



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0059053  
(43) 공개일자 2016년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0160083  
(22) 출원일자 2014년11월17일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
안성진  
경기 부천시 원미구 도약로 81, 2125동 703호 (상동, 다정한마을쌍용아파트)  
(74) 대리인  
김은구, 송해모

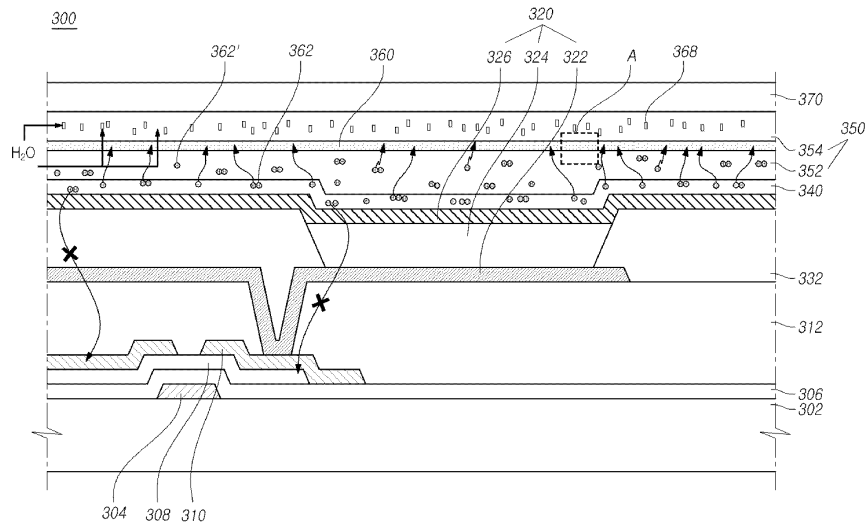
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 유기발광표시장치

**(57) 요약**

전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 유기발광표시장치는, 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode) 상에 위치하는 패시베이션층(Passivation Layer), 패시베이션층 상에 위치하는 복수 개의 접착층, 복수 개의 접착층 중 인접한 접착층 사이에 위치하는 금속박막 및 접착층 상에 위치하는 봉지기판을 포함한다. 여기서, 금속박막은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자구조로 이루어진다.

**대표도**



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode) 상에 위치하는 패시베이션층(Passivation Layer);  
상기 패시베이션층 상에 위치하는 복수 개의 접착층;  
상기 복수 개의 접착층 중 인접한 접착층 사이에 위치하는 금속박막; 및  
상기 접착층 상에 위치하는 봉지기판을 포함하되,  
상기 금속박막은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,  
상기 복수 개의 접착층은 제1접착층과 제2접착층으로 이루어지고,  
상기 제1접착층과 상기 제2접착층 사이에 상기 금속박막이 위치하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,  
상기 금속박막은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자 틈새를 갖는 면심입방 격자구조 또는 체심입방 격자구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,  
상기 금속박막은 단일의 금속으로 이루어지거나, 둘 이상의 금속의 합금으로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,  
상기 금속박막은 수소 분자(H<sub>2</sub>)를 수소 원자(H)로 해리시키는 수소분해금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,  
상기 금속박막의 두께는 1 $\mu$ m 이하인 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서,  
상기 금속박막의 두께는 불균일한 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

#### 청구항 8

제 2항에 있어서,  
상기 제2접착층은 흡습 필러(Filler)를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

**청구항 9**

제 1항에 있어서,

상기 상기 금속박막과, 상기 복수 개의 접착층 중 상기 금속박막과 접하는 접착층 간의 접착력은, 상기 복수 개의 접착층 간의 접착력보다 큰 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

**청구항 10**

제 1항에 있어서,

상기 봉지기판은,

수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자구조를 갖는 금속을 포함하거나, 수소 분자(H<sub>2</sub>)를 수소 원자(H)로 해리시키는 수소분해 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 유기발광표시장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 평판표시장치 분야에서, 지금까지는 가볍고 전력소모가 적은 액정표시장치가 널리 사용되어 왔으나, 액정표시장치는 스스로 빛을 생성하지 못하는 수광 소자(non-emissive device)여서, 휘도(brightness), 대조비(contrast ratio), 시야각(viewing angle) 및 대면적화 등에 단점이 있다.

[0003] 이에 따라, 이러한 액정표시장치의 단점을 극복할 수 있는 새로운 평판표시장치의 개발이 활발하게 전개되고 있는데, 새로운 평판표시장치 중 하나인 유기발광 표시장치는 스스로 빛을 생성하는 발광소자이므로, 액정표시장치에 비하여 휘도, 시야각 및 대조비 등이 우수하며, 백라이트가 필요하지 않기 때문에 경량박형이 가능하고, 소비전력 측면에서도 유리하다.

[0004] 유기발광 표시장치는 각 화소영역의 박막트랜지스터에 연결된 유기발광소자로부터 출사되는 빛을 이용하여 영상을 표시하는데, 유기발광다이오드는 양극(anode)과 음극(cathode) 사이에 유기물로 이루어진 유기발광층을 형성하고 전기장을 가함으로 빛을 내는 소자로서, 낮은 전압에서 구동이 가능하고, 전력 소모가 비교적 적고, 가볍고 연성(flexible) 기판 상부에도 제작이 가능한 특징을 갖는다.

[0005] 다만, 유기발광표시장치가 트랜지스터에 의해 구동되는 경우에 있어서, 트랜지스터의 반도체층의 특성이 변화하게 되면, 트랜지스터의 전기적 거동에 변화가 일어나 문턱전압 시프트(Threshold Voltage Shift)가 발생할 수 있다. 문턱전압 시프트가 발생하면, 얼룩이 발생하고, 휘도에 편차가 발생하는 문제점이 발생한다.

[0006] 또한 유기발광표시장치의 접착층이 복수 개의 층으로 이루어지는 경우, 그 제조과정에 있어 접착층들 간의 접착 불량이 발생발생하여 제품의 신뢰성 및 수명이 저하되는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명의 목적은, 접착층들 간의 접착력이 향상되어 신뢰성 및 수명이 향상되고, 제조 공정 중에 발생하는 수소를 흡수 또는 분해하여 트랜지스터의 문턱전압 시프트를 방지하며, 이로 인해 휘도 편차가 감소되고, 시감 특성이 개선되는 효과를 갖는 유기발광표시장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 유기발광표시장치는, 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode) 상에 위치하는 패시베이션층(Passivation Layer), 패시베이션층 상에 위치하는 복수 개의 접착층, 복수 개의 접착층 중 인접한 접착층 사이에 위치하는 금속박막 및 접착층 상에 위치하는 봉지기판을 포함한다.

다. 여기서, 금속박막은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자구조로 이루어진다.

**발명의 효과**

[0009] 본 발명에 따른 유기발광표시장치는, 접착력이 향상되어 신뢰성 및 수명이 향상되고, 제조 공정 중에 발생하는 수소를 흡수 또는 분해하여 트랜지스터의 문턱전압 시프트를 방지하며, 이로 인해 휘도 편차 및 시감 특성이 개선되는 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

[0010] 도 1은 일반적인 유기발광표시장치의 개략적인 단면을 나타낸다.  
 도 2a는 일반적인 유기발광표시장치에서 수소의 이동을 나타내고, 도 2b는 일반적인 유기발광표시장치의 제조방법의 일부를 나타낸다.  
 도 3a는 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면을 나타낸다.  
 도 3b는 다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면을 나타낸다.  
 도 4는 도 3a의 유기발광표시장치의 일예의 단면을 나타낸다.  
 도 5a 및 도 5b는 실시예들에 따른 금속박막의 격자구조의 예들을 나타낸다.  
 도 6은 실시예들에 따라 수소 분자가 해리되는 메커니즘을 나타낸다.  
 도 7은 도 4의 A 영역의 단면을 상세히 나타낸다.  
 도 8은 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 단면을 나타낸다.  
 도 9a 내지 도 9d는 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 이하 도면들을 참고하여, 실시예들을 구체적으로 설명한다.

[0014] 도 1은 일반적인 유기발광표시장치의 개략적인 단면을 나타내고, 도 2a는 일반적인 유기발광표시장치에서 수소의 이동을 나타내며, 도 2b는 일반적인 유기발광표시장치의 제조방법의 일부를 나타낸다.

[0015] 도 1을 참조하면, 일반적인 유기발광표시장치(100)는, 기판(102)과, 기판(102) 상에 위치하고, 제1전극(또는 화소전극 또는 픽셀전극 또는 애노드전극, 미도시), 제1전극(미도시) 상에 위치하는 유기층(미도시)과, 유기층(미도시) 상에 형성된 제2전극(또는 음극 또는 공통전극 또는 캐소드전극, 미도시)을 포함하는 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode, OLED, 120), 유기발광다이오드(120) 상에 형성된 패시베이션층(Passivation Layer, 140), 패시베이션층(140) 상에 위치하는 봉지기판(170) 및 패시베이션층(140)과 봉지기판(170)을 접착시키는 접착층(150)을 포함한다. 접착층(150)은 다중층 구조로 이루어질 수 있고, 예를 들어, 제1접착층(152) 및 제2접착층(154)을 포함할 수 있다.

[0016] 본 명세서에서, 제1전극(미도시)은 양극, 애노드전극(Anode), 화소전극 및 픽셀전극과 같은 의미로 사용될 수

있고, 제2전극(미도시)은 음극, 캐소드전극(Cathode) 및 공통전극과 같은 의미로 사용될 수 있음에 유의하여야 한다.

- [0017] 우선, 일반적인 유기발광표시장치(100)의 봉지(Encapsulation) 방식은 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 그 중 하나의 방식은, 흡습제를 포함하는 상부의 봉지기관을 하부 기판과 접합하기 위해 자외선(UV) 경화성 에폭시 수지를 외곽 영역으로 도포하는 엣지 실링(Edge Sealing) 방식이고, 다른 하나의 방식은 상부 봉지기관과 하부 기판을 글래스 프리트(Glass Frit)으로 접착하는 프리트 실링(Frit Sealing) 방식이며, 또다른 방식은 상부 봉지기관 전면에 접착제를 도포하여 이를 하부 소자에 접착시키는 전면 봉지(Face Sealing) 방식이다.
- [0018] 본 명세서에서 설명되는 봉지 방식은 전면 봉지(Face Sealing) 방식에 대한 것이다. 이러한 전면 봉지 방식은 강성이 우수하고, 플렉서블 표시장치에 적합한 특징을 갖는다.
- [0019] 다만, 이러한 전면 봉지 구조는 여러 문제점들을 수반할 수 있고, 이하에서 구체적으로 설명한다.
- [0020] 도 2a를 참조하면, 일반적인 유기발광표시장치(100)는, 기판(102)과, 기판(102) 상에 위치하고, 게이트전극(104), 게이트절연막(106), 반도체층(108) 및 소스전극/드레인전극(110)을 포함하는 트랜지스터와, 트랜지스터 상에 위치하는 평탄화층(112)을 포함한다. 또한 일반적인 유기발광표시장치(100)는 평탄화층(112) 상에 위치하고, 컨택홀을 통해 소스전극/드레인전극(110)과 연결되는 제1전극(122)과, 제1전극(122)과 가장자리가 중첩되어 제1전극(122)의 일부를 노출시키는 बैं크(132)와, 노출된 제1전극(122) 상에 위치하는 유기층(124)과, 유기층(124) 및 बैं크(132)를 덮도록 전면에 형성되는 제2전극(126)을 포함한다. 여기서 제1전극(122)과 유기층(124)과 제2전극(126)은 유기발광다이오드(OLED, 120)를 구성한다.
- [0021] 한편, 유기발광표시장치(100)의 제2전극(126) 상에는 패시베이션층(140), 제1접착층(152)과 제2접착층(154)을 포함하는 접착층(150) 및 봉지기관(170)이 순차적으로 위치한다.
- [0022] 여기서, 제2접착층(154)은, 수분을 흡수할 수 있는 흡습 물질로 이루어진 흡습 필러(Filler, 168)를 포함할 수 있는데, 흡습 필러(168)가 수분을 흡수하면 팽창하게 되고, 이러한 팽창이 유기발광다이오드(120)나 트랜지스터에 전달되어 형태가 변경되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0023] 구체적으로 흡습 필러(168)가 수분을 흡수하여 팽창하면, 제2접착층(154)의 표면이 불균일해질 수 있다. 예를 들면, 제2접착층(154)의 표면(제1접착층과 맞닿은 표면)은 불룩하게 돌출된 형상 또는 오목하게 파인 형상을 가질 수 있다. 이어서, 제1접착층(152) 또한 이러한 변형된 형상의 영향을 받아, 제2접착층(154)의 불균일한 표면에 대응되는 표면 형상을 갖게 된다. 이러한 변형된 형상 또는 형태가 하부층에 계속 전달되면, 내부 소자의 전기적, 화학적 특성이 변화하는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0024] 예를 들어, 유기층(124)의 형상이 변형되면, 색 재현율, 휘도, 명암비 등의 시감 특성이 저하될 수 있다. 또한 트랜지스터의 반도체층(108)의 형상이 변형되면, 트랜지스터의 문턱 전압이 바뀌는 등의 전기적 변화가 발생하여, 유기발광표시장치(100)의 구동 전압이 증가하고, 신뢰성 및 수명이 저하될 수 있다. 또한 흡습 필러(168)의 팽창에 의해 제2접착층(154)과 봉지기관(170) 사이에 틈이 발생하여, 접착력이 약해지고, 외부의 수분이나 산소가 내부로 침투하는 문제점이 발생될 수 있다.
- [0025] 제1접착층(152)은, 이러한 흡습 필러(168)를 포함하지 않고, 흡습 필러(168)의 팽창을 완충시키는 기능을 수행한다. 또한 제1접착층(152)은 외부의 수분(H<sub>2</sub>O) 또는 산소의 침투를 이중으로 방지하는 역할을 갖는다. 예를 들어, 제1접착층(152)으로 침투된 외부의 수분은, 제2접착층(154)으로 이동하여 흡습 필러(168)에 흡수될 수 있다.
- [0026] 한편, 패시베이션층(140)은, 외부의 수분(H<sub>2</sub>O)이나 산소(O<sub>2</sub>)로부터 유기층(124)을 비롯한 내부 소자들을 보호하는 기능을 수행한다.
- [0027] 또한 패시베이션층(140)은, 스퍼터링(Sputtering)이나 열 증착(Thermal Deposition)과 같은 물리적 기상증착(Physical Vapor Deposition) 공정 또는 화학적 기상증착(Chemical Vapor Deposition) 공정에 의해 형성된다. 다만, 이러한 증착 공정 중 수소(H<sub>2</sub>, 162)가 발생될 수 있고, 이러한 수소는 트랜지스터의 반도체층(108)에 영향을 미쳐, 유기발광표시장치(100)의 전기적, 화학적 특성에 문제점을 발생시킬 수 있다.
- [0028] 구체적으로, 플라즈마 화학적 기상증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD) 공정을 예로 들어 설명하면, 플라즈마 화학적 기상증착 공정은, 수소화실리콘(SiH<sub>4</sub>)과 아민(NH<sub>3</sub>) 가스 조건(Condition)에서 수행될 수 있고, 이러한 조건에서 상온처럼 저온에서도 고체 내부를 쉽게 이동할 수 있는 확산성 수소(Diffusible

Hydrogen, 162) 및 다른 원자와 결합한 비확산성 수소가 발생될 수 있다.

- [0029] 이러한 확산성 수소(162)가 발생하면, 고체 내부를 자유롭게 이동할 수 있게 된다. 특히 기판(102) 및 봉지기판(170)이 글래스(Glass)로 이루어진 경우, 수소가 양 글래스 사이에 갇히게 됨으로써, 이 중 일부가 산화물 박막 트랜지스터의 반도체층(108)에 도달할 수 있다.
- [0030] 화학식 1을 참조하면, 수소화실리콘(SiH<sub>4</sub>)과 아민(NH<sub>3</sub>) 가스를 이용하여 플라즈마 화학적 기상증착 공정으로 질화실리콘(SiNx)을 증착하여 패시베이션층(140)을 형성하면, 패시베이션층(140) 중에 약 15 ~ 40% 가량의 확산성 수소(162)가 발생된다.
- [0031] [화학식 1]
- [0032]  $SiH_4 + 2NH_3 \rightarrow SiN_2 + 5H_2$
- [0033] 다만, 설명의 편의를 위하여 패시베이션층(140)의 증착 공정을 예로 들어 설명하였지만, 증착 공정이 수반된다면, 트랜지스터의 각 구성요소들, 평탄화층(112) 및 बैं크(132) 등의 형성 공정에 있어서도 확산성 수소(162)는 발생될 수 있다는 것에 유의하여야 한다.
- [0034] 전술한 확산성 수소(162)는 트랜지스터의 반도체층(108)에 영향을 미친다. 특히 트랜지스터가 산화물 트랜지스터(Oxide TFT)인 경우, 수소(162)가 반도체층(108)을 환원시켜 소자 특성에 변화가 생기는 문제점이 발생한다.
- [0035] 구체적으로, 수소(162)가 반도체층(108)에 영향을 미치게 되면, 문턱 전압 시프트(Threshold Voltage Shift)를 야기한다. 또한 문턱전압 시프트의 정도가 표시패널의 회로 보상 범위를 벗어나게 된다면, 화면에 영향을 주어 얼룩을 발생시키거나, 휘도 편차가 발생될 수 있다.
- [0036] 한편, 일반적인 유기발광표시장치(100)는, 기판(102)부터 패시베이션층(140)까지 형성된 하부 구조 상에, 봉지기판(170)에 접착층(150)이 부착된 상부 구조를 부착시키는 공정을 거쳐 형성되고, 도 2b는 상부 구조를 형성하는 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 도시한다.
- [0037] 도 2b를 참조하면, 유기발광표시장치(100)의 상부 구조는, 봉지기판(170) 상에 순차적으로 배치된 제2접착층(154), 제1접착층(152) 및 보호필름(182)을 포함한다.
- [0038] 유기발광표시장치(100)의 패시베이션층(140) 상에 상부 구조를 부착하기 위해, 리무버(Remover, 190)를 사용하여 보호필름(182)을 제거하는 공정이 수행된다.
- [0039] 다만, 제1접착층(152)과 제2접착층(154) 사이의 접착력이 충분치 않은 경우, 전술한 제거 공정에서 제1접착층(152)과 제2접착층(154)이 분리될 수 있고, 이에 따라 외부의 수분이나 산소가 침투하게 되고, 유기발광표시장치(100)의 강성 및 신뢰성이 저하되는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0040] 실시예들에 따른 유기발광표시장치(100)는 전술한 문제점들을 해결할 수 있는 구조를 포함하고 있다. 이하에서는, 도면들을 참조하여 실시예들을 설명한다.
- [0041] 도 3a는 일실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면을 나타내고, 도 3b는 다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면을 나타낸다.
- [0042] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 유기발광표시장치(300)는, 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode, 320) 상에 위치하는 패시베이션층(Passivation Layer, 340), 패시베이션층(340) 상에 위치하는 복수 개의 접착층(350), 복수 개의 접착층(350) 중 인접한 접착층 사이에 위치하는 금속박막(360, 360a, 360b) 및 접착층(350) 상에 위치하는 봉지기판(370)을 포함한다.
- [0043] 실시예들에 따른 유기발광표시장치(300)는, 도 3a에 도시된 바와 같이, 제1접착층(352) 및 제2접착층(354)으로 이루어진 접착층(350)과 단일의 금속박막(360)을 포함할 수 있다. 또한 유기발광표시장치(300)는, 도 3b에 도시된 바와 같이, 세 개 이상의 접착층(352, 354, 358)과 둘 이상의 금속박막(360a, 360b)으로 이루어질 수 있다.
- [0044] 본 명세서에서는, 설명의 편의를 위하여, 접착층(350)이 제1접착층(352)과 제2접착층(354)으로 이루어지고, 단일의 금속박막(360)을 포함하는 유기발광표시장치(300)를 중점적으로 설명하지만, 실시예들은 이에 제한되지 않고, 다수의 접착층(350)과 다수의 금속박막(360, 360a, 360b)으로 이루어질 수 있음에 유의하여야 한다.
- [0045] 여기서 금속박막(360, 360a, 360b)은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자구조로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 금속박막(360, 360a, 360b)은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자 틈새(미도시)를 갖는 면심입방 격자구조 또는 체심입방 격자구

조로 이루어질 수 있다. 즉, 수소 분자(H<sub>2</sub>) 또는 수소 원자(H)는 금속박막(360, 360a, 360b)의 격자구조에 존재하는 격자틈새(또는 공극, 미도시)에 갇힐 수 있다.

- [0046] 또한 금속박막(360, 360a, 360b)은 단일의 금속 원자로 이루어지거나, 둘 이상의 합금으로 이루어질 수 있고, 수소 분자(H<sub>2</sub>)를 수소 원자(H)로 해리시키는 수소분해금속을 포함할 수 있다. 다시 말해서, 수소분해금속은 분자 상태의 수소를 수소 원자로 해리시켜 침입형 고용체나 수소화물을 형성하여, 수소를 제거하는 기능을 수행한다.
- [0047] 전술한 격자구조로의 흡수 또는 원자 상태로의 분해에 의해 패시베이션층(340)의 증착 공정 중에 발생하는 확산성 수소가 흡수 또는 제거됨으로써, 트랜지스터의 문턱전압 시프트가 방지되어 휘도 편차 및 얼룩 발생이 저하되고, 유기발광표시장치(300)의 신뢰성 및 수명이 증가되는 효과가 발생한다.
- [0048] 한편, 금속박막(360, 360a, 360b)의 두께는 1 $\mu$ m 이하로 형성될 수 있다. 두께가 1 $\mu$ m를 초과하게 되면, 수분(H<sub>2</sub>O)이 금속박막(360, 360a, 360b)을 통과할 수 없게 된다. 이는 유기발광표시장치(100)의 외부에서부터 패시베이션층(340)과 금속박막(360, 360a) 사이에 위치하는 제1접착층(352)에 침투된 수분이 제2접착층(352) 또는 제3접착층(358)에 존재하는 흡습 필러(368)에 의해 흡수될 수 없음을 의미한다. 따라서 제거되지 못한 수분이 유기층(324)을 열화시켜 신뢰성 및 수명을 저하시키는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0049] 이러한 금속박막(360, 360a, 360b)의 두께는 불균일하게 형성된다. 다시 말해서, 금속박막(360, 360a, 360b)의 양 표면은 거칠게 형성된다. 이로 인해, 금속박막(360, 360a, 360b)과 복수의 접착층(350) 사이에 접착되는 면적이 넓어지게 되고, 결과적으로 접착력이 향상되어 유기발광표시장치(300)의 신뢰성 및 수명이 향상될 수 있다.
- [0050] 즉, 각 접착층(352, 354, 358)과 금속박막(360, 360a, 360b) 간의 접착력은, 금속박막(360, 360a, 360b)이 존재하지 않는 일반적인 유기발광표시장치(100)에서의 각 접착층(152, 154) 간의 접착력보다 크기 때문에, 보호필름(182)의 제거과정에서 발생하는 문제점을 방지하는 효과를 갖는다.
- [0051] 도 4는 도 3a의 유기발광표시장치의 일예의 단면을 나타내고, 도 5a 및 도 5b는 실시예들에 따른 금속박막의 격자구조의 예들을 나타내며, 도 6은 실시예들에 따라 수소 분자가 해리되는 메커니즘을 나타내고, 도 7은 도 4의 A 영역의 단면을 상세히 나타낸다.
- [0052] 이하에서는 접착층(350)이 제1접착층(352) 및 제2접착층(354)으로 이루어진 경우를 예로 들어 설명하며, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 유기발광표시장치(300)는 다양한 구조와 형태로 형성될 수 있음에 유의하여야 한다.
- [0053] 도 4를 참조하면, 유기발광표시장치(300)는, 기판(302)과, 기판(302) 상에 위치하고, 게이트전극(304), 게이트절연막(306), 반도체층(308) 및 소스전극/드레인전극(310)을 포함하는 트랜지스터와, 트랜지스터 상에 위치하는 평탄화층(312)을 포함한다. 또한 유기발광표시장치(300)는 평탄화층(312) 상에 위치하고, 컨택홀을 통해 소스전극/드레인전극(310)과 연결되는 제1전극(322)과, 제1전극(322)과 가장자리가 중첩되어 제1전극(322)의 일부를 노출시키는 बैं크(332)와, 노출된 제1전극(322) 상에 위치하는 유기층(324)과, 유기층(324) 및 बैं크(332)를 덮도록 전면에서 형성되는 제2전극(326)을 포함한다. 여기서 제1전극(322)과 유기층(324)과 제2전극(326)은 유기발광다이오드(OLED, 320)를 구성한다. 또한 유기발광표시장치(300)는 제2전극(326) 상에 위치하는 패시베이션층(340), 패시베이션층(340) 상에 위치하고 제1접착층(152)과 제2접착층(354)을 포함하는 접착층(150), 제1접착층(152)과 제2접착층(354) 사이에 위치하는 금속박막(360) 및 제2접착층(354) 상에 형성된 봉지기관(370)을 포함한다.
- [0054] 우선, 기판(302)은, 글래스(Glass) 기판뿐만 아니라, PET(Polyethylen terephthalate), PEN(Polyethylen naphthalate), 폴리이미드(Polyimide) 등의 플라스틱 기판 등일 수 있다.
- [0055] 이러한 기판(302) 상에는 불순원소의 침투를 차단하기 위한 버퍼층(buffering layer)이 구비될 수 있다. 버퍼층은 예를 들어 질화실리콘(SiNx) 또는 산화실리콘(SiOx)의 단일층 또는 다수층으로 형성될 수 있다.
- [0056] 게이트전극(304)은 게이트신호를 트랜지스터에 전달하는 기능을 수행하고, Al, Pt, Pd, Ag, Mg, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, Mo, Ti, W, Cu 중 적어도 하나 이상의 금속 또는 합금으로, 단일층 또는 다수층으로 형성될 수 있다. 또한 반도체층(308)과 전기적으로 연결되는 소스전극/드레인전극(310)은, 크롬(Cr) 또는 탄탈륨(Ta) 등과 같은 고용점 금속으로 형성될 수 있다.
- [0057] 한편, 반도체층(308)은, 금속 산화물, 예를 들어 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), ZTO(Zinc Tin Oxide),

ZIO(Zinc Indium Oxide) 중 어느 하나일 수 있으나 이에 제한되지 않고, 비정질 실리콘(a-Si)이나 다결정 실리콘(Polysilicon)으로 이루어질 수 있다.

- [0058] 게이트절연막(306)은, SiO<sub>x</sub>, SiN<sub>x</sub> 등의 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0059] 게이트전극(304), 반도체층(308), 소스전극/드레인전극(310) 등을 포함하는 트랜지스터는, 일례로서, 바텀 게이트(Bottom gate) 방식으로 도시되었지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고 탑 게이트(Top gate) 방식에 의할 수 있다.
- [0060] 한편, 평탄화층(312)은 기계적 강도, 내투습성, 성막 용이성, 생산성 등을 고려하여, 소수성의 성질을 갖는 유기막 또는 무기막으로서, 예를 들어, 폴리스티렌(Polystyrene), 실록세인계 수지(Siloxane Series Resin), 아크릴 수지(Acrylic Resin)SiON, 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>), 산화실리콘(SiO<sub>x</sub>), 산화알루미늄(AlO<sub>x</sub>) 중 어느 하나로 형성된다.
- [0061] 이러한 평탄화층(312) 상에 형성된 제1전극(322)은, 애노드 전극(Anode, 양극)의 역할을 하도록 일함수 값이 비교적 크고, 투명한 도전성 물질, 예를 들면 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide)와 같은 금속 산화물, ZnO:Al 또는 SnO<sub>2</sub>:Sb와 같은 금속과 산화물의 혼합물, 탄소나노튜브, 그래핀 및 은나노와이어 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0062] 또한 유기발광표시장치(300)가 상부발광 방식(Top Emission)일 경우, 반사효율 향상을 위해 제1전극(322)의 상/하부에 반사효율이 우수한 금속물질, 예를 들면, 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)으로써 반사판이 보조전극으로 더 형성될 수 있다.
- [0063] 본 명세서에서 상부발광 방식이라 함은, 유기층(324)에서 발광되는 광이 패시베이션층(340) 방향으로 방출되는 것을 의미하고, 하부발광 방식이라 함은, 상부발광 방식과 반대 방향으로 광이 방출되는 것을 의미한다.
- [0064] बैं크(332)는 발광영역을 정의하고, 소수성을 갖는 유기물질, 예를 들면, 폴리스티렌(Polystyrene), 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 벤조사이클로부텐계 수지(benzocyclobuteneseries resin), 실록세인계 수지(siloxane series resin) 및 실란 수지(silane), 아크릴 수지(Acrylic Resin) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0065] 유기층(324)은, 다중층으로 이루어질 수 있고, 예를 들어, 제1전극(322) 상부로부터 순차적으로, 정공주입층(Hole Injection Layer), 정공수송층(Hole Transport Layer), 발광층(Emitting Layer), 전자수송층(Electron Transport Layer) 및 전자주입층(Electron Injection Layer)의 5중층 구조로 형성되거나, 또는 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 전자주입층의 4중층 구조, 정공수송층, 발광층, 전자수송층의 3중층 구조로 형성될 수 있다.
- [0066] 제2전극(326)은, 캐소드 전극(음극)일 수 있고, 일함수 값이 비교적 작은 물질로 이루어진다. 예를 들어, 유기 발광표시장치(300)가 하부발광 방식인 경우, 반사율이 높은 금속이고, 제1금속, 예를 들어 Ag 등과 제2금속, 예를 들어 Mg 등이 일정 비율로 구성된 합금의 단일층 또는 이들의 다수층일 수 있다.
- [0067] 한편, 제2전극(326) 상에는 패시베이션층(340)이 위치한다. 패시베이션층(340)은 물리적 기상증착 공정 또는 화학적 기상증착 공정에 의해 형성될 수 있고, 전술한 바와 같이, 이 과정에서 확산성 수소(362)가 생성된다. 도면에 도시되지는 않았지만, 확산성 수소(362)는 패시베이션층(340)의 증착 공정 이외에 다른 구성요소의 증착 공정 중에도 발생할 수 있다.
- [0068] 패시베이션층(340) 상에는 제1접착층(352) 및 제2접착층(354)을 포함하는 접착층(350)이 위치한다.
- [0069] 제1접착층(352)은, 예를 들어, 에폭시 또는 올레핀 계열의 고분자 수지일 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 접착성을 갖는 열경화성 또는 광경화성 물질이라면 이에 해당할 수 있다. 또한 제1접착층(352)은 두꺼울수록 봉지(Encapsulation) 후에 소자 내로 침투하는 수분을 효율적으로 흡착 또는 제거할 수 있으나, 제1접착층(352)의 두께가 지나치게 두꺼워질 경우에는, 봉지 과정에서 합착성이 떨어질 수 있으므로, 이를 고려하여 적절한 두께의 상한이 결정될 수 있다.
- [0070] 한편, 제2접착층(354)은, 예를 들어, 에폭시 또는 올레핀 계열의 고분자 수지일 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 접착성을 갖는 열경화성 또는 광경화성 물질이라면 이에 해당할 수 있다. 제2접착층(354)은 제1접착층(352)과 동일한 물질로 이루어지거나 상이한 물질로 이루어질 수 있다.
- [0071] 또한 제2접착층(354)은 수분을 흡수할 수 있는 흡습성 물질로 이루어진 흡습 필러(Filler, 368)를 포함할 수 있는데, 나노 사이즈(Size)의 흡습 물질인 흡습 필러(368)가 수분을 흡수하면 팽창하게 되고, 이러한 팽창이 유기

발광다이오드(320)나 트랜지스터에 전달되어 형태가 변경되면, 소자의 전기적, 화학적 특성이 변화하여 색 재현율, 휘도, 명암비 등의 시각 특성이 저하되고, 유기발광표시장치(300)의 신뢰성과 수명이 저하되는 문제점이 발생될 수 있다. 또한 흡습 필러(368)의 팽창에 의해 제2접착층(354)과 봉지기관(370) 사이에 틈이 발생하여, 접착력이 약해지고, 외부의 수분이나 산소가 내부로 침투하는 문제점이 발생될 수 있다.

- [0072] 제2접착층(354)의 두께는 제1접착층(352)에 포함되는 흡습 필러(368)의 최대 평균 직경(또는 크기)보다 두꺼울 수 있다.
- [0073] 제1접착층(352)은 제2접착층(354)에 존재하는 흡습 필러(368)의 팽창에 따른 완충 기능을 수행하고, 제1접착층(352)의 외부(도 4에서 왼쪽)에서 침투되는 수분(H<sub>2</sub>O)을 제2접착층(354)으로 전달하는 통로의 역할을 한다. 봉지기관(370)이 형성되지 않은 부분, 즉, 접착층(350)의 측면으로 침투되는 외부의 수분은 제1접착층(352) 및 금속박막(360)을 통과하여 흡습 필러(368)에 의해 흡수될 수 있다.
- [0074] 한편, 상부발광 방식의 유기발광표시장치(300)에 있어서, 제1접착층(352) 및 제2접착층(354)은 투명한 물질로 이루어져야 한다.
- [0075] 실시예들에 따른 유기발광표시장치(300)에서, 제1접착층(352)과 제2접착층(354) 사이에는 금속박막(360)이 위치한다.
- [0076] 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 금속박막(360)은 수소(H<sub>2</sub>)를 흡수하는 격자 틈새(또는 공극, 363)를 갖는 면심입방 격자구조(Face-centered Cubic Lattice) 또는 체심입방 격자구조(Body-centered Cubic Lattice)로 이루어질 수 있다.
- [0077] 구체적으로 체심입방 격자구조(도 5a 참조)의 경우, 입방체(격자구조의 단위)의 8개의 구석에 각 1개씩의 원자와 중심에 1개의 원자가 있는 것을 단위로 하는 격자구조이며, 단위 격자 내의 원자수는 2개이다. 체심입방 격자구조를 갖는 금속은, 예를 들어, 리튬(Li), 소듐(Na), 크롬(Cr), α-철(α-Fe), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 칼륨(K) 등일 수 있다. 또한 체심입방 격자구조는 32%의 공극(또는 격자 틈새, 363)을 포함한다.
- [0078] 반면, 면심입방 격자구조(도 5b 참조)의 경우, 입방체의 각 구석과 각 면의 중심에 원자가 배열된 구조로서, 단위 격자 내의 원자수는 4개이다. 면심입방 격자구조의 금속은, 예를 들어, 백금(Pt), 납(Pb), 니켈(Ni), γ-철(γ-Fe), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag) 등일 수 있다. 또한 면심입방 격자구조의 경우에는 26%의 격자 틈새(또는 공극, 363)를 포함한다.
- [0079] 한편, 금속박막(360)은 단일의 금속으로 이루어질 수도 있지만, 격자구조를 이루는 제1금속(361a) 및 제2금속(362a)의 합금(Alloy) 형태일 수 있다. 이때 제1금속(361a)과 제2금속(362a)의 상대적인 위치와 조성비는 다양하게 변경될 수 있다. 또한 금속박막(360)은 셋 이상의 금속의 합금 형태로 이루어질 수도 있다.
- [0080] 이에 따라, 패시베이션층(340) 또는 평탄화층(312) 등의 증착 공정에서 발생한 수소(362)가 금속박막(360) 내부로 확산될 수 있고, 격자구조의 격자 틈새(363)에 고착되어 고용체 또는 수소화물이 형성될 수 있다. 따라서 금속박막(360)은, 수소(362)가 트랜지스터의 반도체층(308)으로 트랜지스터의 문턱전압 시프트를 유발하는 수소(362)를 흡착 또는 저장하는 기능을 수행한다.
- [0081] 한편, 도 6을 참조하면, 금속박막(360)은 수소 분자(H<sub>2</sub>, 362)를 수소 원자(H, 362')로 해리시키는 수소분해금속을 포함할 수 있다. 구체적으로 수소분해금속은, 분자 상태의 수소(362)를 물리적, 화학적 흡착을 통해 해리, 흡수할 수 있는 능력이 높은 금속을 의미하고, 예를 들어, 니켈(Ni), 티타늄(Ti), 마그네슘(Mg)일 수 있다.
- [0082] 진술한 바와 같이, 일반적인 유기발광표시장치(100)에서, 증착 공정에서 발생한 확산성 수소(162)는, 고체 내부를 자유롭게 이동할 수 있게 되고, 특히 기관(102) 및 봉지기관(170)이 글래스(Glass)로 이루어진 경우, 수소(162)가 양 글래스 사이에 갇히게 됨으로써, 이 중 일부가 트랜지스터의 반도체층(108)에 도달할 수 있다.
- [0083] 하지만 실시예들에 따른 유기발광표시장치(100)에 있어서, 금속박막(360)은 격자구조 내부의 격자 틈새(또는 공극, 363)에 분자 또는 원자 상태의 수소(362, 362')를 가두어 고용체 또는 수소화물을 형성하는 기능을 수행한다. 또한 수소분해금속이 포함된 경우, 분자 상태의 수소(362)를 원자 상태의 수소(362')로 해리시켜 격자 틈새(363)에 고정시킴으로써 반도체층(108)의 열화를 방지하고, 문턱전압 시프트를 방지하여 휘도 편차를 방지하며, 신뢰성 및 수명을 향상시키는 효과를 발생시킨다.
- [0084] 한편, 도 4의 A 영역을 확대한 단면을 나타낸 도 7을 참조하면, 금속박막(360)의 두께는 불균일하다. 다시 말해서, 금속박막(360)의 상부와 하부의 표면은 거칠기(Roughness)를 갖는다. 도 7에는 금속박막(360)의 최저 값의

두께(t1)와 최대 값의 두께(t2)를 표시하였으나, 이는 예시적인 것이고, 금속박막(360)은 다양한 두께로 형성될 수 있다.

- [0085] 이러한 불균일한 표면은 금속박막(360)을 증착 공정으로 형성하는 과정에서 발생한다. 예를 들어, 열 증착과 같은 물리적 기상증착 공정에 의하는 경우, 고체 물질은 열에 의해 기화된 후 제1접착층(352)의 표면에서 다시 고체화되기 때문에, 불균일한 표면 상태가 형성된다.
- [0086] 이에 따라 금속박막(360)과 제1접착층(352)의 접촉 면적뿐 아니라 금속박막(360)과 제2접착층(354)의 접촉 면적이 넓어짐으로 인해, 접착력이 향상되는 효과가 발생한다.
- [0087] 다시 말해서, 금속박막(360)이 없는 일반적인 유기발광표시장치(100)에서의 각 접착층(352, 354) 간의 접착력에 비해, 금속박막(360)이 존재하는 실시예들에 따른 유기발광표시장치(300)에서의 각 접착층(352, 354)과 금속박막(360) 간의 접착력이 상대적으로 크다. 따라서, 도 2b에서 설명한 일반적인 유기발광표시장치(100)의 접착력으로 인한 문제점이 해결될 수 있다.
- [0088] 한편, 금속박막(360)의 두께는  $1\mu\text{m}$  이하이다( $t_2 < 1\mu\text{m}$ ). 이는 투습성에 관련된 것으로서, 금속박막(360)의 두께가  $1\mu\text{m}$ 를 초과하게 되면, 수분( $\text{H}_2\text{O}$ )이 금속박막(360, 360a, 360b)을 통과할 수 없게 된다. 이는 유기발광표시장치(100)의 외부에서부터 패시베이션층(340)과 금속박막(360) 사이에 위치하는 제1접착층(352)에 침투된 수분이 제2접착층(354)에 도달하지 못하여 제2접착층(354)에 존재하는 흡습 필러(368)에 의해 흡수될 수 없음을 의미한다. 따라서 제거되지 못한 수분이 유기층(324)을 열화시켜 신뢰성 및 수명을 저하시키는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0089] 따라서  $1\mu\text{m}$  이하의 두께로 형성된 금속박막(360)은 외부의 수분이 제2접착층(354)의 흡습 필러(368)에 흡수될 수 있도록 투습 기능을 갖는다.
- [0090] 한편, 제2접착층(354) 상에는 봉지기판(370)이 형성된다. 봉지기판(370)은 글래스, 플라스틱 계열의 고분자 물질 또는 금속으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 봉지기판(370)은 외부의 수분과 산소의 투과를 방지하여, 유기층(324)을 비롯한 내부 소자들을 보호하는 기능을 수행한다.
- [0091] 도 8은 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 단면을 나타낸다.
- [0092] 도 8을 참조하면, 유기발광표시장치(300)의 봉지기판(370)은, 수소(362, 362')를 흡수하는 격자구조를 갖는 금속을 포함하거나, 수소 분자(362)를 수소 원자(362')로 해리시키는 수소분해금속을 포함할 수 있다.
- [0093] 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치(300)에는 전술한 금속박막(360) 이외에도, 추가적으로 봉지기판(370)이 수소(362, 362')를 흡수 또는 분해하는 기능을 가짐으로써, 트랜지스터의 문턱전압 시프트를 방지하는 효과가 증가될 수 있다.
- [0094] 다른 구성요소들에 관한 설명은, 전술하였으므로 생략한다.
- [0095] 도 9a 내지 도 9d는 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 나타낸다.
- [0096] 도 9a 내지 도 9d를 참조하면, 유기발광표시장치(300)의 제조방법은 크게 세 가지 단계로 나뉠 수 있다.
- [0097] 우선 기판(302), 트랜지스터, 게이트절연막(306), 평탄화층(312), 제1전극(320)을 형성한 후, 제1전극(320), बैं크(322), 유기층(324), 제2전극(326) 및 패시베이션층(340)을 형성하여 유기발광표시장치(300)의 하부 구조를 완성하는 단계가 수행된다.
- [0098] 이 단계에서, 각각의 구성요소들은 증착 또는 용액 공정으로 형성된 후 패터닝(Patterning)된다. 특히 패시베이션층(340)의 증착 공정이 수행되는 경우에 있어서, 확산성 수소(362, 362')가 생성될 수 있다. 다만, 패시베이션층(340)뿐만 아니라, 평탄화층(312), 트랜지스터의 각 구조들 및 게이트절연막(306) 제조 과정에 있어서도, 증착 공정이 수반된다면 확산성 수소(362, 362')가 생성될 수 있다.
- [0099] 이후, 유기발광표시장치(300)의 상부 구조를 형성하는 단계가 수행된다. 상부 구조란, 봉지기판(370), 봉지 기판(370) 상에 순차적으로 배치된 제2접착층(354), 금속박막(360) 및 제1접착층(352)을 의미한다.
- [0100] 제2접착층(354)에는 흡습 필러(368)가 혼합되고, 흡습 필러(368)은 외부에서 유입된 수분을 흡수하는 기능을 수행한다. 이 과정에서 흡습 필러(368)가 팽창할 수 있고, 이로 인한 문제점은 전술하였다.
- [0101] 한편, 금속박막(360)은 단일의 금속으로 이루어지거나, 둘 이상의 금속의 합금으로 이루어질 수 있고, 수소

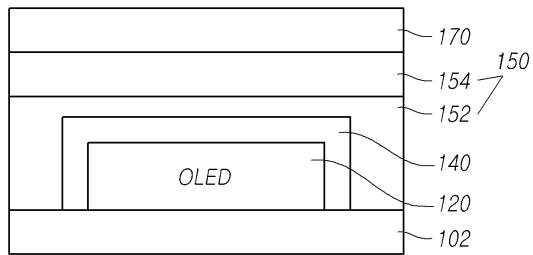


- |                 |           |
|-----------------|-----------|
| 306: 게이트절연막     | 308: 반도체층 |
| 310: 소스전극/드레인전극 | 312: 평탄화층 |
| 320: 유기발광다이오드   | 332: बैं크 |
| 350: 집착층        | 370: 봉지기판 |

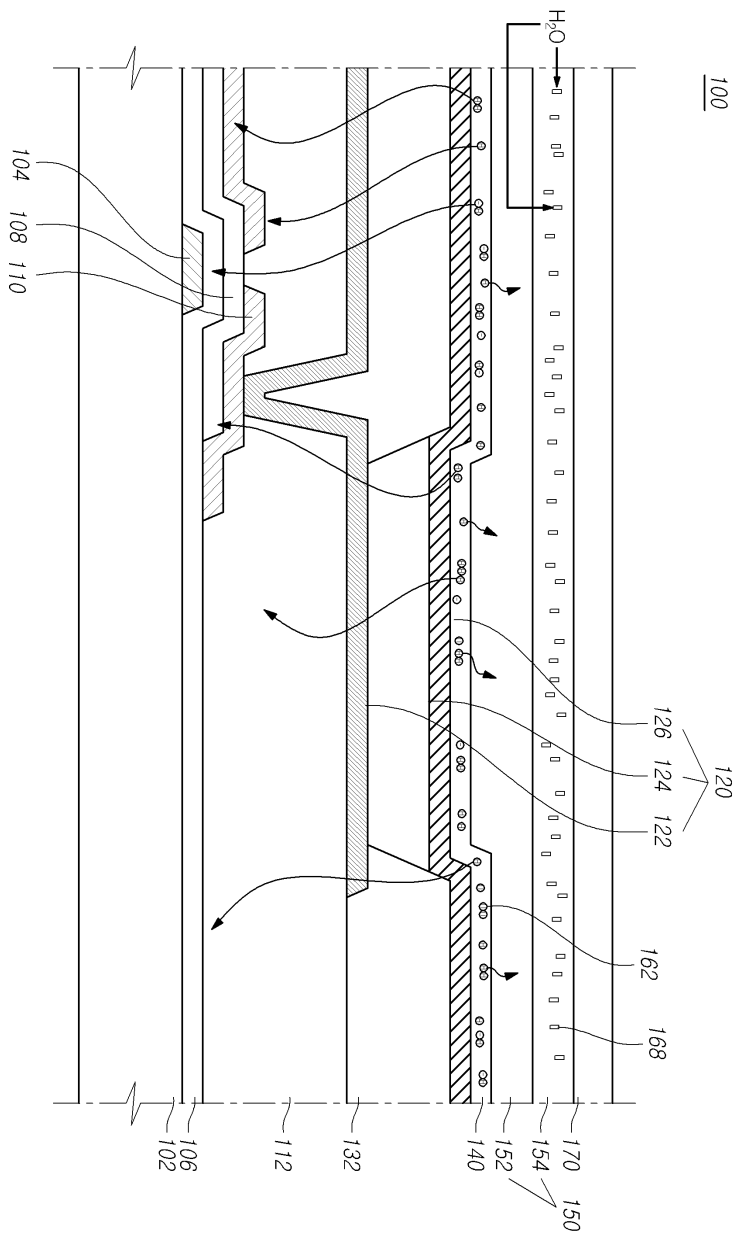
**도면**

**도면1**

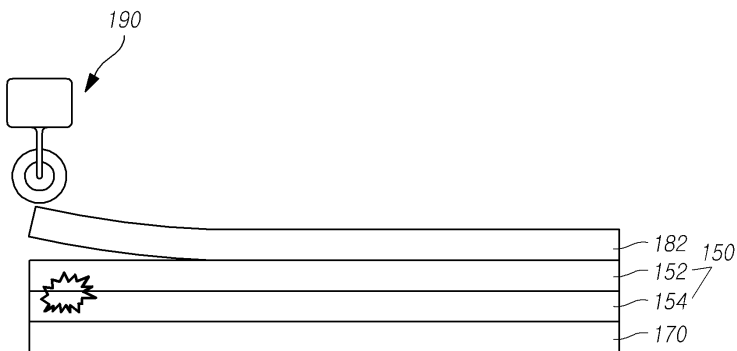
100



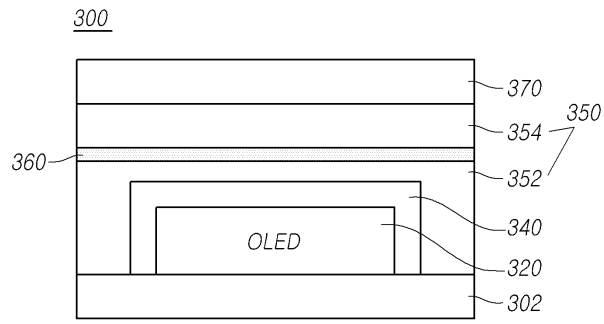
도면2a



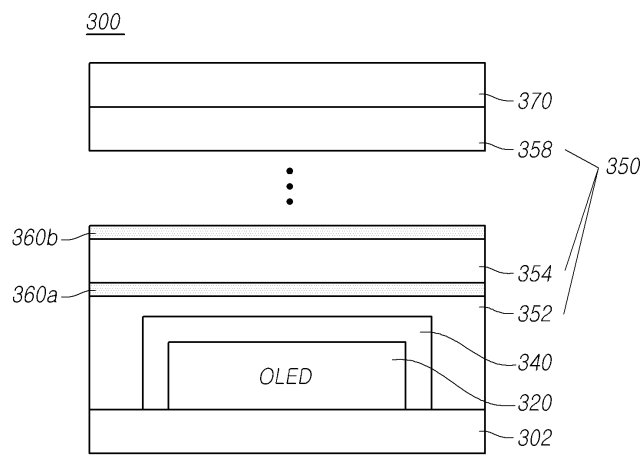
도면2b



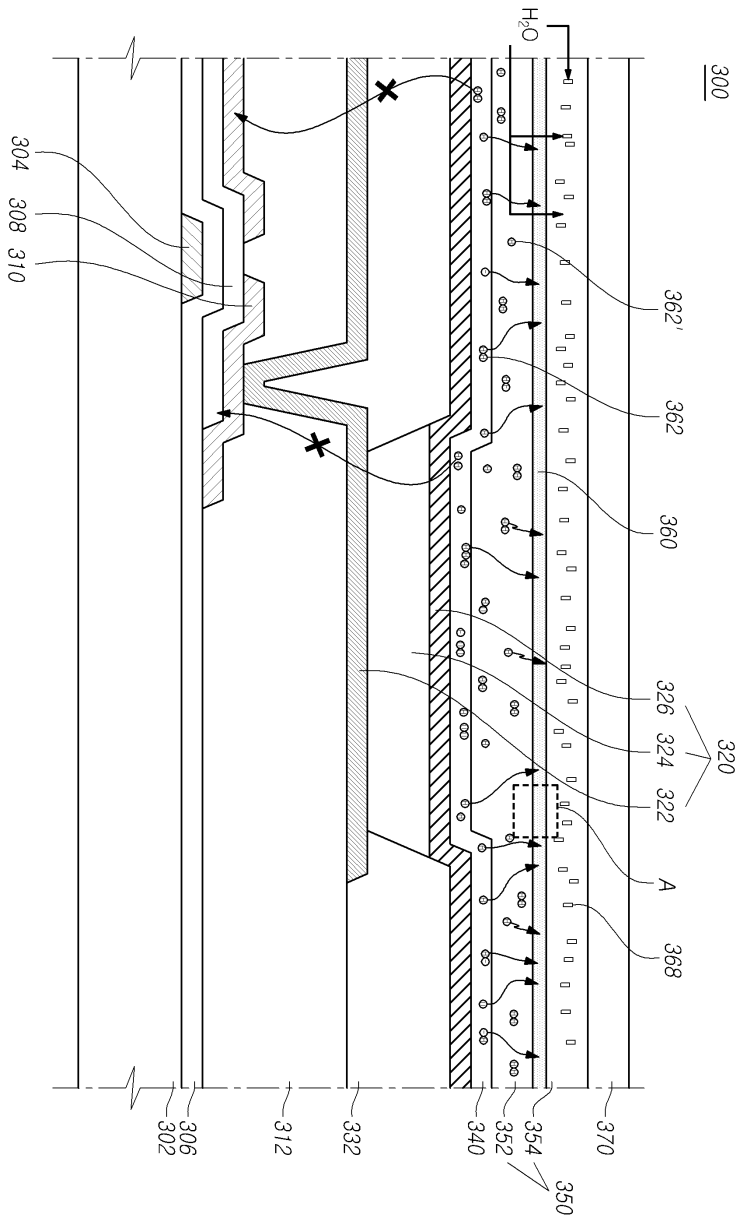
도면3a



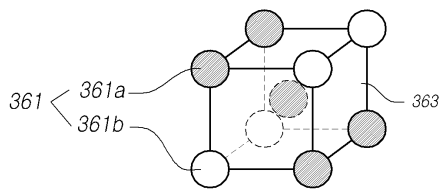
도면3b



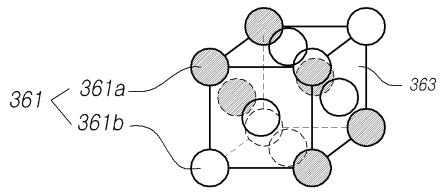
도면4



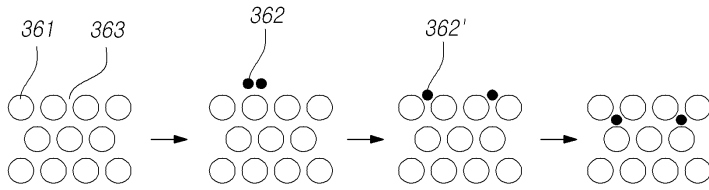
도면5a



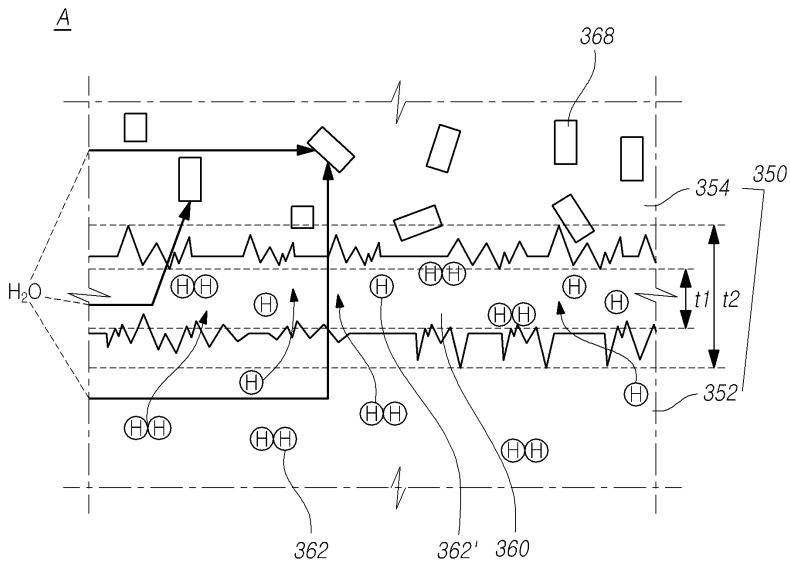
도면5b



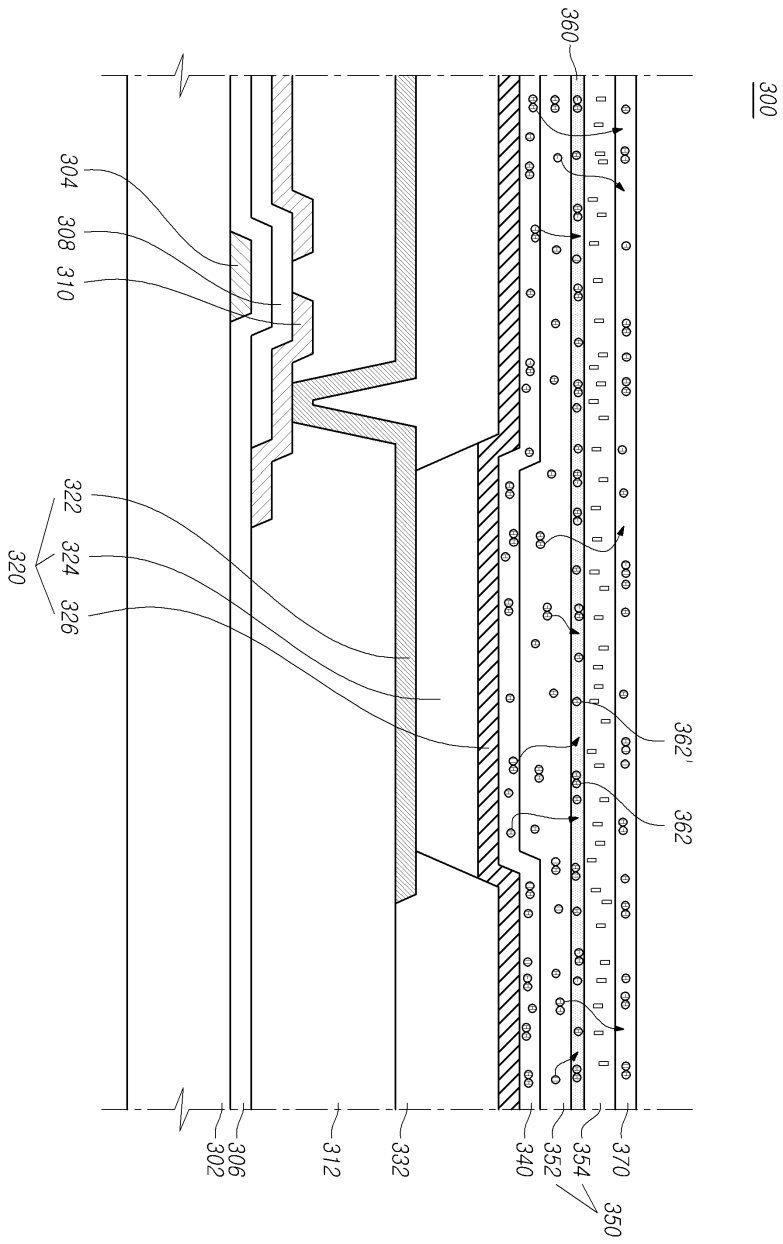
도면6



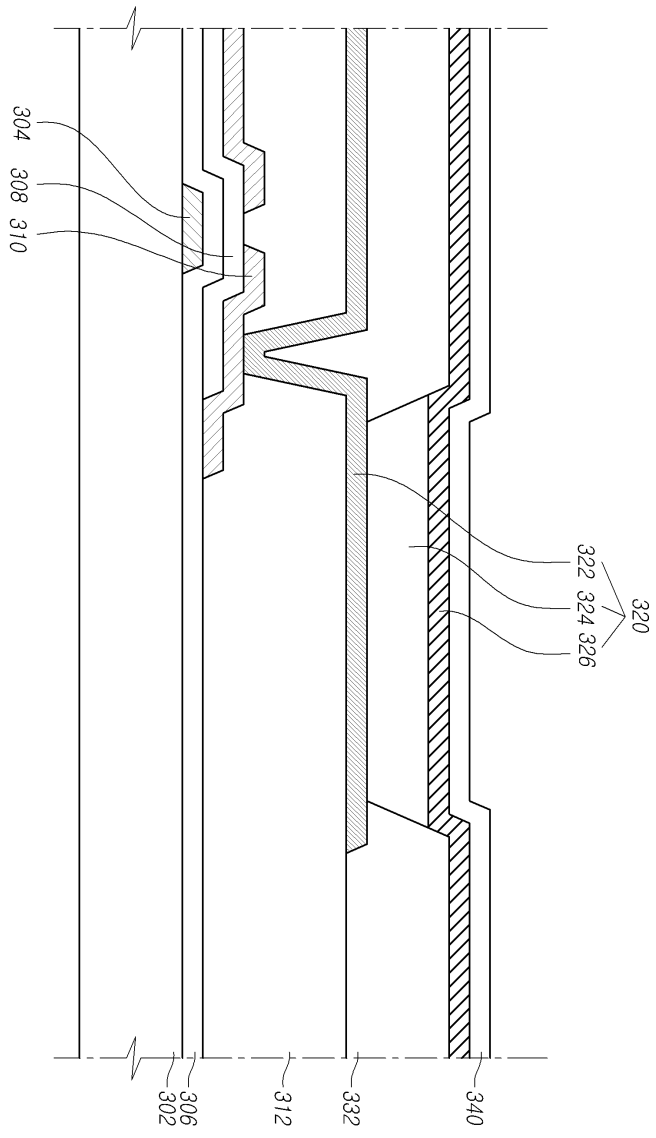
도면7



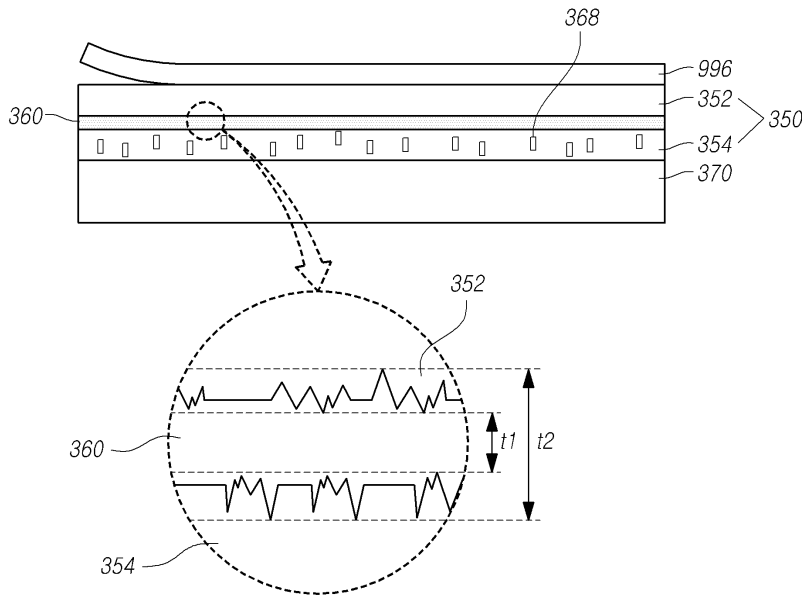
도면8



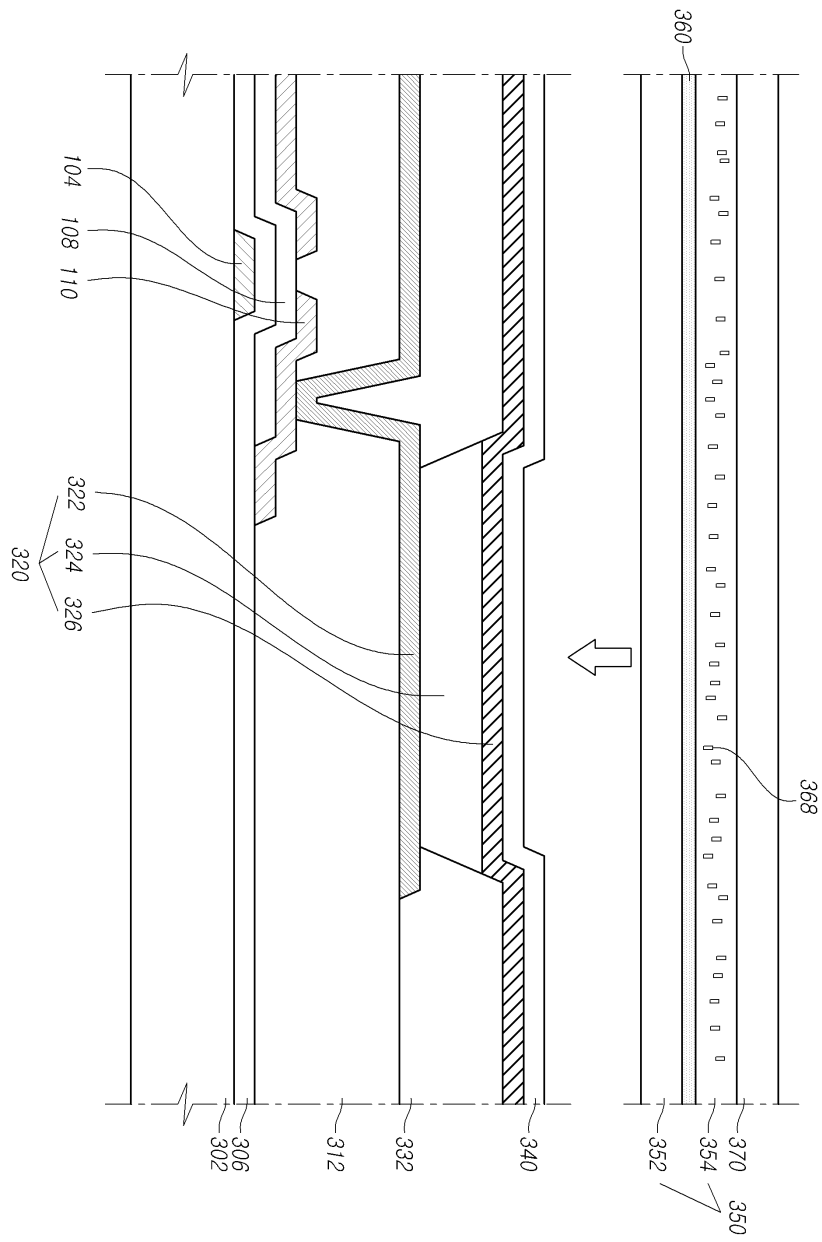
도면9a



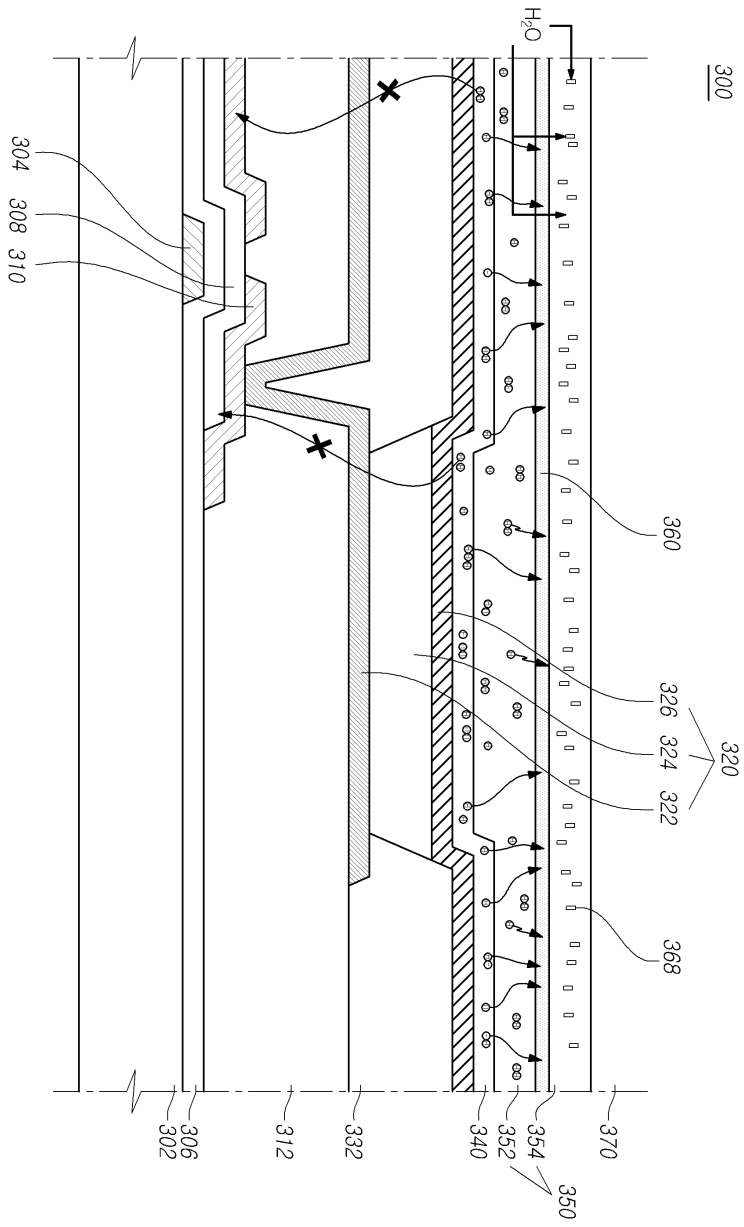
도면9b



도면9c



도면9d



专利名称(译)	相关技术的描述		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020160059053A</a>	公开(公告)日	2016-05-26
申请号	KR1020140160083	申请日	2014-11-17
[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	AN SUNG JIN 안성진		
发明人	AN, SUNG JIN 안성진		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5243 H01L51/5246		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

为了解决上述问题。并且，根据本发明的有机发光显示装置包括位于钝化层之间的金属箔，位于有机发光二极管的表面上，位于钝化层表面上的多个接合层，以及多个接合层中相邻的接合层密封基板位于粘接层的表面上。这里，金属箔包括吸收氢的栅格结构 (  $H(sub)2(sub)$  ) )。图像的存在 ( 专业参考 )

