 이루어진 발광층을 선정하고 그 위에 여러 종류의 솔벤트를 드랍(drop)하고 발광층의 손상 정도를 측정하는 방식으로 진행하였다. 이때, 발광층의 손상 정도에 대한 측정은 자외선(UV)측정과 광학 현미경을 이용하였으며, 발광층의 박막 상태가 린싱(Rinsing) 후에도 이상이 없는 즉 발광층에 손상을 입히지 않는 솔벤트를 조건으로 하였다.
- [0045] 본 발명에서 찾아낸 솔벤트는 알코올(alcohol) 계열로서 도 7의 (a)와 같이 스펙트럼 상에서 린싱(Rinsing) 전후 발광층의 박막 상태에 이상이 없었고, 또한 도 7의 (b)와 같이 광학 현미경을 이용하여 측정한 결과에서도 특이한 문제를 나타내지 않았다.
- [0046] 도 7을 통해 찾아낸 솔벤트는 고분자 물질로 이루어진 발광층에 사용된 솔벤트와 상이한 물질이었다. 실험을 통해 밝혀진 바, 발광층에 사용되는 솔벤트와 전자수송층에 사용되는 솔벤트가 동일할 경우, 용액 공정 시 전자수송층의 솔벤트가 발광층의 솔벤트를 녹여 발광층에 손상을 입히게 된다는 것이다.
- [0047] 그러므로, 전자수송층의 솔벤트는 발광층의 솔벤트를 용해시킬 수 없는(또는 손상을 입히지 않는) 물질이어야 한다. 즉, 발광층에 사용되는 제1솔벤트와 전자수송층에 사용되는 제2솔벤트는 상이한 물질이어야 한다. 그리고, 발광층에 사용되는 고분자 물질은 알코올 계열에 쉽게 용해되지 않는 성질이 있어야 한다.
- [0048] 본 발명에서는 발광층이 손상되지 않는 솔벤트를 이용하여 전자수송층을 용액 공정으로 형성할 수 있음을 밝혀냄과 더불어 전자수송층의 특성 향상을 위한 방안을 모색하였다.
- [0049] 전자수송층의 경우, 호모(HOMO) 레벨이 높은(deep) 특성을 가진과 더불어 정공 블록킹(hole blocking) 역할이 활발하게 일어나면 소자의 특성을 향상할 수 있다. 전자수송층은 용액 공정을 통해 형성할 수 있다는 것이 앞선 실험을 통해 밝혀졌으므로, 이러한 특성을 갖게 하기 위해 하기 표 1의 물질을 혼합하였다. 표 1에서 "HOMO/LUMO"는 호모와 루모 레벨, "T1"은 트리플렛 레벨, "Tg"는 유리전이온도, " $\mu_h$ "는 정공이동도를 의미한다.

표 1

Materials	HOMO/LUMO (eV)	T1 (eV)	Tg (°C)	$\mu_e$ (Cm/V-s)
Material-A	5.9 / 2.7	2.1	150	5E-6
Material-B	6.9 / 3.2	3.4	110	5E-8
Material-C	5.1 / 2.2	1.8	120	4E-4

[0050]

[0051]

표 1을 통해 알 수 있듯이, 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)은 호모/루모 레벨, 트리플렛 레벨, 유리전이온도 및 정공의 이동도가 모두 다른 물질로 선택된다. 또한, 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)은 물질마다 다른 물질과 차별화되는 장점이 있다. 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)은 전자 수송 능력(예: 제A물질)이나 정공 블록킹 능력(예: 제B물질) 등을 갖는 것을 일례로 개시하였으나 이에 한정되지 않는다.

[0052]

그 예로 제A물질(Material-A)의 경우 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C) 물질 대비 유리전이온도가 높고 루모 레벨이 낮다. 그리고 제B물질(Material-B)의 경우 제A물질(Material-A) 및 제C물질(Material-C) 대비 호모 레벨이 높고 트리플렛 레벨이 높다. 그리고 제C물질(Material-C)의 경우 제A물질(Material-A) 및 제B물질(Material-B) 대비 정공의 이동도가 낮다.

[0053]

특히, 제B물질(Material-B)의 경우 제A물질(Material-A) 및 제C물질(Material-C) 대비 호모 레벨이 높고 정공의 이동도가 낮기 때문에 전자의 전달뿐만 아니라 정공 블록킹(hole blocking) 역할도 가능하다.

[0054]

그러므로, 제A물질(Material-A)과 제B물질(Material-B)을 기본물질로 구성하고 제C물질(Material-C)을 첨가물질로 구성하되, 제C물질(Material-C)의 혼합비를 조절하면 정공의 이동도를 조절할 수 있을 것이다.

[0055]

본 발명에서는 실험예와 같이 전자수송층을 용액 공정으로 형성할 때, 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)을 40 중량부 : 40 중량부 : 20 중량부로 혼합하였다.

[0056]

앞서 설명한 바와 같이, 제A물질(Material-A)의 경우 루모 레벨이 우수하고 제B물질(Material-B)의 경우 호모 레벨이 우수하므로 두 물질은 유사 동일한 비율로 혼합되는 것이 좋다.

[0057]

제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B)은 발광층과의 조화에 따라 혼합비가 바뀔 수는 있으나 기본물질에 해당하므로 전자수송층의 총 100 중량부에 대해 30 ~ 40 중량부를 차지하는 것이 바람직하다.

[0058]

제C물질(Material-C)은 정공의 이동도를 조절하기 위해 첨가되는 첨가물질에 해당하므로 전자수송층의 총 100 중량부에 대해 10 ~ 20 중량부를 차지하는 것이 바람직하다. 그러나, 제C물질(Material-C)의 혼합비가 10 중량부보다 낮을 경우 정공의 이동도를 조절하기 어려워져 정공의 블록킹 능력을 저하하게 된다. 그리고 제C물질(Material-C)의 혼합비가 20 중량부보다 높을 경우 전자 주입 또는 정공의 블록킹을 방해하게 된다.

[0059]

한편, 본 발명에서는 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)을 혼합하고 용액 공정을 통해 전자수송층으로 형성할 때 다음과 같은 방식을 이용할 수 있다.

[0060]

-솔벤트에 각 물질을 녹인 후 혼합하는 방법-

[0061]

제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)을 솔벤트에 각각 용해한 후 용액을 혼합한다. 앞선 실험에서는 각 물질을 솔벤트에 1 중량부가 포함되는 비율로 용해시켰으며, 그 결과 10c.p(센티프라즈)정도의 점성을 갖는 것으로 나타났다. 그러나, 박막의 두께에 따라 각 물질에 대한 용해 비율을 변경(점성 조절)할 수 있음은 물론이다.

[0062]

솔벤트에 각 물질을 녹인 후 혼합하는 방법은 파우더 형태의 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)이 솔벤트에 용해되는 상태를 확인할 수 있다.

- [0063] -물질을 혼합한 후 솔벤트에 녹이는 방법-
- [0064] 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)을 혼합한 후 솔벤트에 혼합하여 용해한다.
- [0065] 물질을 혼합한 후 솔벤트에 녹이는 방법은 솔벤트에 각 물질을 녹인 후 혼합하는 방법을 실시한 이후 각 물질의 용해 상태가 확인된 이후 실시할 수 있다. 이 방법은 솔벤트에 각 물질을 녹인 후 혼합하는 방법 대비 제조공정의 수율을 향상시킬 수 있다.
- [0066] 이하, 제A물질(Material-A), 제B물질(Material-B) 및 제C물질(Material-C)을 혼합하고 용액 공정을 통해 전자수송층을 형성(실시예)하고, 전자수송층이 없는 구조(비교예1) 및 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(비교예2) 간의 비교 결과에 대해 설명한다.
- [0067] 도 8은 전자수송층이 없는 구조, 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조 및 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조에 대한 특성 그래프이다.
- [0068] 도 8에 도시된 바와 같이, 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL), 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 및 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)에 대한 전압 전류(V-J plot), 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A) 및 스펙트럼(Spectrum) 그래프가 도시된다.
- [0069] -비교예 1: 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL)-
- [0070] 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL)는 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 및 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL) 대비 전압 전류(V-J plot) 및 스펙트럼(Spectrum) 상에서 특성의 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL)는 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 및 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL) 대비 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)가 크게 저하됨을 알 수 있다.
- [0071] -비교예 2: 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL)-
- [0072] 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL)는 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL) 및 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL) 대비 스펙트럼(Spectrum) 상에서 특성의 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL)는 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL) 대비 전압 전류(V-J plot)가 다소 높게 나타났다. 또한, 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL)는 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL) 대비 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)가 다소 저하됨을 알 수 있다.
- [0073] -실시예: 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)-
- [0074] 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)는 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL) 및 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 대비 스펙트럼(Spectrum) 상에서 특성의 저하가 나타나지 않았다. 하지만, 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)는 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL) 및 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 대비 전압 전류(V-J plot)가 다소 낮게 나타났다. 또한, 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)는 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL) 및 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 대비 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)가 다소 향상됨을 알 수 있다.
- [0075] 위의 실험 결과를 통해 알 수 있듯이, 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL)는 전자수송층이 없는 구조(Non-ETL) 대비 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)가 대략 60% 정도 상승한다. 그러나, 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)는 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 대비 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)가 대략 13% 정도 상승한다.
- [0076] 그러므로, 전자수송층을 용액 공정으로 형성한 구조(Sol. ETL)는 전자수송층을 증착 공정으로 형성한 구조(Evap. ETL) 대비 호모(HOMO) 레벨이 9.6eV로 높기 때문에 정공 블록킹(hole blocking) 역할이 활발하여 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)가 우수하게 나타난다.
- [0077] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 픽셀의 구성도이고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 픽셀의 단면도이다.
- [0078] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 픽셀에는 하부전극(166), 유기 발광층(168) 및 상부전극(169)이 포함된다. 하부전극(166)은 애노드전극으로 선택되고 상부전극(169)은 캐소드전극으로 선택된다.
- [0079] 유기 발광층(168)에는 정공주입층(168\_HIL), 정공수송층(168\_HTL), 적색, 녹색 및 청색 발광층(168RGB) 및 전자

수송층(168\_ETL)이 포함된다. 전자수송층(168\_ETL)은 앞서 설명된 실험예에 설명된 바와 같이 특성이 상이한 적어도 2개의 이종 전자수송물질을 혼합한 층(Mixing ETL)으로 이루어진다. 그러나, 정공의 이동도를 조절하기 위한 정공 블록킹(hole blocking) 역할을 수행하기 위해서는 특성이 상이한 3개의 이종 전자수송물질을 혼합하는 것이 휘도 및 밝기(Lum. vs cd/A)를 향상함에 있어 유리하다.

[0080] 도 10에 도시된 바와 같이, 정공주입층(168\_HIL)은 하부전극(166) 상에 형성되고, 정공수송층(168\_HTL)은 정공주입층(168\_HIL) 상에 형성된다. 적색, 녹색 및 청색 발광층(168RGB)은 정공수송층(168\_HTL) 상에 형성되고 전자수송층(168\_ETL)은 적색, 녹색 및 청색 발광층(168RGB) 상에 형성된다. 전자주입층 및 상부전극(169)은 전자수송층(168\_ETL) 상에 형성된다.

[0081] 정공주입층(168\_HIL), 정공수송층(168\_HTL), 적색, 녹색 및 청색 발광층(168RGB) 및 전자수송층(168\_ETL)은 솔루션 또는 솔루션 방식(Solution Process)으로 형성되고, 전자주입층 및 상부전극(169)은 증착 방식(Evaporation Process)으로 형성된다. 솔루션 또는 솔루션 방식(Solution Process)은 용액 공정으로서 잉크젯 인쇄, 노즐 인쇄, 전사 방식, 슬릿 코팅, 그라비아 인쇄 및 열제트 인쇄 등을 포함한다.

[0082] 이상 본 발명은 정공주입층부터 전자수송까지 솔루션 공정을 통해 형성하여 공정을 단순화할 수 있는 유기전계 발광표시장치와 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 특성이 상이한 적어도 2개의 전자수송물질을 혼합하여 이루어진 전자수송층으로 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀의 구동전압을 낮추고 광 효율을 향상시킬 수 있는 유기전계발광표시장치와 이의 제조방법을 제공하는 효과가 있다.

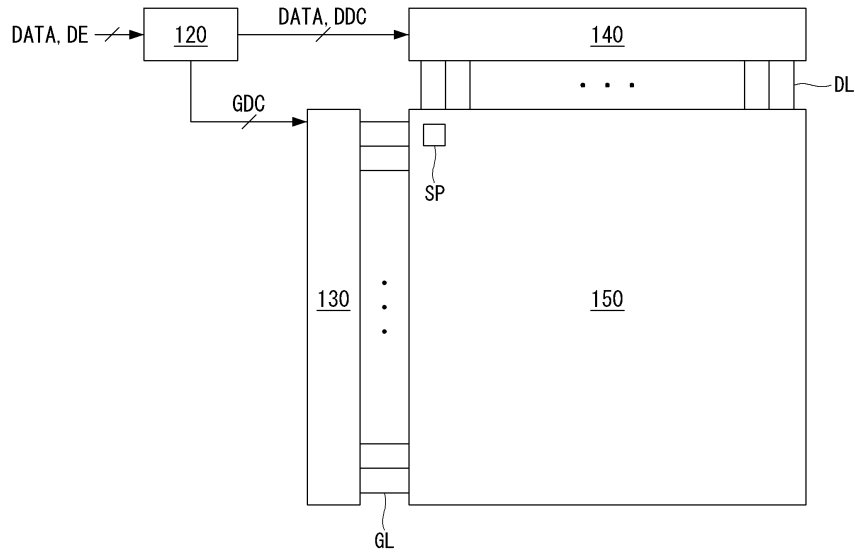
[0083] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

**부호의 설명**

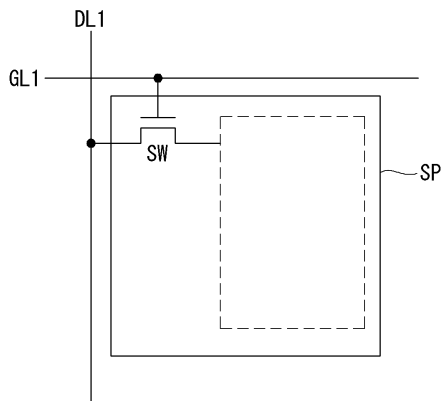
- [0084] 120: 타이밍 제어부    130: 스캔 구동부
- 140: 데이터 구동부    150: 표시 패널
- 166: 하부전극    168: 유기 발광층
- 168\_HIL: 정공주입층    168\_HTL: 정공수송층
- 168R, 168G, 168B: 발광층    168\_ETL: 전자수송층
- 169: 상부전극

도면

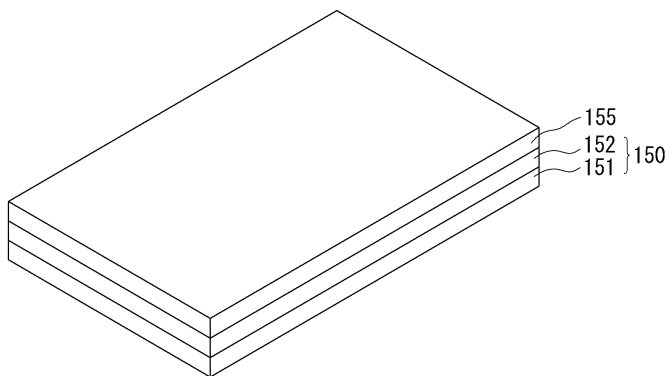
도면1



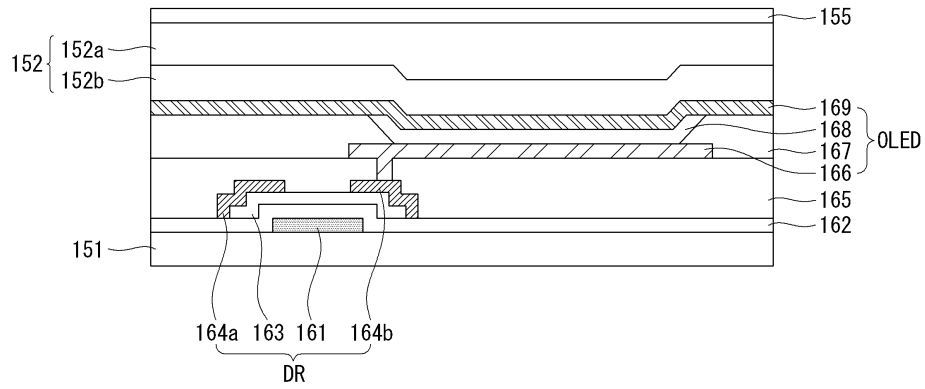
도면2



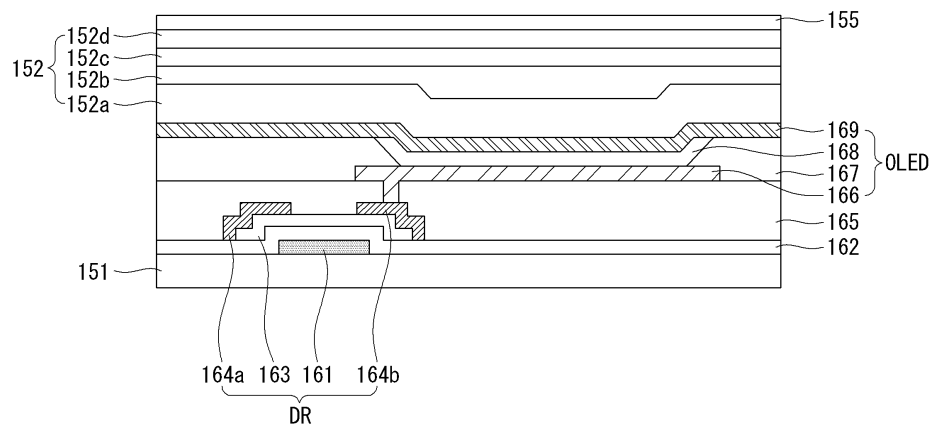
도면3



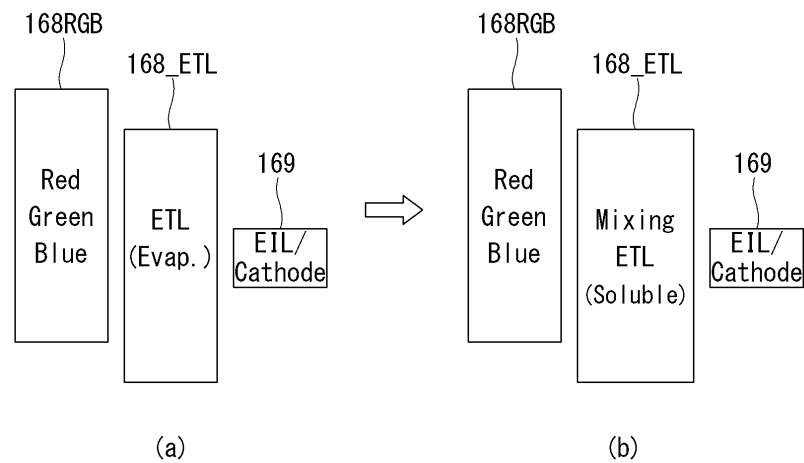
도면4



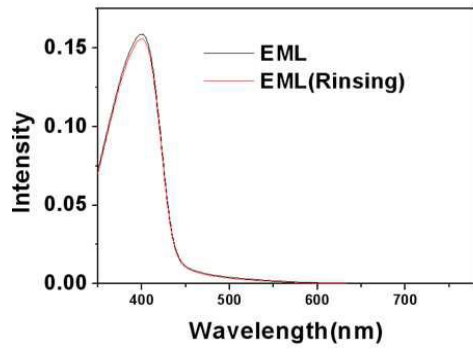
도면5



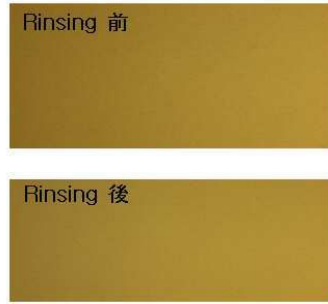
도면6



도면7

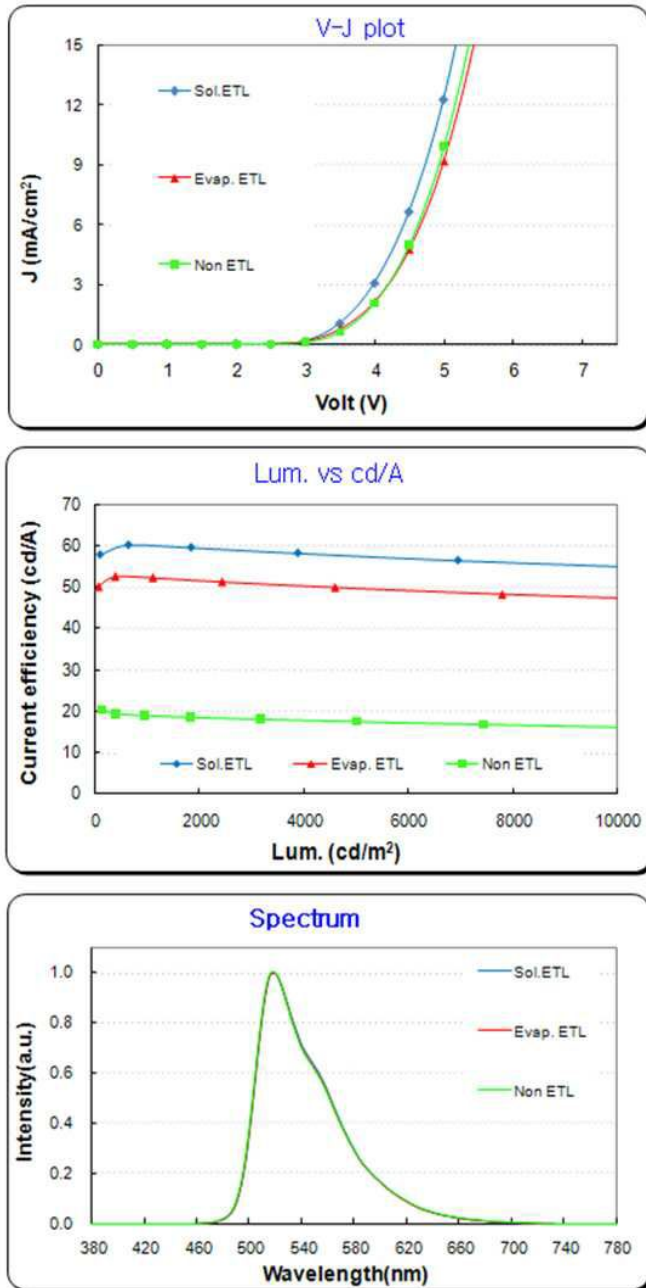


(a)

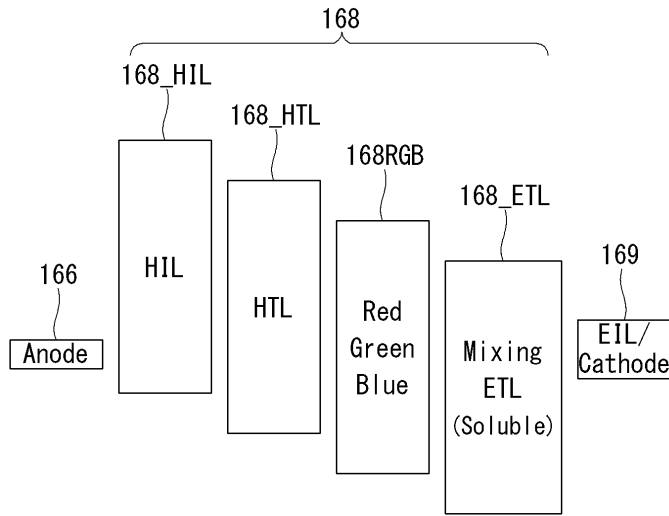


(b)

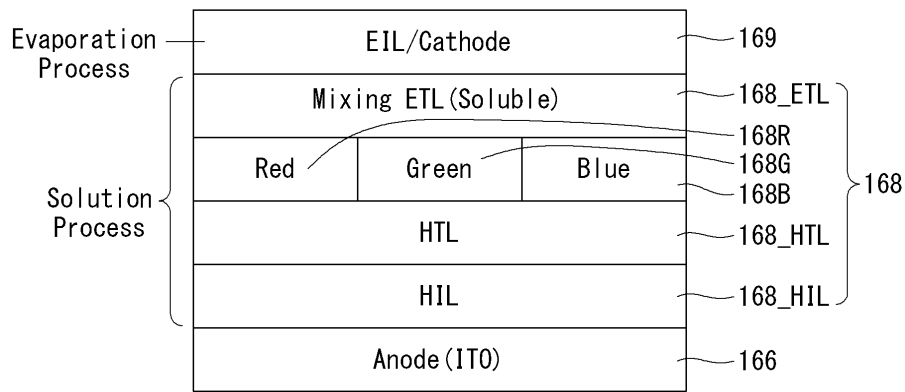
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	标题：有机电致发光显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020150064539A</a>	公开(公告)日	2015-06-11
申请号	KR1020130149365	申请日	2013-12-03
[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	LEE HAK MIN 이학민 YU YOUNG JUN 유영준		
发明人	이학민 유영준		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5072		
其他公开文献	KR102092551B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

本发明提供一种有机发光显示装置，其包括显示面板，以及形成在显示面板上的红色，绿色和蓝色子像素。红色，绿色和蓝色子像素中的每一个包括位于顶部电极和发光层之间的电子传输层。电子传输层通过混合至少两种异质材料的溶液工艺形成。COPYRIGHT KIPO 2015

