



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월14일  
(11) 등록번호 10-2110918  
(24) 등록일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/52 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0129417  
(22) 출원일자 2013년10월29일  
심사청구일자 2018년08월20일  
(65) 공개번호 10-2015-0049189  
(43) 공개일자 2015년05월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2007287557 A\*  
JP2013187019 A\*  
KR1020130072968 A\*  
JP2013091858 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
이재영  
대전 서구 청사로 5, 110동 603호 (월평동, 하나  
로아파트)  
박준원  
서울 마포구 월드컵로7안길 8-4, 대명피렌체 1동  
201호 (합정동)  
(74) 대리인  
특허법인(유한)유일하이스트  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 12 항

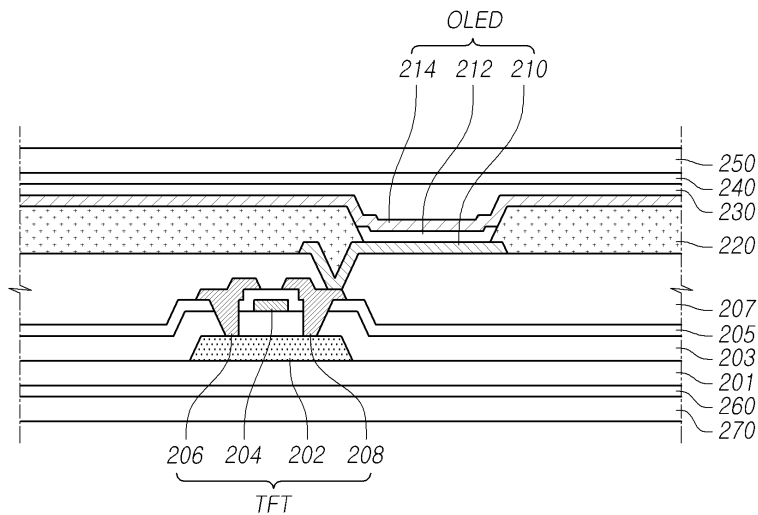
심사관 : 이우리

(54) 발명의 명칭 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 박막트랜지스터가 형성된 기판 상에 순차적으로 형성된 제1전극, 발광층을 포함하는 유기층 및 제2전극으로 구성된 유기발광소자; 상기 유기발광소자가 형성된 기판 상에 위치하는 산화 알루미늄 계열의 물질로 구성된 단일막으로 형성된 상부봉지층; 상기 상부봉지층 상에 위치하는 접착층; 및 상기 접착층 상에 위치하며 상기 유기발광소자를 봉지하는 배리어 필름;을 포함하는 유기전계발광 표시장치를 제공한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**이상훈**

서울 성동구 마조로1길 58, 201호 (마장동)

**허해리**

경기 고양시 일산동구 일산로 205, 208동 904호 (마두동, 백마마을2단지아파트)

**허훈희**

대전 대덕구 계족로663번길 27, 124동 205호 (법동, 주공1단지아파트)

**김지민**

서울 용산구 이촌로2가길 122, 105동 506호 (이촌동, 대림아파트)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

박막트랜지스터가 형성된 기판 상에 순차적으로 형성된 제1전극, 발광층을 포함하는 유기층 및 제2전극으로 구성된 유기발광소자;

상기 유기발광소자가 형성된 기판 상에 위치하는 산화 알루미늄 계열의 물질로 구성된 단일막으로 형성된 상부봉지층;

상기 상부봉지층 상에 위치하는 접착층; 및

상기 접착층 상에 위치하며 상기 유기발광소자를 봉지하는 배리어 필름;을 포함하고,

상기 상부봉지층의 두께는 20~50nm이고, 상기 상부봉지층의 밀도는  $2.7\sim 3.0\text{g/cm}^3$ 이며, 상기 상부봉지층의 수분 투습도는  $10^{-2}\text{g/m}^2\text{-day}$  이하인 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 상부봉지층은 원자막 증착법으로 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 상부봉지층의 밴딩 곡률반경은 10mm이하인 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 상부봉지층의 상부면에 실리콘 계열의 무기막을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 배리어 필름은 광등방성 필름 또는 위상차 필름을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 배리어 필름의 하부면 또는 상부면에 무기막 또는 유기막을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 기판은 폴리이미드 계열 또는 폴리 카보네이트 계열로 형성된 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

#### 청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 기판 하부에 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate; PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate; PET), 폴리에틸렌 에테르프탈레이트(polyethylene ether phthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리아릴레이트(polyarylate), 폴리에테르이미드(polyether imide), 폴리에테르술폰산(polyether sulfonate), 폴리이미드(polyimide) 및 폴리아크릴레이트(polyacrylate) 중에서 선택된 하나로 구성된 하부봉지층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치.

**청구항 10**

박막트랜지스터가 형성된 기판 상에 순차적으로 형성된 제1전극, 발광층을 포함하는 유기층 및 제2전극으로 구성된 유기발광소자를 형성하는 단계;

상기 유기발광소자가 형성된 기판 상에 산화 알루미늄 계열의 물질로 단일막인 상부봉지층을 형성하는 단계;

상기 상부봉지층 상에 접착층을 형성하는 단계; 및

상기 접착층 상에 배리어 필름을 형성하는 단계;를 포함하고,

상기 상부봉지층의 두께는 20~50nm이고, 상기 상부봉지층의 밀도는 2.7~3.0g/cm<sup>3</sup>이며, 상기 상부봉지층의 수분 투습도는 10<sup>-2</sup>g/m<sup>2</sup>-day 이하인 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

**청구항 11**

제 10항에 있어서,

상기 상부봉지층은 원자막 증착법으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제 10항에 있어서,

상기 유기발광소자 상에 산화 알루미늄 계열의 물질로 상부봉지층을 형성하는 단계; 이후에,

상기 상부봉지층의 상부면에 실리콘 계열의 무기막을 형성하는 단계;를 더 포함하는 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

**청구항 14**

제 10항에 있어서,

상기 접착층 상에 배리어 필름을 형성하는 단계; 이후에,

상기 기판 하부에 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate; PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate; PET), 폴리에틸렌 에테르프탈레이트(polyethylene ether phthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리아릴레이트(polyarylate), 폴리에테르이미드(polyether imide), 폴리에테르술폰산(polyether sulfonate), 폴리이미드(polyimide) 및 폴리아크릴레이트(polyacrylate) 중에서 선택된 하나로 구성된 하부봉지층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 유기전계발광 표시장치의 제조방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 유기전계발광 표시장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 다양한 정보를 화면으로 구현해 주는 영상표시장치는 정보 통신 시대의 핵심 기술로 더 얇고 더 가볍고 휴대가

가능하면서도 고성능의 방향으로 발전하고 있다. 이에 음극선관(CRT)의 단점인 무게와 부피를 줄일 수 있는 평판표시장치로 유기 발광층의 발광량을 제어하여 영상을 표시하는 유기전계발광 표시장치 등이 각광받고 있다.

- [0003] 유기전계발광 표시장치는 전극 사이의 얇은 발광층을 이용한 자발광 소자로 종이와 같이 박막화가 가능하다는 장점이 있다.
- [0004] 일반적인 유기전계 발광 표시장치는 기관에 서브화소 구동부 어레이와 유기전계발광 어레이가 형성된 구조로, 유기전계발광 어레이의 유기발광소자에서 방출된 빛이 기관 또는 배리어층을 통과하면서 화상을 표시하게 된다.
- [0005] 유기발광소자는 산소에 의한 전극 및 발광층의 열화, 발광층-계면간의 반응에 의한 열화 등 내적 요인에 의한 열화가 있는 동시에 외부의 수분, 산소, 자외선 및 소자의 제작 조건 등 외적 요인에 의해 쉽게 열화가 일어나는 단점이 있다. 특히 외부의 산소와 수분은 소자의 수명에 치명적인 영향을 주므로 유기전계발광 표시장치의 패키징이 매우 중요하다.
- [0006] 패키징 방법으로는 유기발광소자가 형성된 기관을 보호용 캡으로 밀봉하는 방법이 있는데, 보호용 캡을 밀봉하기 전에 흡습제를 보호용 캡의 내측 중앙부에 부착하여, 내부에 있을 수 있는 습기 등을 흡수할 수 있게 한다.
- [0007] 또한, 흡습제가 유기물층에 떨어지는 것을 방지하기 위하여, 보호용 캡의 배면에는 수분 및 산소 등이 드나들도록 반투성막이 부착된다.
- [0008] 이와 같이, 유기발광소자의 유기물층을 산소 및 습기로부터 보호하기 위해 금속이나 유리와 같은 보호용 캡을 사용하여 패키징하는 방법은, 패키징을 위해 접착제나 흡습제 등을 별도의 재료를 사용해야 하므로 재료비가 증가할 수 있다. 또한, 보호용 캡 형성에 따라 유기전계발광 표시장치의 부피 및 두께가 증가할 수 있고, 보호용 캡의 재질이 유리이므로 플렉서블(flexible) 적용의 어려움이 있다.
- [0009] 이런 난점을 극복하기 위해 유기전계발광 표시장치를 패키징하는 다른 방법으로 박막의 배리어층을 형성하여 인캡슐레이션(Encapsulation) 시키는 방법이 시도되고 있는데, 배리어층으로써는 무기 절연막과 유기 절연막을 여러층으로 적층하여 형성된 막이 이용되고 있다. 배리어층을 여러층으로 형성하는 이유는 외부로부터 수분이나 산소의 침투를 차단시키고자 하는데 목적이 있다.
- [0010] 그러나, 이렇게 무기막 및 유기막을 여러층으로 적층하여 배리어층으로 형성한 경우, 박막의 두께가 두꺼워져 최근 플렉서블한 디스플레이 소자에 적용하는 경우 밴딩(banding)시 크랙이 발생하여 기관에 손상이 가해져 불량률이 발생하는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0011] 이러한 배경에서, 본 발명의 목적은, 일측면에서, 디스플레이 소자의 상부봉지층의 두께를 최소화하여 밴딩시 크랙(crack)의 발생을 감소시켜 기관의 손상을 줄이는 유기전계발광 표시장치 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 일 측면에서, 본 발명은, 박막트랜지스터가 형성된 기관 상에 순차적으로 형성된 제1전극, 발광층을 포함하는 유기층 및 제2전극으로 구성된 유기발광소자; 상기 유기발광소자가 형성된 기관 상에 위치하는 산화 알루미늄 계열의 물질로 구성된 단일막으로 형성된 상부봉지층; 상기 상부봉지층 상에 위치하는 접착층; 및 상기 접착층 상에 위치하며 상기 유기발광소자를 봉지하는 배리어 필름;을 포함하는 유기전계발광 표시장치를 제공한다.
- [0013] 다른 측면에서, 본 발명은, 박막트랜지스터가 형성된 기관 상에 순차적으로 형성된 제1전극, 발광층을 포함하는 유기층 및 제2전극으로 구성된 유기발광소자를 형성하는 단계; 상기 유기발광소자가 형성된 기관 상에 산화 알루미늄 계열의 물질로 단일막인 상부봉지층을 형성하는 단계; 상기 상부봉지층 상에 접착층을 형성하는 단계; 및 상기 접착층 상에 배리어 필름을 형성하는 단계;를 포함하는 유기전계발광 표시장치의 제조방법을 제공한다.

**발명의 효과**

- [0014] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 디스플레이 소자의 상부봉지층의 두께를 최소화하여, 밴딩시 크

랙(crack)의 발생이 감소하여 기판의 손상을 방지하는 효과가 있다.

[0015] 그리고, 또 다른 측면에서, 공정감소 및 비용절감의 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1은 실시예들이 적용되는 유기전계발광 표시장치의 시스템 구성도이다.

도 2는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 3a 내지 도 3c는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 4는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층의 수분투습도(WVTR: Water Vapor Transmission Rate)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.

도 5는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층의 밀도(Density)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.

도 6은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층의 굴절율(Refractive Index)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.

도 7은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층의 스트레스(Stress)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.

도 8은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층의 스텝 커버리지(Step Coverage)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.

도 9a 내지 9c는 종래 기술에 따른 유기전계발광 표시장치에 관한 사진이다.

도 10은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치에 관한 사진이다.

도 11은 제2실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 12a 내지 도 12c는 제2실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0018] 또한, 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 같은 맥락에서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "상"에 또는 "아래"에 형성된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접 또는 또 다른 구성 요소를 개재하여 간접적으로 형성되는 것을 모두 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0019] 도 1은 실시예들이 적용되는 유기전계발광 표시장치의 시스템 구성도이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 실시예들을 적용하기 위한 표시 장치(100)는, 게이트 라인들(GL1~GLn)과 데이터 라인들(DL1~DLm)이 교차되어 형성된 패널(110)과, 패널(110)에 형성된 게이트 라인들을 구동하기 위한 게이트 드라이버(120)와, 패널(110)에 형성된 데이터 라인들을 구동하기 위한 데이터 드라이버(130)와, 게이트 드라이버(120) 및 데이터 드라이버(130)의 구동 타이밍을 제어하는 타이밍 컨트롤러(140) 등을 포함한다.

[0021] 패널(110)에는 게이트 라인들(GL1~GLn)과 데이터 라인들(DL1~DLm)의 교차되어 각 화소(P: Pixel)가 정의된다.

[0022] 도 1의 표시 장치(100)는, 일 예로, 액정표시장치(LCD: Liquid Crystal Display) 또는 유기전계발광 표시장치(OLED: Organic Light-Emitting Diode) 등 일 수 있으며, 이에 제한되지 않고, 후술하는 실시예에 따른 어떠한

형태의 표시장치일 수도 있다. 예를 들어, 전술한 표시장치(100)는 후술하는 실시예에 따른 유기전계발광 표시장치일 수 있으며, 그 제조방법에 의해 제조될 수 있는 유기전계발광 표시장치일 수 있다.

- [0023] 이하, 도면을 참조하여, 실시예들에 따른 유기전계발광 표시장치에 대하여 더 자세히 설명한다.
- [0024] -제1실시예-
- [0025] 도 2는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치를 나타낸 단면도이다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기판(201) 상에 순차적으로 형성된 제1전극(210), 유기발광층(212) 및 제2전극(214)으로 구성된 유기발광소자(OLED)가 형성되어 있다.
- [0027] 더 자세하게는, 기판(201) 상에 반도체층(202), 게이트 절연막(203), 게이트 전극(204), 층간 절연막(205) 및 소스 및 드레인 전극(206, 208)이 순차적으로 형성되어 박막트랜지스터(TFT)가 형성되어 있고, 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기판(201) 상에 보호막(207)이 형성되어 있다.
- [0028] 이때, 기판(201)은 내열성이 강한 플라스틱 기판(201)일 수 있다. 예를 들어, 기판(201)은 폴리이미드 계열 또는 폴리 카보네이트 계열 물질로 형성될 수 있다.
- [0029] 반도체층(202)은 폴리 실리콘으로 형성될 수 있으며, 이 경우 소정의 영역이 불순물로 도핑될 수도 있다.
- [0030] 물론 반도체층(202)은 폴리 실리콘이 아닌 아몰포스 실리콘으로 형성될 수도 있고, 나아가 펜타센 등과 같은 다양한 유기 반도체 물질로 형성될 수도 있다.
- [0031] 반도체층(202)이 폴리 실리콘으로 형성될 경우 아몰포스 실리콘을 형성하고 이를 결정화시켜 폴리 실리콘으로 변화시키는데, 이러한 결정화 방법으로는 LTA(Lapid Thermal Annealing) 공정, MILC(Methal Induced Lateral Crystallization) 또는 SLS 법(Sequential Lateral Solidification) 등 다양한 방법이 적용될 수 있다.
- [0032] 게이트 절연막(203)은 실리콘 산화막(SiO<sub>x</sub>) 또는 실리콘 질화막(SiN<sub>x</sub>) 등과 같은 절연성 물질로 형성될 수 있으며, 물로 이외에도 절연성 유기물 등으로 형성될 수도 있다.
- [0033] 상기 게이트 전극(204)은 다양한 도전성 물질로 형성할 수 있다. 예컨대, Mg, Al, Ni, Cr, Mo, W, MoW, Au, 이들의 합금 등으로 형성될 수 있다.
- [0034] 층간 절연막(205)은 실리콘 산화막(SiO<sub>x</sub>) 또는 실리콘 질화막(SiN<sub>x</sub>) 등과 같은 절연성 물질로 형성될 수 있으며, 물론 이 외에도 절연성 유기물 등으로 형성될 수도 있다. 층간 절연막(205)과 게이트 절연막(203)을 선택적으로 제거하여 소스 및 드레인 영역이 노출되는 컨택홀이 형성될 수 있다.
- [0035] 소스 및 드레인 전극(206, 208)은 컨택홀이 매립되도록 층간 절연막(205) 상에 게이트 전극(204)용 물질로 단일 층 또는 다층의 형상으로 형성된다.
- [0036] 보호막(207)은 구동 박막트랜지스터(TFT)를 보호하고 평탄화시킨다. 보호막(207)은 다양한 형태로 구성될 수 있는데, BCB(Benzocyclobutene) 또는 아크릴(Acryl) 등과 같은 유기 절연막, 또는 실리콘 질화막(SiN<sub>x</sub>), 실리콘 산화막(SiO<sub>x</sub>)와 같은 무기 절연막으로 형성될 수도 있고, 단층으로 형성되거나 이중 혹은 다중 층으로 구성될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.
- [0037] 유기발광소자(OLED)는 보호막(207) 상에 형성된 제1전극(210), 제1전극(210) 상에 형성된 발광층을 포함하는 유기층(212) 및 유기층(212) 상에 형성된 제2전극(214)으로 구성된다.
- [0038] 더 자세하게는, 제1전극(210)은 컨택홀을 통해 구동 박막트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(208)과 전기적으로 연결된다. 이러한 제1전극(210)은 반사율이 높은 불투명한 도전 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 제1전극(210)은 Ag, Al, AlNd, Au, Mo, W, Cr, 이들의 합금 등으로 형성될 수 있다.
- [0039] बैंक(220)는 발광 영역을 제외한 나머지 영역에 형성된다. 이에 따라, बैंक(220)는 발광영역과 대응되는 제1전극(210)을 노출시키는 बैंक홀을 가진다.
- [0040] बैंक(220)는 실리콘 질화막(SiN<sub>x</sub>), 실리콘 산화막(SiO<sub>x</sub>)와 같은 무기 절연 물질 또는 BCB, 아크릴계 수지 또는 이미드계 수지와 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0041] बैंक(220)에 의해 노출된 제1전극(210) 상에 유기층(212)이 형성되어 있다. 유기층(212)은 발광층을 포함하며, 그 외에도 전자주입층, 전자수송층, 정공수송층, 정공주입층 등을 더 포함할 수 있다.

- [0042] 유기층(212)이 형성된 기판(201) 상에 제2전극(214)이 형성되어 있다. 제2전극(214)은 인듐 틴 옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐 징크 옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO) 등과 같은 투명 도전성 물질 와 같은 투명한 도전 물질로 형성됨으로써 발광 유기층(212)에서 생성된 광을 제2전극(214) 상부로 방출시킨다.
- [0043] 유기발광소자(OLED)가 형성된 기판(201) 상에 제2전극(214)과 부착되어 있는 상부봉지층(230)이 형성되어 있다. 이때, 상부봉지층(230)은 무기 단일막이다. 예를 들어, 산화 알루미늄(A10x) 또는 실리콘(Si) 계열 물질로 이루어진 무기 단일막이다. 이때, 상부봉지층(230)이 산화 알루미늄(A10x)으로 이루어진 경우 A10x의 A1과 O의 비율은 1:1.4~1:1.6로 구성된다.
- [0044] 이때, 상부봉지층(230)의 두께는 20~50nm로 형성되어 있다. 이러한 두께를 가지는 상부봉지층(230)은 곡률반경 10mm이하에서 밴딩(banding) 구현이 가능하다.
- [0045] 상부봉지층(230)은 원자막 증착법(Aatomic layer deposition)으로 형성한다. 원자막 증착법으로 형성된 박막은 약 5.4nm/mit의 속도로 형성되어 균일도가 매우 우수하고 고밀도의 특징을 가진다. 이렇게 원자막 증착법으로 형성된 상부봉지층(230)은 밀도가 2.7~3.0g/cm<sup>3</sup>이며, 상부봉지층(230)의 에치율(etch rate)은 70nm/min 이하로 고밀도이다. 또한, 이렇게 형성된 상부봉지층(230)의 수분투습도는 10<sup>-2</sup>g/m<sup>2</sup>-day 이하이다. 따라서, 상부봉지층(230)은 외부로부터 기판으로 산소 및 수분의 침투를 잘 방지하여 기판(201)을 보호할 수 있다.
- [0046] 그리고, 상부봉지층(230)의 스트레스(stress) 정도는 ±100Mpa로, 밴딩(banding) 시에도 크랙(crack)이 발생되지 않으므로 기판에 손상도 발생하지 않는다.
- [0047] 또한, 이렇게 형성된 상부봉지층(230)은 표면거칠기가 0.2~0.3nm 범위를 만족한다. 그리고 상부봉지층(230)의 투과율은 380~780nm의 파장에서 97%이상의 투과율을 만족하며, 굴절율은 1.62~1.65 범위를 만족한다.
- [0048] 상부봉지층(230)이 형성된 기판(201) 상에는 배리어 필름(250)이 위치하여 유기발광소자(OLED)를 포함하는 기판(201)을 봉지한다.
- [0049] 이때, 상부봉지층(230)과 배리어 필름(250) 사이에는 접착층(240)이 형성되어 있다. 접착층(240)은 상부봉지층(230)과 배리어 필름(250)을 접착시킨다.
- [0050] 접착층(240)은 열경화형 또는 자연경화형의 접착제일 수 있다. 예를 들어, 접착층(240)은 B-PSA(Barrier pressure sensitive adhesive)와 같은 물질로 형성된다. 접착제의 수분투습도는 10<sup>-2</sup>g/m<sup>2</sup>-day 이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것이 바람직하다.
- [0051] 배리어 필름(250)은 위상차 필름 또는 광등방성 필름일 수 있다.
- [0052] 배리어 필름(250)이 위상차 필름인 경우 상부봉지층(230)으로부터 출사된 광의 위상을 λ/4 지연시킨다. 위상차 필름은 폴리 카보네이트 계열을 포함하며 138~148nm의 위상차를 갖는다.
- [0053] 그리고 배리어 필름(250)이 광등방성 필름인 경우 위상지연값이 0~5nm 이하의 광등방성 성질을 가진다. 이러한 광등방성 필름으로는 폴리카보네이트(polycarbonate:PC) 계열, 사이클로 올레핀 코폴리머(cyclic Olefin Copolymer:COC)계열, 사이클로 올레핀 폴리머(Cyclic Olefin Polymer:COP) 계열, 등이 사용될 수 있다.
- [0054] 배리어 필름이 광등방성 성질을 가지면, 배리어 필름에 입사된 입사된 광을 위상지연없이 그대로 투과시킨다.
- [0055] 또한, 배리어 필름 상부 또는 하부면에는 유기막 또는 무기막이 더 위치할 수 있다. 이때, 무기막은 실리콘 산화막(SiOx) 또는 실리콘 질화막(SiNx)을 포함할 수 있다.
- [0056] 유기막은 아크릴계 수지, 에폭시계 수지, 폴리이미드 또는 폴리에틸렌 등의 폴리머 재질의 물질을 포함할 수 있다. 배리어 필름 상부 또는 하부면에 형성되는 유기막 또는 무기막은 외부의 수분이나 산소의 침투를 차단하는 역할을 한다.
- [0057] 한편, 기판(201) 하부에는 하부접착층(260)과 하부봉지층(270)이 순차적으로 형성되어 있다. 하부봉지층(270)은 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate; PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate; PET), 폴리에틸렌 에테르프탈레이트(polyethylene ether phthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리아릴레이트(polyarylate), 폴리테트라하이드로피리미디드(polyether imide), 폴리테트라술폰산(polyether sulfonate), 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리아크릴레이트(polyacrylate)에서 선택된 적어도 하나의 유기 물질로 형성될 수 있다. 하부봉지층(270)은 외부로부터 수분 또는 산소가 기판으로 침투하는 것을 방지

하는 역할을 한다.

- [0058] 하부접착층(260)은 열경화형 또는 자연경화형의 접착제로 형성되며, 기판(201)과 하부봉지층(270)을 접착시키는 역할을 한다. 예를 들어, 하부접착층(260)은 OCA(Optical Cleared Adhesive) 등의 물질로 형성될 수 있다. 접착제의 수분투습도는  $10^{-2} \text{ g/m}^2\text{-day}$  이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것을 사용하여 바람직하다.
- [0059] 이하, 도면을 참조하여 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 제조방법에 관하여 설명한다.
- [0060] 도 3a 내지 도 3c는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 제조방법에 관한 것이다.
- [0061] 도 3a를 참조하면, 기판(201)을 준비하고, 기판(201) 상에 박막트랜지스터(TFT)를 형성한다.
- [0062] 이때, 기판(201)은 내열성이 강한 플라스틱 기판으로 형성한다. 예를 들어, 기판(201)은 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리카보네이트(polycarbonate) 계열로 형성할 수 있다.
- [0063] 박막트랜지스터(TFT)는 기판(201) 상에 반도체층(202)과, 게이트 절연막(203)과, 게이트 전극(204)과, 층간 절연막(205)과, 소스 및 드레인 전극(206,208)을 차례로 형성한다. 그 후에 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기판(201) 전면에 보호막(207)을 형성한다.
- [0064] 이때, 반도체층(202)은 폴리 실리콘으로 형성할 수 있으며, 이 경우 소정의 영역이 불순물로 도핑될 수도 있다. 물론 반도체층(202)은 폴리 실리콘이 아닌 아몰포스 실리콘으로 형성할 수도 있고, 펜타센 등과 같은 다양한 유기 반도체 물질로 형성할 수도 있다.
- [0065] 반도체층(202)을 폴리 실리콘으로 형성할 경우 아몰포스 실리콘을 형성하고 이를 결정화시켜 폴리 실리콘으로 변화시키는데, 이러한 결정화 방법으로는 LTA(Lapid Thermal Annealing) 공정, MILC(Methal Induced Lateral Crystallization) 또는 SLS 법(Sequential Lateral Solidification) 등 다양한 방법을 적용하여 형성할 수 있다.
- [0066] 게이트 절연막(203)은 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiOx)과 같은 무기 절연 물질 또는 BCB, 아크릴계 수지 또는 이미드계 수지와 같은 유기 절연물질로 형성할 수 있다.
- [0067] 상기 게이트 전극(204)은 다양한 도전성 물질로 형성할 수 있다. 예컨대, Mg, Al, Ni, Cr, Mo, W, MoW, Au, 이들의 합금 등으로 형성될 수 있다.
- [0068] 층간 절연막(205)은 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiOx)과 같은 무기 절연 물질 또는 BCB, 아크릴계 수지 또는 이미드계 수지와 같은 유기 절연물질로 형성할 수 있다. 층간 절연막(205)과 게이트 절연막(203)을 선택적으로 제거하여 소스 및 드레인 영역이 노출되는 컨택홀을 형성할 수 있다.
- [0069] 소스 및 드레인 전극(206, 208)은 컨택홀이 매립되도록 층간 절연막(205) 상에 게이트 전극(204)용 물질로 단일 층 또는 다층의 형상으로 형성한다. 이때, 소스 및 드레인 전극은 반도체층과 전기적으로 연결한다.
- [0070] 그 후에 보호막(207)을 형성하여 구동 박막트랜지스터(TFT)를 보호하고 평탄화시킨다. 보호막(207)은 다양한 형태로 구성할 수 있는데, 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiOx)과 같은 무기 절연 물질 또는 BCB, 아크릴계 수지 또는 이미드계 수지와 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다. 그리고 보호막(207)은 단층으로 형성되거나 이중 혹은 다중 층으로 구성할 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.
- [0071] 그리고 나서, 보호막(207) 상에 소스 또는 드레인 전극의 일부를 노출시키는 컨택홀을 포함하며, 컨택홀을 통해 구동 박막트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(208)과 전기적으로 연결되는 제1전극(210)을 형성한다.
- [0072] 제1전극(210)은 반사율이 높은 불투명한 도전 물질로 형성할 수 있다. 예를 들면, 제1전극(210)은 Ag, Al, AlNd, Au, Mo, W, Cr, 이들의 합금 등으로 형성할 수 있다.
- [0073] 그리고 나서, 기판(201) 상에 बैं크(220)를 형성한다. बैं크(220)는 발광 영역을 제외한 나머지 영역에 형성한다. 이때, बैं크(220)는 발광영역과 대응되는 제1전극(110)을 노출시킨다.
- [0074] बैं크(220)는 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiOx)과 같은 무기 절연 물질 또는 BCB, 아크릴계 수지 또는 이미드계 수지와 같은 유기 절연물질로 형성할 수 있다.
- [0075] बैं크(220)에 의해 노출된 제1전극(210) 상에 유기층(212)을 형성한다. 유기층(212)은 발광층을 포함하며, 그 외에도 전자주입층, 전자수송층, 정공수송층, 정공주입층 등을 더 포함할 수 있다.

- [0076] 그리고 나서, 노출된 제1전극(210) 상에 발광층을 포함하는 유기층(212)을 형성한다. 이때, 유기층(212)은 발광층을 포함하며, 전자주입층, 전자수송층, 정공수송층, 정공주입층 등을 더 포함할 수 있다.
- [0077] 그 후에, 기관(201) 전면에 제2전극(214)을 형성한다. 제2전극(214)은 ITO와 같은 투명한 도전 물질로 형성됨으로써 발광 유기층(212)에서 생성된 광을 제2 전극(214) 상부로 방출시킨다. 제2전극(214)은 인듐 틴 옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐 징크 옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO) 등과 같은 투명한 도전 물질로 형성할 수 있다.
- [0078] 따라서, 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기관(201) 상에 순차적으로 형성된 제1전극(210), 유기층(212) 및 제2전극(214)으로 구성된 유기발광소자(OLED)를 형성하였다.
- [0079] 그리고 나서, 유기발광소자(OLED)를 포함하는 기관(201) 상에 원자막 증착법(Atomic Layer Deposition)을 사용하여 상부봉지층(230)을 형성한다.
- [0080] 상부봉지층(230)은 무기물질로 이루어진 단일막이다. 예를 들면, 산화 알루미늄( $AlO_x$ ) 또는 실리콘(Si) 계열 물질 등으로 형성될 수 있다. 이때, 상부봉지층(230)이 산화 알루미늄( $AlO_x$ )인 경우 Al과 O의 비율은 1:1.4~1:1.6이다.
- [0081] 원자막 증착법을 사용하여 상부봉지층(230)을 형성하는 경우, 상부봉지층(230)의 두께를 정확하고 간단하게 제어하며 형성할 수 있다. 예를 들어, 상부봉지층(230)을 형성하고자 하는 물질의 고체 전구체를 사용하여 균일하고, 고밀도의 박막의 형성이 가능하다. 이러한 것은 화학기상증착(CVD) 고밀도의 박막의 형성이 불가능하다. 또한, 원자막 증착법을 사용하여 박막을 형성하는 경우 낮은 온도에서 형성이 가능하므로 기관의 손상을 최소화할 수 있다. 따라서, 원자막 증착법을 이용하여 상부봉지층의 박막 형성이 가능하다.
- [0082] 원자막 증착법을 사용하여 상부봉지층(230)을 두께가 20~50nm가 되도록 형성한다. 이때, 상부봉지층(230)의 두께를 20~50nm로 형성하는 것은 20nm 미만으로 형성하는 경우, 수분투습도가 저하되어 외부로부터 침투하는 산소 또는 수분에 의하여 유기발광소자가 손상될 가능성이 있다. 그리고 상부봉지층(230)을 50nm 초과로 형성하는 경우, 밀도나 수분투습도에는 이상이 없으나, 밴딩시 받는 스트레스가 급격히 커져 상부봉지층에 크랙(Crack)이 발생할 수 있다. 크랙(Crack)이 발생하는 경우, 크랙을 통하여 외부로부터 수분 또는 산소가 침투하여 화소(Pixel)가 수축하는 등 유기발광소자에 손상을 줄 가능성이 있다.
- [0083] 이렇게 원자막 증착법으로 형성된 상부봉지층(230)은 밀도가  $2.7\sim 3.0\text{g/cm}^3$  이고, 상부봉지층(230) 박막의 에치율(etch rate)을 측정해보면 70nm/min 이하로 고밀도인 것을 알 수 있다.
- [0084] 또한, 상부봉지층(230)은 수분투습도가  $5\times 10^{-2}\sim 1\times 10^{-4}\text{g/m}^2\text{-day}$ 로 형성하며, 더 바람직하게  $10^{-2}\text{g/m}^2\text{-day}$  이하이다. 상부봉지층(230)은 유기발광소자 상에 위치하여, 외부로부터 침투하는 수분 및 산소의 침투를 방지하는 역할을 한다.
- [0085] 또한, 본 발명에 따른 상부봉지층(230)은 표면거칠기가 0.2~0.3nm 범위를 만족하여, 균일한 박막인 것을 알 수 있다. 그리고 상부봉지층(230)의 투과율은 380~780nm의 파장에서 97%이상의 투과율을 만족하며, 굴절율은 1.62~1.65 범위를 만족한다.
- [0086] 따라서, 본 발명에 따른 상부봉지층(230)은 간단한 공정으로 기관의 손상을 최소화하며, 외부로부터의 수분 및 산소의 침투를 방지할 수 있는 상부봉지층(230)을 형성할 수 있다.
- [0087] 그리고 나서, 도 3b를 참조하면, 상부봉지층(230) 상에는 접착층(240)을 형성한다. 이때, 접착층(240)은 열경화형 또는 자연경화형의 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 접착층(240)은 에폭시 계열의 접착제를 포함할 수 있고, 바람직하게 B-PSA(Barrier pressure sensitive adhesive)로 형성할 수 있다. 접착제의 수분투습도는  $10^{-2}\text{g/m}^2\text{-day}$  이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것이 바람직하다.
- [0088] 그 후에, 접착층(240) 상에 배리어 필름(250)을 형성한다. 이때, 배리어 필름(250)은 유기발광소자를 방지하는 기능을 한다. 배리어 필름(250)은 위상차 필름 또는 광등방성 필름으로 형성할 수 있다.
- [0089] 위상차 필름은 그 중심축이 상기 편광판의 중심축과 45도의 각을 이루며, 상기 상부봉지층(230)으로부터 출사된 광의 위상을  $\lambda/4$  지연시킨다. 위상차 필름은 예를 들어, 폴리 카보네이트 계열을 포함하며 138~148nm의 위상차를 갖는 것을 사용할 수 있다.

- [0090] 광등방성 필름을 사용하여 배리어 필름(250)을 형성하는 경우 위상지연값이 0~5nm 이하의 광등방성 성질을 가진 것을 사용하여 형성한다. 이러한 광등방성 필름으로는 폴리카보네이트(polycarbonate:PC) 계열, 사이클로 올레핀 코폴리머(cyclic Olefin Copolymer:COC)계열 또는 사이클로 올레핀 폴리머(Cyclic Olefin Polymer:COP) 계열 등을 사용할 수 있다.
- [0091] 배리어 필름(250)이 광등방성 성질을 가지면, 배리어 필름에 입사된 입사된 광을 위상지연없이 그대로 투과시킨다.
- [0092] 또한, 배리어 필름(250)의 상부면 또는 하부면에는 유기막 또는 무기막을 더 형성할 수도 있다. 이때, 무기막은 실리콘 산화막(SiO<sub>x</sub>) 또는 실리콘 질화막(SiN<sub>x</sub>)을 사용할 수 있다. 유기막은 아크릴계 수지, 에폭시계 수지, 폴리이미드 또는 폴리에틸렌 등의 폴리머 재질의 물질을 사용할 수 있다. 배리어 필름 상부 또는 하부면에 형성되는 유기막 또는 무기막은 외부의 수분이나 산소의 침투를 차단하는 역할을 한다.
- [0093] 그 후에, 도 3c를 참조하면, 배리어 필름(250)이 형성된 기판(201) 하부면에 하부접착층(260)과 하부봉지층(270)을 순차적으로 형성한다.
- [0094] 하부접착층(260)은 열경화형 또는 자연경화형의 접착제로 형성되며, 기판(201)과 하부봉지층(270)을 접착시키는 역할을 한다. 예를 들어, 하부접착층(260)은 OCA(Optical Cleared Adhesive) 등의 물질로 형성할 수 있다. 접착제의 수분투습도는 10<sup>-2</sup> g/m<sup>2</sup>-day 이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것이 바람직하다.
- [0095] 하부봉지층(270)은 기판(201)의 하부면에 부착한다. 이때, 하부봉지층(270)은 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate; PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate; PET), 폴리에틸렌 에테르프탈레이트(polyethylene ether phthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리아릴레이트(polyarylate), 폴리에테르이미드(polyether imide), 폴리에테르술폰산(polyether sulfonate), 폴리이미드(polyimide) 및 폴리아크릴레이트(polyacrylate) 등으로 형성할 수 있다. 하부봉지층(270)은 기판의 하부로부터 산소 또는 수분이 침투되는 것을 방지하는 기능을 한다. 이러한 하부봉지층은 단일층이거나, 다층일 수 있다.
- [0096] 한편, 도 6 내지 도 10 및 표 1은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 두께별 단위 성능을 측정한 것으로, 이를 참조하여 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치를 더 설명한다.
- [0097] 도 4는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 수분투습도(WVTR: Water Vapor Transmission Rate)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.
- [0098] 도 5는 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 밀도(Density)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.
- [0099] 도 6은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 굴절율(Refractive Index)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.
- [0100] 도 7은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 스트레스(Stress)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.
- [0101] 도 8은 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 스텝 커버리지(Step Coverage)의 두께별 단위 성능을 나타낸 그래프이다.
- [0102] 표 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 상부봉지층(230)의 스텝 커버리지(Step coverage), 밀도(Density), 굴절율(Refractive Index), 스트레스(Stress) 및 스텝 커버리지(Step coverage)의 두께별 단위 성능을 나타낸 표이다.

표 1

	AlOx 두께별 단위 성능							
	10nm	20nm	30nm	40nm	50nm	70nm	90nm	100nm
수분투습도 (g/m <sup>2</sup> -day)	0.0136	0.0078	0.0072	0.0064	0.0062	0.0083	0.0185	0.098
밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	2.85	2.91	2.91	2.92	2.93	2.90	2.84	2.82
굴절률	1.62	1.63	1.63	1.63	1.64	1.62	1.62	1.61
스트레스 (Mpa)	50	87	100	106	108	167	248	280
스텝 커버리지 (%)	95	98	98	98	100	100	96	95

[0103]

[0104]

도 6 내지 도 10 및 표 1을 참조하면, 상부봉지층(230)의 두께가 50nm인 경우 스트레스(stress) 정도가 108Mpa이고, 70nm인 경우 스트레스(stress) 정도가 167Mpa로 약 50% 정도 증가한 것을 알 수 있다. 그리고 상부봉지층(230)의 두께가 90nm인 경우, 스트레스 수치가 248Mpa로 급격히 증가함을 알 수 있다. 따라서, 상부봉지층(230)을 50nm초과의 두께로 형성할 경우, 밴딩(banding)시 크랙(Crack) 발생이 증가하며 아울러 기관의 손상도 증가하게된다. 또한, 상부봉지층(230)의 스텝 커버리지(step coverage) 성능이 저하되고, 수분투습도도 증가하는 문제가 발생된다. 따라서 기관이 손상될 가능성도 증가된다.

[0105]

그리고, 상부봉지층(230)의 두께가 20nm이하일 때, 밀도, 굴절율, 스텝 커버리지는 크게 차이가 없다. 또한, 스트레스 정도도 낮기 때문에 기관을 밴딩(banding)할 시에도 무리가 없다. 그러나, 상부봉지층(230)의 두께가 10nm일 때, 수분투습도는 0.013610<sup>-2</sup>g/m<sup>2</sup>-day로 상부봉지층(230)의 두께를 20nm로 한 경우인 수분투습도 0.007810<sup>-2</sup>g/m<sup>2</sup>-day보다 약 2배 증가되어 외부의 수분 또는 산소의 침투 되어 기관을 보호하는 기능이 약해졌다. 또한, 상부봉지층(230)의 두께가 50nm가 초과되면 스텝 커버리지, 밀도, 굴절율도 약해지므로 상부봉지층(230)이 저하된다.

[0106]

또한, 제1실시예에 따른 산화 알루미늄(AlOx) 단일막으로 형성된 상부봉지층(230)은 원자막 증착법으로 형성하였으므로 20~50nm의 두께로의 박막형성이 가능한 것이다. 또한, 20~50nm 두께의 상부봉지층(230)은 밴딩(banding)시에도 크랙(crack)이 발생하지 않아 곡면 디스플레이 형성에도 무리가 없다. 또한, 상부봉지층(230)의 굴절율이 1.63~1.64 범위를 만족하는 것이 유리한데 그 기준에 부합된다. 그리고 상부봉지층(230)이 얇은 두께임에도 우수한 밀도와 낮은 수분투습도를 가지므로 유기발광자(OLED)를 보호하는 기능을 잘 할 수 있다.

[0107]

따라서, 제1실시예에 따른 상부봉지층(230)은 종래의 외부로부터 침투하는 산소와 수분에 의한 기관 손상을 최소화하기 위하여 유기막/무기막의 다층을 적층하여 수백 나노미터(nm)의 두께를 가지는 유기발광자(OLED) 상부에 형성한 것 보다, 두께는 훨씬 감소시켜 밴딩(banding)특성은 향상시키고, 고밀도의 수분투습도가 우수한 고성능의 상부봉지층(230)을 포함하는 유기전계발광 표시장치 및 그의 제조방법을 제공할 수 있는 것이다.

[0108]

이하, 전술한 제1실시예에 의한 유기전계발광 표시장치와 종래기술에 의한 유기전계발광 표시장치를 이하 도 9a 내지 도 10을 참조하여 더 설명한다.

[0109]

도 9a 내지 도 9c는 종래기술에 의한 유기전계발광 표시장치에 관한 사진이다.

[0110]

도 10은 제1실시예에 의한 유기전계발광 표시장치에 관한 사진이다.

[0111]

도 9a 내지 도 9c를 참조하면, 종래기술에 의한 상부봉지층을 실리콘(Si) 계열 무기막 및 에폭시(epoxy) 및 아크릴(acryl) 계열 유기막층을 다층으로 적층하여 수십μm의 두께로 형성한 경우의 유기전계발광 표시장치는 밴딩(banding) 후 크랙(crack) 발생으로 인하여, 외부로부터 수분과 산소가 침투하여 기관의 수소 수축(A)이 발생하였다.

[0112]

반면에 도 10을 참조하면, 산화 알루미늄(AlOx)의 단일막으로 상부봉지층을 형성한 본 발명에 따른 유기전계발광 표시장치의 경우 밴딩(banding) 후, 240시간이 지나도 크랙(crack)의 발생이 없고, 기관의 손상도 발견되지 않았다.

[0113]

따라서, 제1실시예에 따른 유기전계발광 표시장치는 종래의 공정보다 공정을 간소화하여 수율향상과 비용절감이 되며, 밴딩(banding) 시 발생하는 크랙(Crack)을 최소화 할 수 있는 것이다.

- [0114] -제2실시예-
- [0115] 제2실시예는 상부봉지층 상에 실리콘(Si) 계열의 무기막을 더 포함하는 것을 제외하고는 제1실시예와 모두 동일하다. 따라서, 반복되는 설명은 생략한다.
- [0116] 도 11은 제2실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0117] 도 11을 참조하면, 기관(1101) 상에 반도체층(1102), 게이트 절연막(1103), 게이트 전극(1104), 층간 절연막(1105) 및 소스 및 드레인 전극(1106, 1108)이 순차적으로 형성되어 박막트랜지스터(TFT)가 형성되어 있고, 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기관(1101) 상에 보호막(1107)이 형성되어 있다.
- [0118] 이때, 기관(1101)은 내열성이 강한 플라스틱 기관으로, 폴리이미드 계열 또는 폴리 카보네이트 계열로 형성될 수 있다.
- [0119] 보호막(1107) 상에 형성된 제1전극(1110), 제1전극(1110) 상에 형성된 발광층을 포함하는 유기층(1112) 및 유기층(1112) 상에 형성된 제2전극(1114)으로 구성된 유기발광소자(OLED)가 형성되어 있다.
- [0120] 유기발광소자(OLED) 상에는 산화 알루미늄(A10x)으로 구성된 무기 단일막인 상부봉지층(1130)이 형성되어 있다.
- [0121] 상부봉지층(1130) 상에 실리콘(Si) 계열 무기막(1135)이 형성되어 있다. 실리콘(Si) 계열 무기막은 실리콘 산화막(SiOx) 또는 실리콘 질화막(SiNx) 일 수 있다.
- [0122] 이때, 상부봉지층(1130)과 실리콘(Si) 계열 무기막(1135)은 원자막 증착법에 의하여 형성되어 있다.
- [0123] 상부봉지층(1130)의 두께는 20~50nm의 두께가 적당하다. 상부봉지층(1130)의 두께가 50nm 초과가 되면 밴딩특성이 감소되어 수분 및 산소의 침투로 기관이 손상될 수 있고, 20nm 미만이면 수분투습도가 감소하여 기관으로의 수분 및 산소 침투의 방지기능이 저하된다.
- [0124] 상부봉지층(1130)과 실리콘(Si) 계열 무기막(1135)의 두께의 합은 0.02~5 $\mu$ m로 하는 것이 밴딩특성을 고려할 때 바람직하다.
- [0125] 실리콘(Si) 계열 무기막 상에는 접착층(1140)과 배리어 필름(1150)이 순차적으로 형성되어 있다.
- [0126] 접착층(1140)은 열경화형 또는 자연경화형의 접착제일 수 있으며, 외부로부터 유입되는 수분 및 산소를 차단한다. 접착층(1140)은 예를 들어 B-PSA(Barrier pressure sensitive adhesive)일 수 있다. 접착제의 수분투습도는 10<sup>-2</sup> g/m<sup>2</sup>-day 이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것이 바람직하다.
- [0127] 배리어 필름(1150)은 위상차 필름 또는 광등방성 필름을 포함할 수 있다.
- [0128] 기관(1101)의 하부에는 하부접착층(1160)과 하부봉지층(1170)을 포함한다. 이때, 하부접착층(1160)과 하부봉지층(1170)은 외부로부터 수분 및 산소의 침투를 방지하는 기능을 하는 것이다.
- [0129] 하부접착층(1160)은 열경화형 또는 자연경화형의 접착제일 수 있다. 예를 들어, 하부접착층(1160)은 OCA(Optical Cleared Adhesive) 등으로 형성될 수 있다. 접착제의 수분투습도는 10<sup>-2</sup> g/m<sup>2</sup>-day 이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것이 바람직하다.
- [0130] 도 12a 내지 도 12c는 제2실시예에 따른 유기전계발광 표시장치의 제조방법에 관한 단면도이다.
- [0131] 도 12a를 참조하면, 기관(1101)은 내열성이 강한 플라스틱 기관으로 형성한다. 예를 들어, 기관(1101)은 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리카보네이트(polycarbonate) 계열로 형성할 수 있다.
- [0132] 박막트랜지스터(TFT)는 기관(1101) 상에 반도체층(1102)과, 게이트 절연막(1103)과, 게이트 전극(1104)과, 층간 절연막(1105)과, 소스 및 드레인 전극(1106, 1108)을 차례로 형성한다. 그 후에 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기관(1101) 전면에 보호막(1107)을 형성한다.
- [0133] 그리고 나서, 보호막(1107) 상에 소스 또는 드레인 전극의 일부를 노출시키는 컨택홀을 포함하며, 컨택홀을 통해 구동 박막트랜지스터(TFT)의 드레인 전극(1108)과 전기적으로 연결되는 제1전극(1110)을 형성한다.
- [0134] 그리고 나서, 기관(1101) 상에 बैं크(1120)를 형성한다. बैं크(1120)는 발광 영역을 제외한 나머지 영역에 형성한다. 이때, बैं크(1120)는 발광영역과 대응되는 제1전극(1110)을 노출시킨다.
- [0135] 그리고 나서, 노출된 제1전극(1110) 상에 발광층을 포함하는 유기층(1112)을 형성한다. 이때, 유기층(1112)은

발광층을 포함하며, 전자주입층, 전자수송층, 정공수송층, 정공주입층 등을 더 포함할 수 있다. 그 후에, 기관(1101) 전면에 제2전극(1114)을 형성한다.

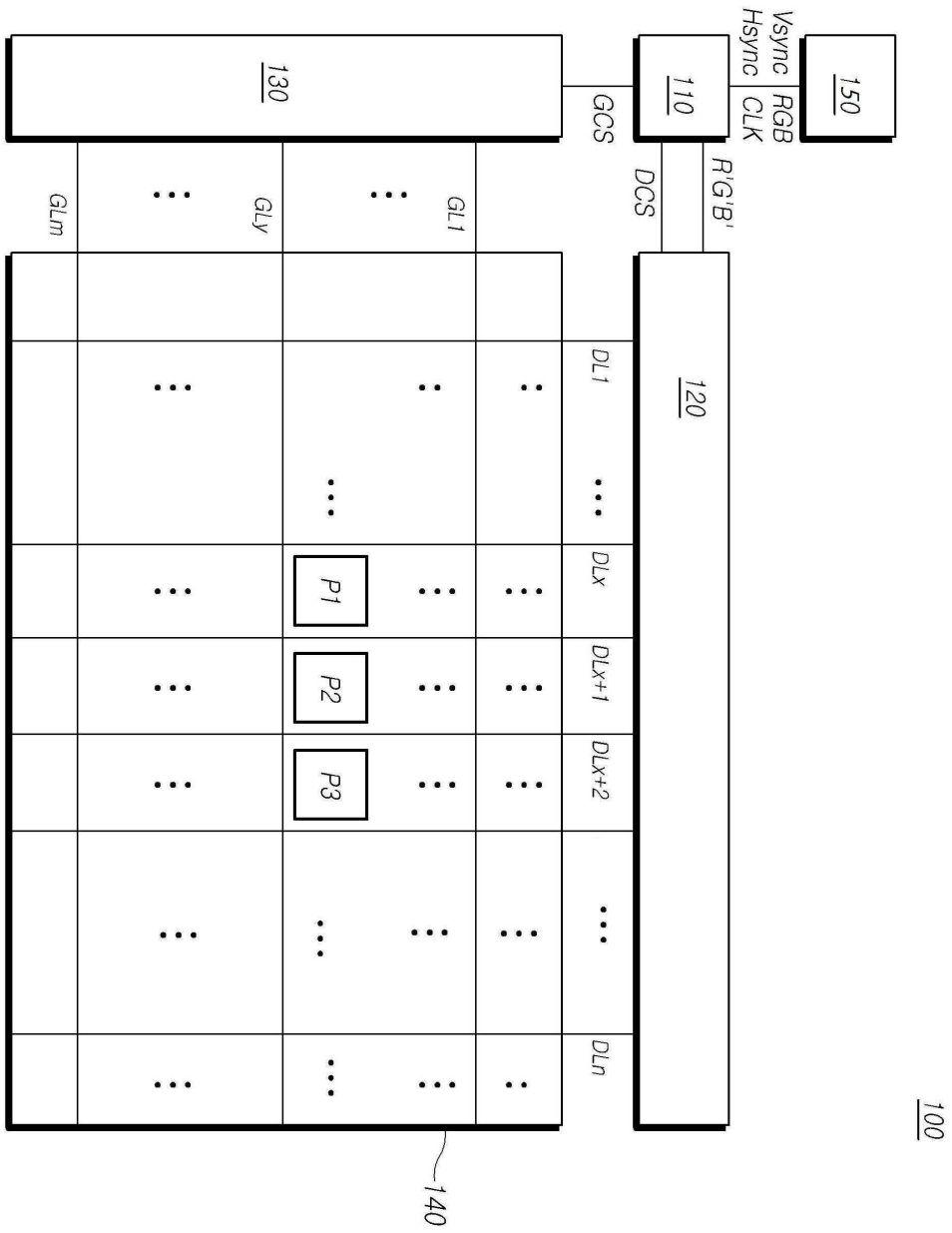
- [0136] 따라서, 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기관(1101) 상에 순차적으로 형성된 제1전극(1110), 유기층(1112) 및 제2전극(1114)으로 구성된 유기발광소자(OLED)를 형성하였다.
- [0137] 그리고 나서, 유기발광소자(OLED)를 포함하는 기관(1101) 상에 원자막 증착법(Atomic Layer Deposition)을 사용하여 상부봉지층(1130)을 형성한다.
- [0138] 상부봉지층(1130)은 무기막으로, 산화 알루미늄( $AlO_x$ )을 사용하여 단일막으로 형성한다. 이때, 산화 알루미늄( $AlO_x$ )의 Al과 O의 비율은 1:1.4~1:1.6이다.
- [0139] 원자막 증착법을 사용하여 상부봉지층(1130)을 형성하는 경우, 상부봉지층(1130)의 두께를 정확하고 간단하게 제어하며 형성할 수 있다. 예를 들어, 상부봉지층(1130)을 형성하고자 하는 물질의 고체 전구체를 사용하여 균일하고, 고밀도의 박막의 형성이 가능하다. 이러한 것은 화학기상증착(CVD) 고밀도의 박막의 형성이 불가능하다. 또한, 원자막 증착법을 사용하여 박막을 형성하는 경우 낮은 온도에서 형성이 가능하므로 기관의 손상을 최소화할 수 있다. 따라서, 원자막 증착법을 이용하여 상부봉지층의 박막 형성이 가능하다.
- [0140] 원자막 증착법을 사용하여 상부봉지층(1130)을 두께가 20~50nm가 되도록 형성한다. 이때, 상부봉지층(1130)의 두께를 20~50nm로 형성하는 것은 20nm 미만으로 형성하는 경우, 수분투습도가 저하되어 외부로부터 침투하는 산소 또는 수분에 의하여 유기발광소자가 손상될 가능성이 있다. 그리고 상부봉지층(1130)을 50nm 초과로 형성하는 경우, 밀도나 수분투습도에는 이상이 없으나, 밴딩시 받는 스트레스가 급격히 커져 상부봉지층에 크랙(Crack)이 발생할 수 있다. 크랙(Crack)이 발생하는 경우, 크랙을 통하여 외부로부터 수분 또는 산소가 침투하여 화소(Pixel)가 수축하는 등 유기발광소자에 손상을 줄 가능성이 있다.
- [0141] 이렇게 원자막 증착법으로 형성된 상부봉지층(1130)은 밀도가  $2.7\sim 3.0\text{g/cm}^3$  이고, 상부봉지층(1130) 박막의 에치율(etch rate)을 측정해보면 70nm/min 이하로 고밀도인 것을 알 수 있다.
- [0142] 그 후에, 상부봉지층(1130) 상에 실리콘(Si) 계열 무기막(1135)을 형성한다. 이때, 실리콘(Si) 계열 무기막(1135)도 원자막 증착법으로 형성한다.
- [0143] 상부봉지층(1130)과 실리콘(Si) 계열 무기막(1135)의 총 두께의 합은  $0.02\sim 5\mu\text{m}$ 가 되도록 형성한다.
- [0144] 그리고 나서, 도 12b를 참조하면, 실리콘(Si) 계열 무기막(1135) 상에 접착층(1140)을 형성한다. 이때, 접착층(1140)은 열경화형 또는 자연경화형 접착제일 수 있다. 예를 들어, 접착층(1140)은 B-PSA(Barrier pressure sensitive adhesive)로 형성될 수 있다. 접착제의 수분투습도는  $10^{-2}\text{g/m}^2\text{-day}$  이하이며, 모듈러스(modulus)는 0.3Mpa인 것이 바람직하다.
- [0145] 그리고 나서, 접착층(1140) 상에 배리어 필름(1150)을 형성한다. 이때, 배리어 필름(1150)은 위상차 필름 또는 광등방성 필름으로 형성할 수 있다.
- [0146] 위상차 필름은 그 중심축이 상기 편광판의 중심축과 45도의 각을 이루며, 상기 상부봉지층(1130)으로부터 출사된 광의 위상을  $\lambda/4$  지연시킨다. 위상차 필름은 예를 들어, 폴리 카보네이트 계열을 포함하며 138~148nm의 위상차를 갖는 것을 사용할 수 있다.
- [0147] 광등방성 필름을 사용하여 배리어 필름(1150)을 형성하는 경우 위상지연값이 0~5nm 이하의 광등방성 성질을 가진 것을 사용하여 형성한다. 이러한 광등방성 필름으로는 폴리카보네이트(polycarbonate:PC) 계열, 사이클로 올레핀 코폴리머(cyclic Olefin Copolymer:COC)계열 또는 사이클로 올레핀 폴리머(Cyclic Olefin Polymer:COP) 계열 등을 사용할 수 있다.
- [0148] 배리어 필름(1150)이 광등방성 성질을 가지면, 배리어 필름에 입사된 입사된 광을 위상지연없이 그대로 투과시킨다.
- [0149] 또한, 배리어 필름(1150)의 상부 또는 하부면에는 유기막 또는 무기막을 더 형성할 수도 있다. 이때, 무기막은 실리콘 산화막( $SiO_x$ ) 또는 실리콘 질화막( $Si_3N_4$ )을 사용할 수 있다. 유기막은 아크릴계 수지, 에폭시계 수지, 폴리이미드 또는 폴리에틸렌 등의 폴리머 재질의 물질을 사용할 수 있다. 배리어 필름 상부 또는 하부면에 형성되는 유기막 또는 무기막은 외부의 수분이나 산소의 침투를 차단하는 역할을 한다.
- [0150] 그 후에, 도 12c를 참조하면, 배리어 필름(1150)이 형성된 기관(1101) 하부면에 하부접착층(1160)과 하부봉지층

(1170)을 순차적으로 형성한다.

- [0151] 하부접착층(1160)은 열경화형 또는 자연경화형의 접착제로 형성되며, 기판(1101)과 하부봉지층(1170)을 접착시키는 역할을 한다. 예를 들어, 하부접착층(1160)은 OCA(Optical Cleared Adhesive) 등과 같은 물질로 형성할 수 있다.
- [0152] 하부봉지층(1170)은 기판(1101)의 하부면에 부착한다. 이때, 하부봉지층(1170)은 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate; PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate; PET), 폴리에틸렌 에테르프탈레이트(polyethylene ether phthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리아릴레이트(polyarylate), 폴리에테르이미드(polyether imide), 폴리에테르술폰산(polyether sulfonate), 폴리이미드(polyimide) 및 폴리아크릴레이트(polyacrylate) 등으로 형성할 수 있다. 하부봉지층(1170)은 기판의 하부로부터 산소 또는 수분이 침투되는 것을 방지하는 기능을 한다. 이러한 하부봉지층은 단일층이거나, 다층일 수 있다.
- [0153] 이상, 도면을 참조하여 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0154] 전술한 실시예에서 배리어 필름의 상부에 편광판 등의 다른 층을 더 포함시킬 수도 있으며, 경우에 따라서는 상부봉지층과 배리어 필름 사이에 유기물질 또는 무기물질로 이루어진 추가의 층이 포함될 수도 있다.
- [0155] 전술한 실시예에서 박막트랜지스터를 탑 게이트형 박막트랜지스터를 예를 들어 설명하였으나, 바텀 게이트형 박막트랜지스터의 형태로도 형성할 수 있으며, 다양한 형태의 박막트랜지스터로 다양한 변형이 가능하다.
- [0156] 전술한 실시예에서 유기층에 포함되는 발광층의 발광물질은 유기물인 것으로 기재하였으나, 발광층의 발광물질로 그래핀 양자점과 같은 양자점을 포함할 수 있다. 넓은 의미에서 발광층으로 양자점을 포함하는 표시장치/표시소자도 본 명세서에서 유기전계발광 표시장치/표시소자에 포함될 수 있다.
- [0157] 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0158] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 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. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

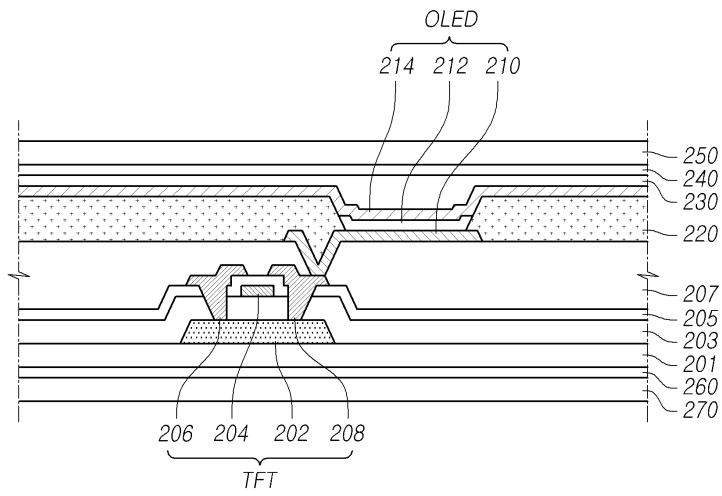
도면

도면1

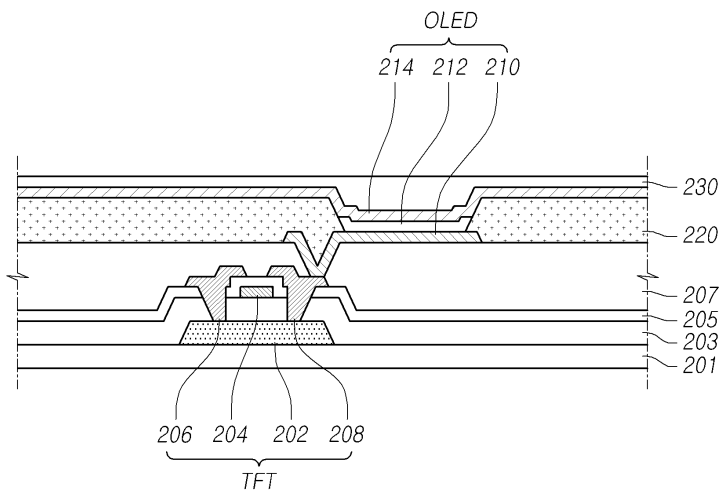


100

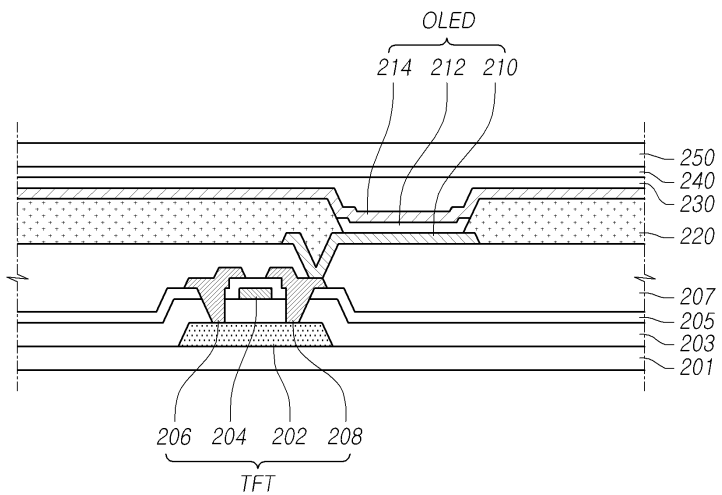
도면2



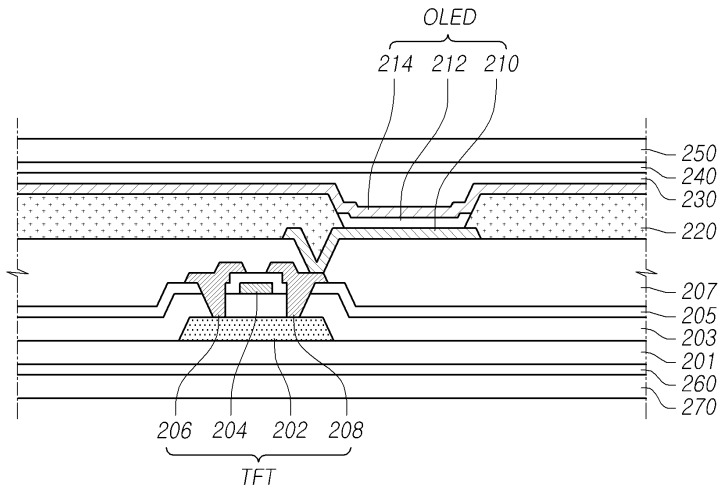
도면3a



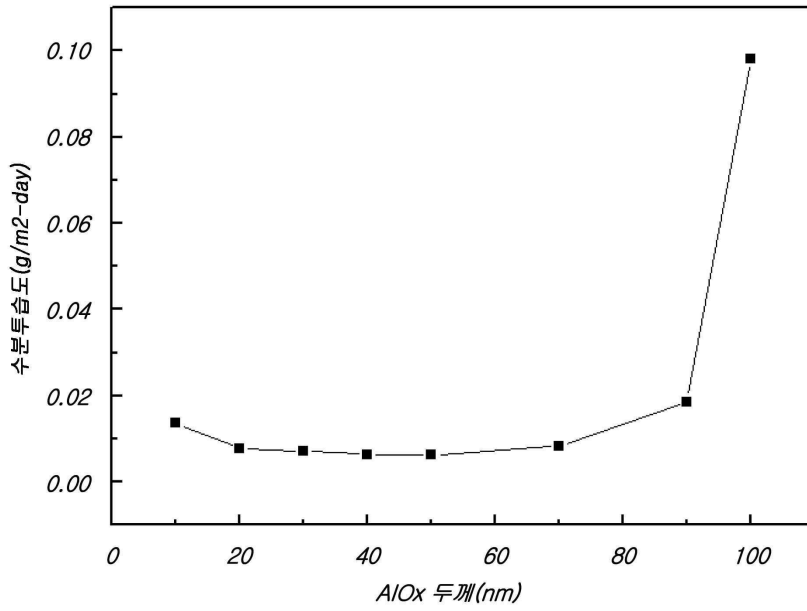
도면3b



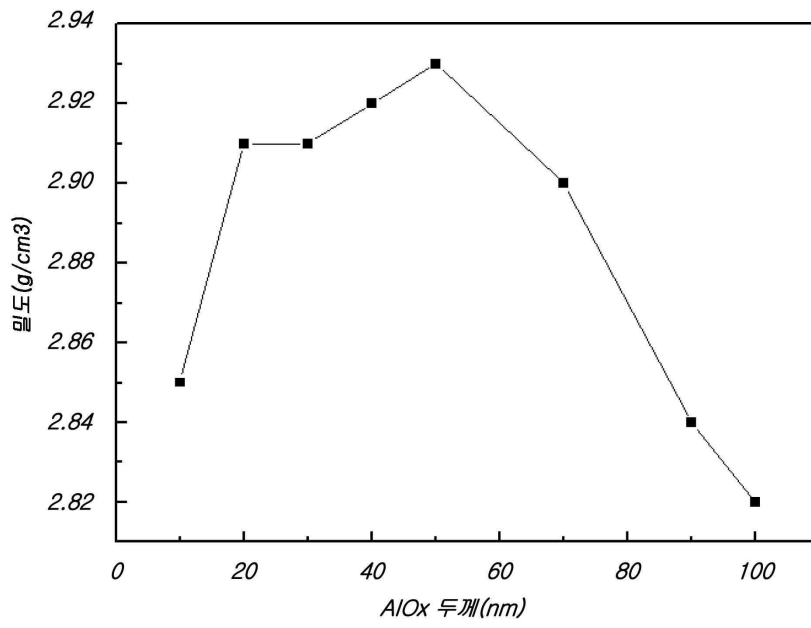
도면3c



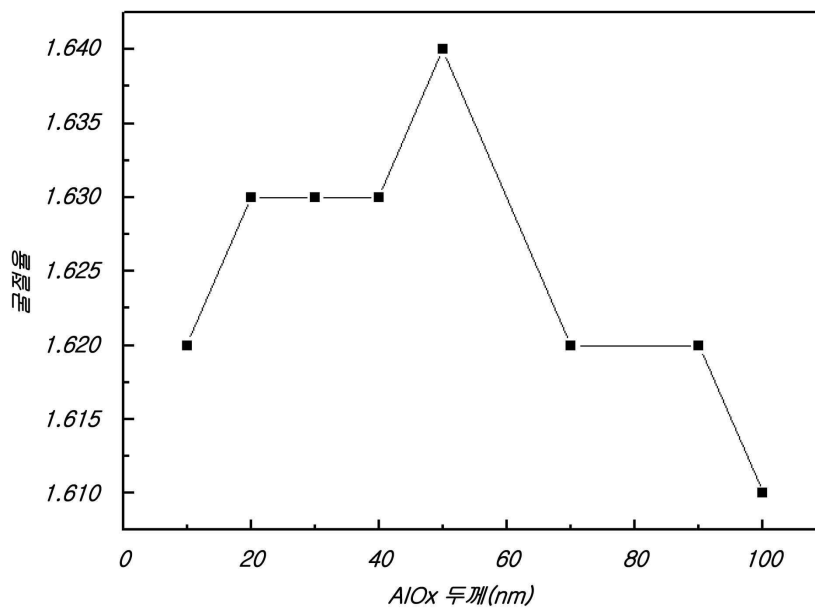
도면4



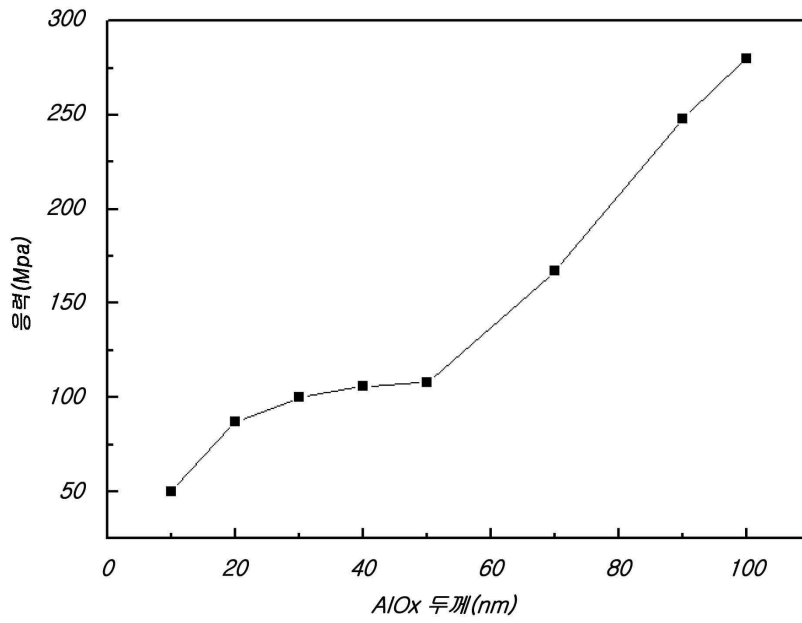
도면5



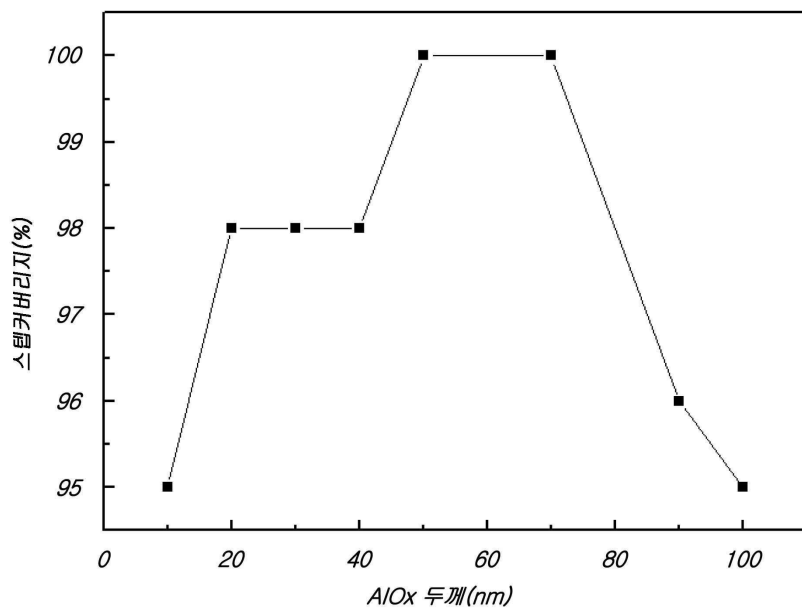
도면6



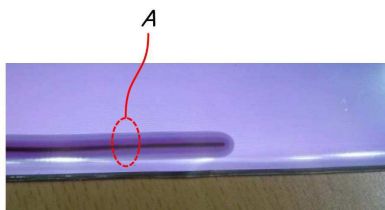
도면7



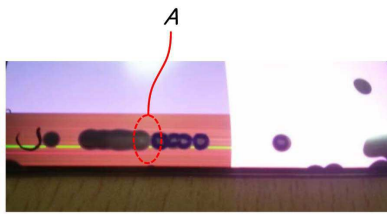
도면8



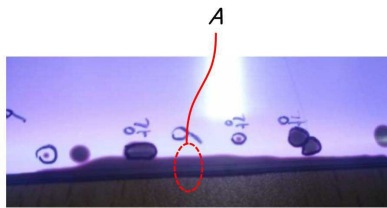
도면9a



도면9b



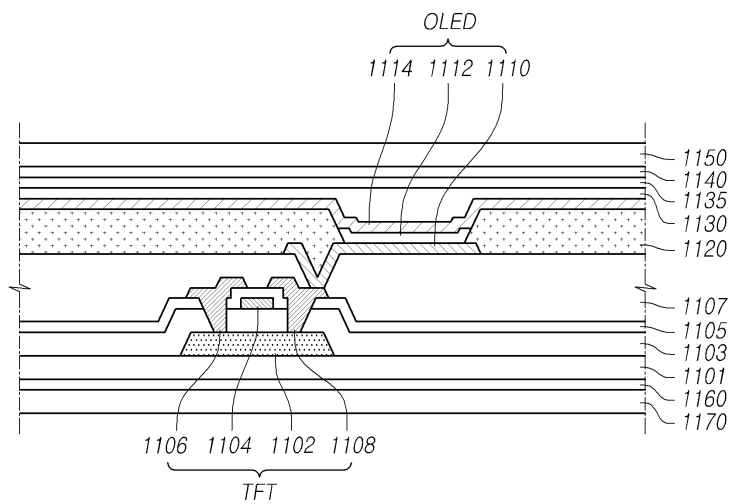
도면9c



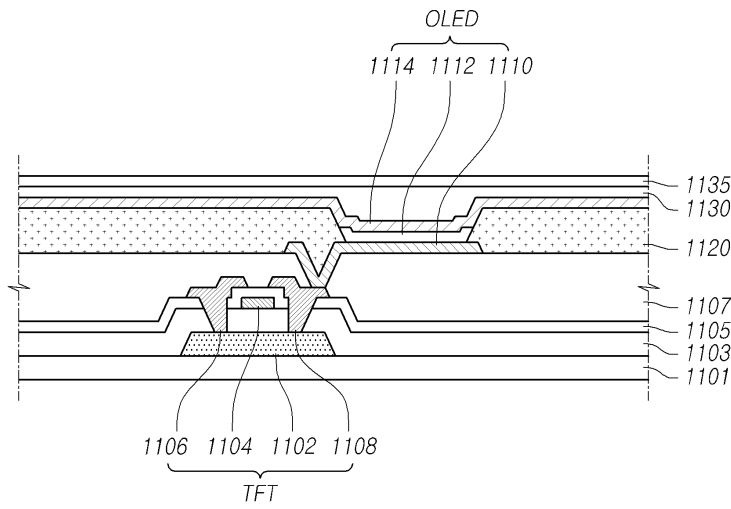
도면10



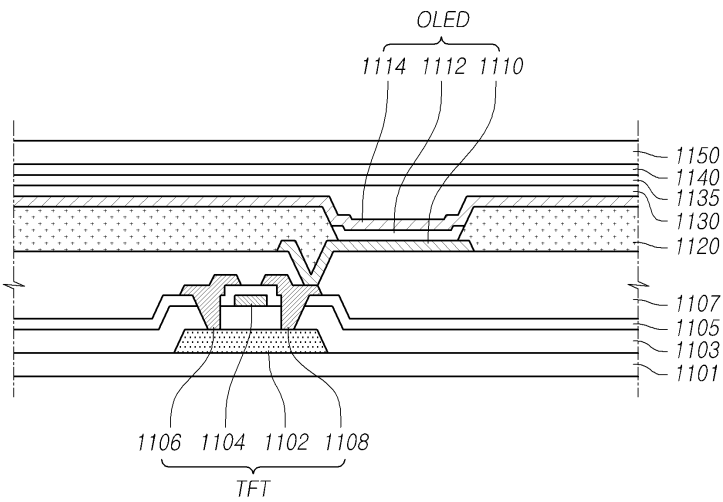
도면11



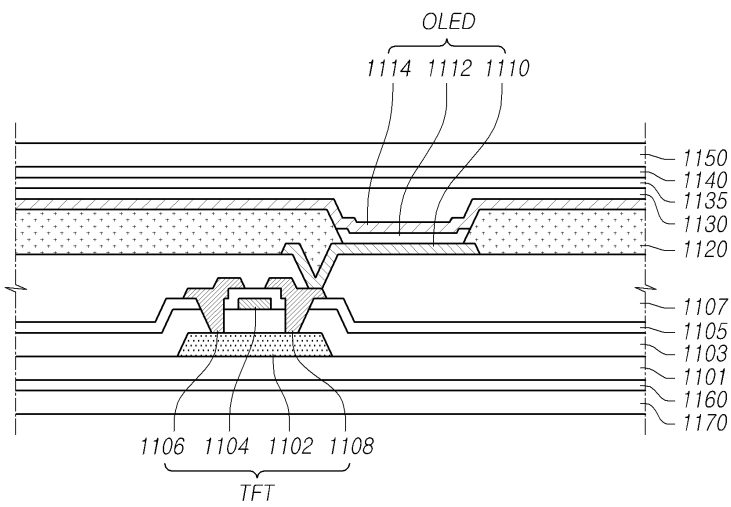
도면12a



도면12b



도면12c



专利名称(译)	有机发光显示器及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR102110918B1</a>	公开(公告)日	2020-05-14
申请号	KR1020130129417	申请日	2013-10-29
[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		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	이재영 박준원 이상훈 허해리 허훈희 김지민		
发明人	이재영 박준원 이상훈 허해리 허훈희 김지민		
IPC分类号	H01L51/52 H05B33/04		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L51/524 H01L51/5253 H01L51/5237 H01L51/56 H01L2251/558 H05B33/04		
审查员(译)	Yiwoori		
其他公开文献	KR1020150049189A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

本公开提供了一种有机发光显示器，该有机发光显示器可以包括：有机发光器件（OLED），其依次形成在具有第一电极的基板，包括发光层的有机层和第二电极上，所述第一电极，包括发光层的有机层和第二电极。在基板上形成薄膜晶体管（TFT）；由氧化铝基材料形成的上封装层形成单层，并设置在其上形成有机发光器件（OLED）的基板上，其中水蒸气透过率（上封装层的WVTR小于或等于 $10^{-2} \text{ g/m}^2 \text{ 天}$ 。

