



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0003768  
(43) 공개일자 2017년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 27/32 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)  
H01L 21/314 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 27/3272 (2013.01)  
H01L 21/02274 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0092836  
(22) 출원일자 2015년06월30일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
(72) 발명자  
이재영  
경기 과천시 월릉면 엘지로 200 레지던스Y 208호  
김지민  
서울특별시 용산구 이촌로2가길 122, 105동 506호(이촌동, 대림아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법

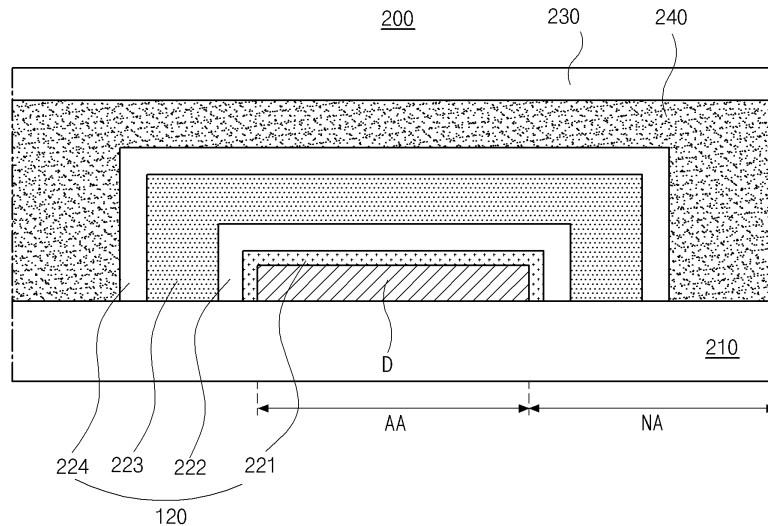
(57) 요약

본 발명에서는, 인캡슐레이션 필름의 무기층이 역테이퍼 형상을 갖는 스페이서의 측면과 접촉함으로써, 발광다이오드 내에서의 박리 문제를 해결할 수 있다.

또한, 인캡슐레이션 필름의 무기층을 스텝 커버리지가 우수한 원자층 증착에 의해 형성함으로써, 발광다이오드 상부에 이물질이 발생되더라도 이에 의해 인캡슐레이션 필름이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

따라서, 외부 수분 침투에 의한 발광다이오드의 손상을 최소화할 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

*H01L 21/3141* (2013.01)

*H01L 27/3246* (2013.01)

*H01L 27/3248* (2013.01)

*H01L 27/3262* (2013.01)

*H01L 27/3274* (2013.01)

*H01L 2227/32* (2013.01)

(72) 발명자

**김지연**

경기도 고양시 덕양구 호국로 859 119동 202호 (성사동, 대림e편한세상아파트)

---

**오상훈**

전북 부안군 계화면 대흥길 8

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관 상에 위치하는 박막트랜지스터와;

상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극과;

상기 제 1 전극의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극의 중앙에 대응하여 개구를 갖는 बैं크층과;

상기 बैं크층 상에 위치하며 역테이퍼 형상을 갖는 적어도 두 개의 스페이서와;

상기 개구에 대응하여 상기 제 1 전극 상에 위치하는 유기발광층과;

상기 유기발광층 상에 위치하는 제 2 전극과;

상기 제 2 전극을 덮으며, 상기 스페이서의 측면과 접촉하는 제 1 무기층과, 상기 제 1 무기층을 덮는 제 1 유기층과, 상기 제 1 유기층을 덮는 제 2 무기층을 포함하는 인캡슐레이션 필름

을 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인캡슐레이션 필름은, 상기 제 1 무기층과 상기 제 1 유기층 사이에 위치하는 제 3 무기층을 더 포함하고, 상기 제 3 무기층은 상기 제 1 무기층보다 큰 두께를 갖는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전극과 상기 제 1 무기층 사이에 위치하는 캡핑층을 더 포함하고, 상기 캡핑층은 상기 스페이서의 측면에서 불연속적인 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 스페이서는 서로 이격되어 배치되는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 인캡슐레이션 필름은, 상기 제 2 무기층 상의 제 2 유기층을 더 포함하고,

상기 제 2 유기층의 상부면과 접촉하며 접착층이 위치하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 유기층의 모듈러스 값은 상기 접착층보다 크고 상기 제 1 유기층보다 작은 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 7

기관 상에 박막트랜지스터를 형성하는 단계와;

상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1 전극의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극의 중앙에 대응하여 개구를 갖는 बैं크층을 형성하는 단계와;

상기 बैं크층 상에, 역테이퍼 형상을 갖는 스페이서를 형성하는 단계와;

상기 개구에 대응하여 상기 제 1 전극 상에 유기발광층을 형성하는 단계와;

상기 유기발광층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 2 전극을 덮으며, 상기 스페이서의 측면과 접촉하는 제 1 무기층을 형성하는 단계를 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 무기층은 원자층 증착에 의해 형성되는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 무기층 상에 제 1 유기층을 형성하는 단계와;

상기 제 1 유기층 상에 제 2 무기층을 형성하는 단계를 더 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 무기층 상에 상기 제 1 유기층을 형성하는 단계 이전에 상기 제 1 무기층 상에 제 3 무기층을 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 3 무기층은 플라즈마 화학기상증착(PECVD)에 의해 형성되고 상기 제 1 무기층보다 큰 두께를 갖는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

#### 청구항 11

플렉서블 기관 상에 발광다이오드를 형성하는 단계와;

상기 발광다이오드 상에 원자층 증착 공정에 의해 제 1 무기층을 형성하는 단계와;

상기 제 1 무기층 상에 제 1 유기층을 형성하는 단계와;

상기 제 1 유기층 상에 제 2 무기층을 형성하는 단계

를 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

## 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 플렉서블 기판 상에 상기 발광다이오드를 형성하는 단계와 상기 발광다이오드 상에 원자층 증착 공정에 의해 상기 제 1 무기층을 형성하는 단계 사이 또는 상기 발광다이오드 상에 원자층 증착 공정에 의해 상기 제 1 무기층을 형성하는 단계와 상기 제 1 무기층 상에 제 1 유기층을 형성하는 단계 사이에, 플라즈마 화학기상증착(PECVD)에 의해 제 3 무기층을 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 3 무기층은 상기 제 1 무기층보다 큰 두께를 갖는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

## 청구항 13

제 9 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 제 2 무기층 상에 제 2 유기층을 형성하는 단계와;

상기 제 2 유기층의 상부면과 접촉하는 접착층을 형성하는 단계를 더 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

## 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 2 유기층의 모듈러스 값은 상기 접착층보다 크고 상기 제 1 유기층보다 작은 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 특히 발광다이오드의 손상을 방지할 수 있는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 정보화 사회가 발전함에 따라 화상을 표시하기 위한 표시장치에 대한 요구가 다양한 형태로 증가하고 있다. 종래의 음극선관 표시장치(CRT)에 비해 박형, 경량화된 액정표시장치(liquid crystal display (LCD) device), 플라즈마 표시장치(plasma display panel (PDP)) 또는 유기발광다이오드(organic light emitting diode (OLED)) 표시장치를 포함하는 평판표시장치가 활발하게 연구 및 제품화되고 있다.

[0003] 이러한 평판표시장치 중에서, 유기발광다이오드 표시장치는 응답시간이 짧고 대조비가 크며 시야각이 넓고 소비전력이 낮은 것과 같이 여러 가지 장점이 있어, 차세대 표시장치로 개발하기 위해 활발한 연구가 진행 중이다.

[0004] 유기발광층을 포함하는 발광다이오드는 수분에 매우 취약하기 때문에, 외부로부터의 수분이 발광다이오드로 침투되는 것을 방지하고 외부 충격으로부터 발광다이오드를 보호하기 위해, 유리로 이루어지는 인캡슐레이션 기판이 발광다이오드의 상부로 부착된다.

[0005] 한편, 최근에는 표시장치를 종이처럼 휘고 말 수 있는 폴더블(foldable), 벤더블(bendable) 또는 롤러블(rollable) 표시장치(이하, 플렉서블(flexible) 표시장치로 통칭한다)가 제안되고 있다.

[0006] 이와 같은 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에서는 유리로 이루어지는 인캡슐레이션 기판 대신에 무기층과

유기층이 교대로 적층되는 인캡슐레이션 필름이 이용되고 있다.

[0007] 도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

[0008] 도 1에 도시된 바와 같이, 유기발광다이오드 표시장치(1)는 표시영역(AA)과 상기 표시영역(AA) 주변의 비표시영역(NA)이 정의되어 있는 플렉서블 기관(10)과, 상기 플렉서블 기관(10) 상에 형성된 발광다이오드(D)와, 상기 발광다이오드(D)를 덮는 인캡슐레이션 필름(20)을 포함한다.

[0009] 상기 플렉서블 기관(10)은 폴리이미드와 같은 폴리머로 이루어질 수 있으며, 상기 발광다이오드(D)는 상기 플렉서블 기관(10) 상부에 형성된다.

[0010] 상기 발광다이오드(D)는 상기 표시영역(AA)에 위치하며, 상기 비표시영역(NA)에는 상기 발광다이오드(D)를 구동하기 위한 구동부(미도시)가 위치한다.

[0011] 도시하지 않았으나, 상기 발광다이오드(D)는 마주하는 제 1 및 제 2 전극과 상기 제 1 및 제 2 전극 사이에 위치하는 유기발광층을 포함한다. 또한, 상기 플렉서블 기관(10) 상에는 각 화소영역 별로 스위칭 소자인 스위칭 박막트랜지스터와 구동 소자인 구동 박막트랜지스터가 형성되며, 상기 발광다이오드(D)의 제 1 전극은 상기 구동 박막트랜지스터에 연결된다.

[0012] 상기 인캡슐레이션 필름(20)은 상기 발광다이오드(D)를 덮으며 상기 표시영역(AA)과 상기 비표시영역(NA)에 대응하여 형성된다. 상기 인캡슐레이션 필름(20)은 고온, 고습 환경에서 발광다이오드(D)가 손상되는 것을 방지한다.

[0013] 상기 인캡슐레이션 필름(20)은 무기층과 유기층이 교대로 적층된 구조를 갖는다. 예를 들어, 상기 인캡슐레이션 필름(20)은 상기 발광다이오드(D) 상의 제 1 무기층(22)과, 상기 제 1 무기층(22) 상의 유기층(24)과, 상기 유기층(24) 상의 제 2 무기층(26)으로 구성되는 삼중층 구조를 가질 수 있다.

[0014] 또한, 상기 인캡슐레이션 필름(20) 상에는 배리어 필름(30)이 접착층(32)을 통해 부착될 수 있다.

[0015] 그런데, 이와 같은 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(1)가 고온, 고습 환경에 놓여지면, 발광다이오드(D)가 손상되어 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(1)의 표시 품질 저하 문제 및/또는 수명 단축 문제가 발생한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0016] 본 발명에서는, 발광다이오드의 손상에 의한 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에서의 표시 품질 저하 문제와 수명 단축의 문제를 해결하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0017] 위와 같은 과제의 해결을 위해, 본 발명은, 기관 상에 위치하는 박막트랜지스터와, 상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극의 중앙에 대응하여 개구를 갖는 बैं크층과, 상기 बैं크층 상에 위치하며 역테이퍼 형상을 갖는 적어도 두 개의 스페이서와, 상기 개구에 대응하여 상기 제 1 전극 상에 위치하는 유기발광층과, 상기 유기발광층 상에 위치하는 제 2 전극과, 상기 제 2 전극을 덮으며, 상기 스페이서의 측면과 접촉하는 제 1 무기층과, 상기 제 1 무기층을 덮는 제 1 유기층과, 상기 제 1 유기층을 덮는 제 2 무기층을 포함하는 인캡슐레이션 필름을 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치를 제공한다.

[0018] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 인캡슐레이션 필름은, 상기 제 1 무기층과 상기 제 1 유기층 사이에 위치하는 제 3 무기층을 더 포함하고, 상기 제 3 무기층은 상기 제 1 무기층보다 큰 두께를 가질 수 있다.

- [0019] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 제 2 전극과 상기 제 1 무기층 사이에 위치하는 캡핑층을 더 포함하고, 상기 캡핑층은 상기 스페이서의 측면에서 불연속적일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 적어도 두 개의 스페이서는 서로 이격되어 배치될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 인캡슐레이션 필름은, 상기 제 2 무기층 상의 제 2 유기층을 더 포함하고, 상기 제 2 유기층의 상부면과 접촉하며 접착층이 위치할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 제 2 유기층의 모듈러스 값은 상기 접착층보다 크고 상기 제 1 유기층보다 작을 수 있다.
- [0023] 다른 관점에서, 본 발명은, 기판 상에 박막트랜지스터를 형성하는 단계와, 상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극을 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극의 중앙에 대응하여 개구를 갖는 बैं크층을 형성하는 단계와, 상기 बैं크층 상에, 역테이퍼 형상을 갖는 스페이서를 형성하는 단계와, 상기 개구에 대응하여 상기 제 1 전극 상에 유기발광층을 형성하는 단계와, 상기 유기발광층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계와, 상기 제 2 전극을 덮으며, 상기 스페이서의 측면과 접촉하는 제 1 무기층을 형성하는 단계를 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법을 제공한다.
- [0024] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 무기층은 원자층 증착에 의해 형성될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 무기층 상에 제 1 유기층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 유기층 상에 제 2 무기층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 제 1 무기층 상에 상기 제 1 유기층을 형성하는 단계 이전에 상기 제 1 무기층 상에 제 3 무기층을 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 3 무기층은 플라즈마 화학기상증착(PECVD)에 의해 형성되고 상기 제 1 무기층보다 큰 두께를 가질 수 있다.
- [0027] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 플렉서블 기판 상에 발광다이오드를 형성하는 단계와, 상기 발광다이오드 상에 원자층 증착 공정에 의해 제 1 무기층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 무기층 상에 제 1 유기층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 유기층 상에 제 2 무기층을 형성하는 단계를 포함하는 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법을 제공한다.
- [0028] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 플렉서블 기판 상에 상기 발광다이오드를 형성하는 단계와 상기 발광다이오드 상에 원자층 증착 공정에 의해 상기 제 1 무기층을 형성하는 단계 사이 또는 상기 발광다이오드 상에 원자층 증착 공정에 의해 상기 제 1 무기층을 형성하는 단계와 상기 제 1 무기층 상에 제 1 유기층을 형성하는 단계 사이에, 플라즈마 화학기상증착(PECVD)에 의해 제 3 무기층을 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 3 무기층은 상기 제 1 무기층보다 큰 두께를 가질 수 있다.
- [0029] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 제 2 무기층 상에 제 2 유기층을 형성하는 단계와, 상기 제 2 유기층의 상부면과 접촉하는 접착층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 제 2 유기층의 모듈러스 값은 상기 접착층보다 크고 상기 제 1 유기층보다 작을 수 있다.

### 발명의 효과

- [0031] 본 발명에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에서는, 발광다이오드를 덮는 제 1 무기층을 스텝 커버리지(step coverage)가 좋은 원자층 증착(atomic layer deposition)에 의해 형성함으로써, 발광다이오드 상의 이물질에 의해 인캡슐레이션 필름에 크랙(crack)이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0032] 따라서, 고온, 고습 환경에서 발광다이오드의 손상이 방지되어 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 표시 품

질 저하 및/또는 수명 단축 문제를 해결할 수 있다.

- [0033] 플라즈마 화학기상증착(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)에 의해 무기층을 추가 형성함으로써, 발광다이오드의 측면으로 외부 수분이 침투하는 것을 방지할 수 있다.
- [0034] 이 경우, 제 2 무기층을 비교적 얇게 형성할 수 있기 때문에, 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 두께를 줄일 수 있다.
- [0035] 또한, 인캡슐레이션 필름의 최상층을 유기층으로 구성하여, 폴딩, 벤딩 또는 롤링 동작 시 또는 외부 충격에 의해 발생하는 스트레스가 최상층인 유기층에 의해 흡수된다. 따라서, 충격에 의한 인캡슐레이션 필름의 손상이 방지된다.
- [0036] 또한, 원자층 증착에 의해 형성되는 무기층이 역테이퍼 형상을 갖는 스페이서의 측면과 접촉함으로써, 발광다이오드 내에서의 박리 문제를 해결할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 4는 발광다이오드를 포함하는 한 화소영역을 보여주는 개략적인 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 평면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 종래 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에서 발광다이오드가 손상되는 것은, 발광다이오드 상에 이물질이 발생되고 이에 의해 인캡슐레이션 필름에 크랙이 발생하기 때문이다.
- [0039] 즉, 일반적으로 발광다이오드와 접촉하게 되는 무기층은 플라즈마 화학기상증착(plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD)에 의해 형성되는데, PECVD에 의해 형성되는 무기층은 스텝 커버리지(coverage)가 좋지 못하다. 따라서, 발광다이오드 상의 이물질을 완전히 커버하지 못하여 인캡슐레이션 필름에 크랙이 발생되고, 고온, 고습 환경에서 열 및/또는 수분에 의해 발광다이오드가 손상된다.
- [0040] 한편, 무기층의 두께를 증가시켜 이물질의 상부를 완전히 덮을 수 있다. 그러나, 무기층의 두께가 증가하더라도 이물질과 하부층의 계면은 완전히 덮이지 않기 때문에, 계면을 통해 외부 수분이 침투하게 된다.
- [0041] 또한, 무기층의 두께가 증가하면 인캡슐레이션 필름에 스트레스가 증가하여 폴딩, 벤딩, 롤링 동작 시 인캡슐레이션 필름에 크랙이 발생할 수 있고 가요성(flexibility)이 저하된다.
- [0042] 따라서, 종래 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치에서, 인캡슐레이션 필름 내에 크랙이 발생하여 발광다이오드 또는 스위칭/구동 박막트랜지스터가 손상되며, 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 표시 품질 저하 및/또는 수명 단축이 문제가 발생하게 된다.
- [0043] 이하, 위와 같은 문제를 해결할 수 있는 본 발명에 대하여, 도면을 참조하여 자세히 설명한다.
- [0044] 도 2는 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 하나의 화소영역을 도시한 도면이다.
- [0045] 도 2에 도시한 바와 같이, 유기발광다이오드 표시장치에는, 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트배선(GL), 데이터배선(DL) 및 파워배선(PL)이 형성되고, 화소영역(P)에는, 스위칭 박막트랜지스터(Ts), 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 유기발광다이오드(D)가 형성된다.

- [0046] 스위칭 박막트랜지스터(Ts)는 게이트배선(GL) 및 데이터배선(DL)에 연결되고, 구동 박막트랜지스터(Td) 및 스토리지 커패시터(Cst)는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 파워배선(PL) 사이에 연결되고, 유기발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결된다.
- [0047] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 영상표시 동작을 살펴보면, 게이트배선(GL)에 인가된 게이트신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되면, 데이터배선(DL)에 인가된 데이터신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트전극과 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0048] 구동 박막트랜지스터(Td)는 게이트전극에 인가된 데이터신호에 따라 턴-온 되며, 그 결과 데이터신호에 비례하는 전류가 파워배선(PL)으로부터 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 유기발광다이오드(D)로 흐르게 되고, 유기발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 흐르는 전류에 비례하는 휘도로 발광한다.
- [0049] 이때, 스토리지 커패시터(Cst)에는 데이터신호에 비례하는 전압으로 충전되어, 일 프레임(frame) 동안 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트전극의 전압이 일정하게 유지되도록 한다.
- [0050] 따라서, 유기전계발광 표시장치는 게이트신호 및 데이터신호에 의하여 원하는 영상을 표시할 수 있다.
- [0051] -제 1 실시예-
- [0052] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이고, 도 4는 발광다이오드를 포함하는 한 화소영역을 보여주는 개략적인 단면도이다.
- [0053] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(100)는 표시영역(AA)과 상기 표시영역(AA) 주변의 비표시영역(NA)이 정의되어 있는 플렉서블 기판(110)과, 상기 플렉서블 기판(110) 상에 형성된 발광다이오드(D)와, 상기 발광다이오드(D)를 덮는 인캡슐레이션 필름(120)을 포함하고, 상기 인캡슐레이션 필름(120)의 최하층인 제 1 무기층(121)은 원자층 증착(atomic layer deposition)에 의해 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0054] 상기 플렉서블 기판(110)은 폴리이미드와 같은 폴리머로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0055] 도시하지 않았으나, 상기 플렉서블 기판(110) 상에는 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어지는 버퍼층이 형성될 수 있다.
- [0056] 상기 플렉서블 기판(110) 상에는, 구동 박막트랜지스터(Td)와, 상기 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결되는 발광다이오드(D)가 위치한다.
- [0057] 도시하지 않았으나, 상기 플렉서블 기판(110) 상에는 서로 교차하여 화소영역을 정의하는 게이트 배선과 데이터 배선, 상기 게이트 배선 및 상기 데이터 배선 중 어느 하나와 평행하게 이격되어 연장되는 파워 배선, 상기 게이트 배선 및 상기 데이터 배선에 연결되는 스위칭 박막트랜지스터, 상기 파워 배선 및 상기 스위칭 박막트랜지스터의 일 전극에 연결되는 스토리지 캐패시터가 더 형성된다.
- [0058] 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는 상기 스위칭 박막트랜지스터에 연결되며, 반도체층(152)과, 게이트 전극(160)과, 소스 전극(170)과 드레인 전극(172)을 포함한다.
- [0059] 상기 반도체층(152)은 상기 플렉서블 기판(110) 상에 형성되며, 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0060] 상기 반도체층(152)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우 상기 반도체층(152) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 상기 반도체층(152)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 상기 반도체층(152)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 상기 반도체층(152)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 상기 반도체층(152)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0061] 상기 반도체층(152) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(154)이 상기 플렉서블 기판(110) 전면에 형성된다. 상기 게이트 절연막(154)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있는데, 상기 반도체층(152)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 상기 게이트 절연막(154)은 산화 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0062] 상기 게이트 절연막(154) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(160)이 상기 반도체층

(152)의 중앙에 대응하여 형성된다. 상기 게이트 전극(160)은 스위칭 박막트랜지스터에 연결된다.

- [0063] 상기 게이트 절연막(154)이 상기 플렉서블 기판(110) 전면에 형성되어 있으나, 상기 게이트 절연막(154)은 상기 게이트전극(160)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0064] 상기 게이트전극(160) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(162)이 상기 플렉서블 기판(110) 전면에 형성된다. 상기 층간 절연막(162)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0065] 상기 층간 절연막(162)은 상기 반도체층(152)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)을 갖는다. 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)은 상기 게이트 전극(160)의 양측에 상기 게이트 전극(160)과 이격되어 위치한다.
- [0066] 여기서, 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)은 상기 게이트 절연막(154) 내에도 형성된다. 이와 달리, 상기 게이트 절연막(154)이 상기 게이트 전극(160)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)은 상기 층간 절연막(162) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0067] 상기 층간 절연막(162) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(170)과 드레인 전극(172)이 형성된다.
- [0068] 상기 드레인 전극(172)과 상기 소스 전극(170)은 상기 게이트 전극(160)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)을 통해 상기 반도체층(152)의 양측과 접촉한다. 상기 소스 전극(170)은 상기 파워 배선(미도시)에 연결된다.
- [0069] 상기 반도체층(152)과, 상기 게이트전극(160), 상기 소스 전극(170), 상기 드레인전극(172)은 상기 구동 박막트랜지스터(Td)를 이루며, 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는 상기 반도체층(152)의 상부에 상기 게이트 전극(160), 상기 소스 전극(170) 및 상기 드레인 전극(172)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0070] 이와 달리, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0071] 한편, 상기 스위칭 박막트랜지스터(미도시)는 상기 구동 박막트랜지스터(Td)와 실질적으로 동일한 구조를 가질 수 있다.
- [0072] 상기 구동 박막트랜지스터(Td)의 상기 드레인 전극(172)을 노출하는 드레인 콘택홀(176)을 갖는 보호층(174)이 상기 구동 박막트랜지스터(Td)를 덮으며 형성된다.
- [0073] 상기 보호층(174) 상에는 상기 드레인 콘택홀(176)을 통해 상기 구동 박막트랜지스터(Td)의 상기 드레인 전극(172)에 연결되는 제 1 전극(180)이 각 화소 영역 별로 분리되어 형성된다.
- [0074] 상기 제 1 전극(180)은 애노드(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(180)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0075] 한편, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(100)가 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 상기 제 1 전극(180) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 반사전극 또는 상기 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0076] 또한, 상기 보호층(174) 상에는 상기 제 1 전극(180)의 가장자리를 덮는 बैं크층(186)이 형성된다. 상기 बैं크층(186)은 상기 화소영역에 대응하여 상기 제 1 전극(180)의 중심을 노출시킨다.
- [0077] 상기 제 1 전극(180) 상에는 유기 발광층(182)이 형성된다. 상기 유기 발광층(182)은 발광물질로 이루어지는 발광 물질층(emitting material layer)의 단일층 구조일 수 있다. 또한, 발광 효율을 높이기 위해, 상기 유기 발광층(182)은 상기 제 1 전극(180) 상에 순차 적층되는 정공 주입층(hole injection layer), 정공 수송층(hole transporting layer), 발광 물질층, 전자 수송층(electron transporting layer) 및 전자 주입층(electron injection layer)의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0078] 상기 유기 발광층(182)이 형성된 상기 플렉서블 기판(110) 상부로 제 2 전극(184)이 형성된다. 상기 제 2 전극

(184)은 표시영역(AA)의 전면에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드(cathode)로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(184)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.

- [0079] 상기 제 1 전극(180), 상기 유기발광층(182) 및 상기 제 2 전극(184)은 발광다이오드(D)를 이룬다.
- [0080] 상기 제 2 전극(184) 상에는, 외부 수분이 상기 발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(encapsulation film, 120)이 형성된다.
- [0081] 상기 인캡슐레이션 필름(120)은 제 1 무기층(121)과, 유기층(122)과 제 2 무기층(123)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0082] 예를 들어, 상기 인캡슐레이션 필름(120)은 상기 제 2 무기층(123) 상에 유기층이 추가로 적층되어 사중층 구조를 갖거나, 상기 제 2 무기층(123) 상에 유기층과 무기층이 추가로 적층되어 오중층 구조를 가질 수 있다.
- [0083] 상기 제 1 무기층(121)은 상기 발광다이오드(D)와 접촉하며 스텝 커버리지(step coverage)가 우수한 원자층 증착에 의해 형성된다. 예를 들어, 상기 제 1 무기층(121)은 산화실리콘(SiO<sub>x</sub>), 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>), 실리콘옥시나이트라이드(SiON) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 약 0.01~0.1 마이크로미터, 바람직하게는 약 0.05 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다.
- [0084] 상기 유기층(122)은 상기 제 1 무기층(121) 상에 형성되며, 상기 제 1 무기층(121)에 가해지는 스트레스를 줄이는 역할을 한다. 상기 유기층(122)은 아크릴(acryl) 계열 물질 또는 에폭시(epoxy) 계열의 물질로 이루어질 수 있다.
- [0085] 상기 제 2 무기층(123)은 상기 유기층(122) 상에 형성되며, PECVD에 의해 형성된다. 따라서, 상기 제 2 무기층(123)은 상기 제 1 무기층(121)보다 큰 두께를 가지며 수분 침투를 최소화하는 역할을 한다.
- [0086] 예를 들어, 상기 제 2 무기층(123)은 산화실리콘(SiO<sub>x</sub>), 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>), 실리콘옥시나이트라이드(SiON) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며 약 0.1~2 마이크로미터, 바람직하게는 약 1 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 제 2 무기층(123)에 의한 수분 침투 방식을 최대화하기 위해서, 상기 제 2 무기층(123)은 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>) 또는 실리콘옥시나이트라이드(SiON)로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0087] 상기 인캡슐레이션 필름(120) 상에는 배리어 필름(130)이 접착층(140)을 통해 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 접착층(140)은 압력 감응 접착제(Pressure Sensitive Adhesive)일 수 있다.
- [0088] 상기 배리어 필름(130)은 외부로부터의 수분 침투를 더 차단하고 상기 인캡슐레이션 필름(120)을 보호하는 역할을 한다. 그러나, 상기 배리어 필름(130)과 상기 접착층(140)은 생략될 수 있다.
- [0089] 이와 달리, 상기 접착층(140) 상에 터치 패널이 부착될 수도 있다.
- [0090] 한편, 상기 배리어 필름(130) 외측에는 외부광 반사를 줄여 명암비를 향상시키기 위한 편광판(미도시)이 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 편광판은 원 편광판일 수 있다.
- [0091] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(100)에서, 상기 인캡슐레이션 필름(120)의 최하층인 제 1 무기층(121)은 원자층 증착에 의해 형성되어 우수한 스텝 커버리지를 갖는다.
- [0092] 따라서, 발광다이오드(D) 상에 이물질이 있더라도 상기 제 1 무기층(121)에 의해 이물질이 완전히 덮여지기 때문에, 인캡슐레이션 필름(120)에 크랙이 발생하지 않으며 외부 수분이 표시영역(AA)으로 침투하여 발광다이오드(D)와 같은 구성 요소에 손상이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0093] 또한, 원자층 증착에 의해 형성되는 제 1 무기층(121)은 얇은 두께로 우수한 스텝 커버리지를 구현할 수 있기 때문에, 인캡슐레이션 필름(120)의 두께가 증가하지 않는다.
- [0094] 즉, 본 발명의 플렉서블 발광다이오드 표시장치(100)는 두께 증가 없이 표시 품질 및 수명이 향상된다.
- [0095] 그러나, 원자층 증착에 의해 형성되는 제 1 무기층(121)은 그 두께가 비교적 얇기 때문에, 수분 침투 방지에는 한계가 있다.

- [0096] -제 2 실시예-
- [0097] 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0098] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(200)는 표시영역(AA)과 상기 표시영역(AA) 주변의 비표시영역(NA)이 정의되어 있는 플렉서블 기판(210)과, 상기 플렉서블 기판(210) 상에 형성된 발광다이오드(D)와, 상기 발광다이오드(D)를 덮고 순차 적층되는 제 1 무기층(221), 제 2 무기층(222), 유기층(223), 제 3 무기층(224)을 포함하는 인캡슐레이션 필름(220)을 포함하고, 상기 인캡슐레이션 필름(220)의 최하층인 제 1 무기층(221)은 원자층 증착(atomic layer deposition)에 의해 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0099] 상기 플렉서블 기판(210)은 폴리이미드와 같은 폴리머로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0100] 상기 플렉서블 기판(210) 상에는, 구동 박막트랜지스터(도 4의 Td)와, 상기 구동 박막트랜지스터(도 4의 Td)에 연결되는 발광다이오드(D)가 위치한다.
- [0101] 도 4를 통해 설명한 바와 같이, 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는, 반도체층(152)과, 게이트 전극(160)과, 소스 전극(170)과 드레인 전극(172)을 포함하고, 상기 발광다이오드(D)는 상기 드레인 전극(172)에 연결되는 제 1 전극(180)과, 상기 제 1 전극(180)과 마주하는 제 2 전극(184)과, 상기 제 1 및 제 2 전극(180, 184) 사이에 위치하는 유기발광층(182)을 포함할 수 있다.
- [0102] 상기 발광다이오드(D) 상에는, 외부 수분이 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(220)이 형성된다.
- [0103] 상기 인캡슐레이션 필름(220)은 제 1 무기층(221)과, 제 2 무기층(222)과, 유기층(223)과, 제 3 무기층(224)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0104] 예를 들어, 상기 인캡슐레이션 필름(220)은 상기 제 3 무기층(224) 상에 유기층이 추가로 적층되어 오중층 구조를 갖거나, 상기 제 3 무기층(224) 상에 유기층과 무기층이 추가로 적층되어 육중층 구조를 가질 수 있다.
- [0105] 상기 제 1 무기층(221)은 상기 발광다이오드(D)와 접촉하며 스텝 커버리지(step coverage)가 우수한 원자층 증착에 의해 형성된다. 예를 들어, 상기 제 1 무기층(221)은 산화실리콘(SiO<sub>x</sub>), 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>), 실리콘옥시나이트라이드(SiON) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 약 0.01~0.1 마이크로미터, 바람직하게는 약 0.05 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다.
- [0106] 상기 제 2 무기층(222)은 상기 제 1 무기층(221) 상에 형성되며, 상기 제 1 무기층(221)을 덮는다. 상기 제 2 무기층(222)은 PECVD에 의해 형성되어 상기 제 1 무기층(221)보다 큰 두께를 가지며 수분 침투를 최소화하는 역할을 한다.
- [0107] 상기 제 1 무기층(221)은 원자층 증착에 의해 형성되고 상기 제 2 무기층(222)은 PECVD에 의해 형성되기 때문에, 상기 제 1 무기층(221)의 두께는 상기 제 2 무기층(222)보다 작고 상기 제 1 무기층(221)의 밀도는 상기 제 2 무기층(222)보다 크다.
- [0108] 원자층 증착에 의해 형성되는 상기 제 1 무기층(221)에 의해 발광다이오드(D) 상의 이물질이 완전히 덮이기 때문에, 상기 제 2 무기층(222)이 비교적 얇은 두께로 형성될 수 있다.
- [0109] 예를 들어, 상기 제 2 무기층(222)은 산화실리콘(SiO<sub>x</sub>), 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>), 실리콘옥시나이트라이드(SiON) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며 약 0.1~2 마이크로미터, 바람직하게는 약 1 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 제 2 무기층(222)에 의한 수분 침투 방지를 최대화하기 위해서, 상기 제 2 무기층(222)은 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>) 또는 실리콘옥시나이트라이드(SiON)로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0110] 상기 유기층(223)은 상기 제 2 무기층(222) 상에 형성되며, 상기 제 1 및 제 2 무기층(221, 222)에 가해지는 스트레스를 줄이는 역할을 한다. 상기 유기층(223)은 아크릴(acryl) 계열 물질 또는 에폭시(epoxy) 계열의 물질로 이루어질 수 있다.
- [0111] 상기 제 3 무기층(224)은 상기 유기층(223) 상에 형성되며, PECVD에 의해 형성된다. 따라서, 충분한 두께, 즉 상기 제 2 무기층(222)과 실질적으로 동일한 두께를 가지며 외부 수분 침투를 최소화한다. 상기 제 3 무기층(224)은 상기 제 2 무기층(222)과 동일 물질로 이루어질 수 있다.

- [0112] 상기 인캡슐레이션 필름(220) 상에는 배리어 필름(230)이 접착층(240)을 통해 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 접착층(240)은 압력 감응 접착제(Pressure Sensitive Adhesive)일 수 있다.
- [0113] 상기 배리어 필름(230)은 외부로부터의 수분 침투를 더 차단하고 상기 인캡슐레이션 필름(220)을 보호하는 역할을 한다. 그러나, 상기 배리어 필름(230)과 상기 접착층(240)은 생략될 수 있다.
- [0114] 이와 달리, 상기 접착층(240) 상에 터치 패널이 부착될 수도 있다.
- [0115] 한편, 상기 배리어 필름(230) 외측에는 외부광 반사를 줄여 명암비를 향상시키기 위한 편광판(미도시)이 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 편광판은 원 편광판일 수 있다.
- [0116] 진술한 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(200)에서, 상기 인캡슐레이션 필름(220)의 최하층인 제 1 무기층(221)은 원자층 증착에 의해 형성되어 우수한 스텝 커버리지를 갖는다.
- [0117] 따라서, 발광다이오드(D) 상에 이물질이 있더라도 상기 제 1 무기층(221)에 의해 이물질이 완전히 덮여지기 때문에, 인캡슐레이션 필름(220)에 크랙이 발생하지 않으며 외부 수분이 표시영역(AA)으로 침투하여 발광다이오드(D)와 같은 구성 요소에 손상이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0118] 또한, 원자층 증착에 의해 형성되는 제 1 무기층(221)은 얇은 두께로 우수한 스텝 커버리지를 구현할 수 있기 때문에, 인캡슐레이션 필름(120)의 두께가 증가하지 않는다.
- [0119] 또한, 상기 제 1 무기층(221)을 덮는 제 2 무기층(222)을 형성함으로써 상기 발광다이오드(D)로의 수분 침투를 최소화할 수 있으며, 상기 제 1 무기층(221)의 우수한 스텝 커버리지로 인해 상기 제 2 무기층(222)은 비교적 얇은 두께로 형성될 수 있다.
- [0120] 즉, 본 발명의 플렉서블 발광다이오드 표시장치(200)에서는, 두께 증가를 최소화하면서 표시 품질 및 수명이 향상된다.
- [0121] -제 3 실시예-
- [0122] 도 6은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0123] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(300)는 표시영역(AA)과 상기 표시영역(AA) 주변의 비표시영역(NA)이 정의되어 있는 플렉서블 기판(310)과, 상기 플렉서블 기판(310) 상에 형성된 발광다이오드(D)와, 상기 발광다이오드(D)를 덮고 순차 적층되는 제 1 무기층(321), 제 2 무기층(322), 제 1 유기층(323), 제 3 무기층(324), 제 2 유기층(325)을 포함하는 인캡슐레이션 필름(320)을 포함하고, 상기 인캡슐레이션 필름(320)의 제 2 무기층(322)은 원자층 증착(atomic layer deposition)에 의해 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0124] 상기 플렉서블 기판(310)은 폴리이미드와 같은 폴리머로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0125] 상기 플렉서블 기판(310) 상에는, 구동 박막트랜지스터(도 4의 Td)와, 상기 구동 박막트랜지스터(도 4의 Td)에 연결되는 발광다이오드(D)가 위치한다.
- [0126] 도 4를 통해 설명한 바와 같이, 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는, 반도체층(152)과, 게이트 전극(160)과, 소스 전극(170)과 드레인 전극(172)을 포함하고, 상기 발광다이오드(D)는 상기 드레인 전극(172)에 연결되는 제 1 전극(180)과, 상기 제 1 전극(180)과 마주하는 제 2 전극(184)과, 상기 제 1 및 제 2 전극(180, 184) 사이에 위치하는 유기발광층(182)을 포함할 수 있다.
- [0127] 상기 발광다이오드(D) 상에는, 외부 수분이 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(320)이 형성된다.
- [0128] 상기 인캡슐레이션 필름(320)은 제 1 무기층(321)과, 제 2 무기층(322)과, 제 1 유기층(323)과, 제 3 무기층(324)과, 제 2 유기층(325)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0129] 상기 제 1 무기층(321)은 상기 발광다이오드(D)와 접촉하며 상기 발광다이오드(D)의 상부면과 측면을 모두 덮는다. 즉, 상기 발광다이오드(D)는 상기 제 1 무기층(321)에 의해 완전히 덮인다.

- [0130] 상기 제 1 무기층(321)은 PECVD에 의해 형성되며, 발광다이오드(D)로의 수분 침투를 최소화하는 역할을 한다.
- [0131] 예를 들어, 상기 제 1 무기층(321)은 산화실리콘( $\text{SiO}_x$ ), 질화실리콘( $\text{SiN}_x$ ), 실리콘옥시나이트라이드( $\text{SiON}$ ) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며 약 0.1~2 마이크로미터, 바람직하게는 약 1 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 제 1 무기층(321)에 의한 수분 침투 방식을 최대화하기 위해서, 상기 제 1 무기층(321)은 질화실리콘( $\text{SiN}_x$ ) 또는 실리콘옥시나이트라이드( $\text{SiON}$ )로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0132] 상기 제 2 무기층(322)은 상기 제 1 무기층(321) 상에 형성되며 스텝 커버리지(step coverage)가 우수한 원자층 증착에 의해 형성된다.
- [0133] 예를 들어, 상기 제 2 무기층(322)은 산화실리콘( $\text{SiO}_x$ ), 질화실리콘( $\text{SiN}_x$ ), 실리콘옥시나이트라이드( $\text{SiON}$ ) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며, 약 0.01~0.1 마이크로미터, 바람직하게는 약 0.05 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다.
- [0134] 상기 제 2 무기층(322)은 원자층 증착에 의해 형성되기 때문에, 상기 발광다이오드(D)에 형성된 이물질을 완전히 덮는다.
- [0135] 상기 제 1 유기층(323)은 상기 제 2 무기층(322) 상에 형성되며, 상기 제 1 및 제 2 무기층(321, 322)에 가해지는 스트레스를 줄이고 표면 평탄화 역할을 한다.
- [0136] 상기 제 3 무기층(324)은 상기 제 1 유기층(323) 상에 형성되며, PECVD에 의해 형성된다. 따라서, 충분한 두께, 즉 상기 제 1 무기층(321)과 실질적으로 동일한 두께를 가지며 외부 수분 침투를 최소화한다. 상기 제 3 무기층(324)은 상기 제 1 무기층(321)과 동일 물질로 이루어질 수 있다.
- [0137] 상기 제 2 유기층(325)은 상기 제 3 무기층(324) 상에 형성되며, 외부 충격에 의해 상기 제 3 무기층(324)이 손상되는 것을 방지한다. 즉, 본 발명에서, 인캡슐레이션 필름(320)의 최상층은 유기층일 수 있다.
- [0138] 제 1 및 제 2 실시예에서와 같이, 인캡슐레이션 필름(120, 220)의 최상층이 무기층(123, 224)인 경우, 폴딩, 벤딩, 또는 롤링 동작 시 또는 외부 충격에 의해 발생하는 스트레스가 무기층(123, 224)에 집중되고 비교적 큰 모듈러스(modulus), 즉 고강성(high stiffness)을 갖는 무기층(123, 224)에 크랙이 발생할 수 있다. 즉, 최상층이 무기층인 인캡슐레이션 필름(120, 220)에 크랙이 발생되고 외부 수분이 크랙을 통해 발광다이오드(D)로 침투되어 발광다이오드(D)가 손상될 수 있다.
- [0139] 그러나, 본 발명의 제 3 실시예에서와 같이, 제 2 유기층(325)이 인캡슐레이션 필름(320)의 최상층을 이루는 경우, 비교적 작은 모듈러스를 갖는 제 2 유기층(325)에 의해 충격이 흡수되어 인캡슐레이션 필름(320)의 손상을 최소화할 수 있다.
- [0140] 이 경우, 상기 제 1 유기층(323)의 두께는 상기 제 2 유기층(325)보다 클 수 있다. 즉, 상기 제 1 유기층(323)은 이물질 커버를 위하여 원자층 증착에 의해 형성되는 제 2 무기층(322)을 덮는데, 제 1 유기층(323)의 두께가 비교적 작은 경우 제 1 유기층(323)의 상부면이 평탄화되지 않으며 그 상부에 형성되는 제 3 무기층(324)의 배리어 기능이 저하될 수 있다.
- [0141] 예를 들어, 상기 제 1 유기층(323)은 아크릴계 화합물로 이루어지고, 상기 제 2 유기층(325)은 에폭시계 화합물로 이루어질 수 있다. 아크릴계 화합물은 에폭시계 화합물보다 평탄화 특성이 우수하며, 에폭시계 화합물은 아크릴계 화합물보다 작은 모듈러스를 갖는다.
- [0142] 따라서, 상기 제 1 유기층(323)에 의해 이물질에 기인한 단차가 보상되어 평탄면이 제공되고, 상기 제 2 유기층(325)에 의해 외부 충격이 흡수된다.
- [0143] 한편, 제 1 및 제 2 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(100, 200)에서도, 인캡슐레이션 필름(120, 220)이 유기층을 최상층으로 더 포함할 수 있다.
- [0144] 상기 인캡슐레이션 필름(320) 상에는 배리어 필름(330)이 접착층(340)을 통해 부착될 수 있다. 즉, 상기 접착층(340)은 인캡슐레이션 필름(320)의 최상층인 제 2 유기층(325)의 상부면과 접촉할 수 있다. 예를 들어, 상기 접착층(340)은 압력 감응 접착제(Pressure Sensitive Adhesive)일 수 있다.
- [0145] 이때, 상기 제 2 유기층(325)의 모듈러스 값은 상기 접착층(340)보다 크고 상기 제 2 무기층(324) 및 상기 제 1 유기층(323)보다 작으며, 이에 따라 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(300)의 표시면으로부터 가해지는 외부 충격이 분산되어 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(300)의 손상을 최소화할 수 있다.

- [0146] 상기 배리어 필름(330)은 외부로부터의 수분 침투를 더 차단하고 상기 인캡슐레이션 필름(320)을 보호하는 역할을 한다. 그러나, 상기 배리어 필름(330)과 상기 접착층(340)은 생략될 수 있다.
- [0147] 이와 달리, 상기 접착층(340) 상에 터치 패널이 부착될 수도 있다.
- [0148] 한편, 상기 배리어 필름(330) 외측에는 외부광 반사를 줄여 명암비를 향상시키기 위한 편광판(미도시)이 부착될 수 있다. 예를 들어, 상기 편광판은 원 편광판일 수 있다.
- [0149] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(300)에서, 상기 인캡슐레이션 필름(320)의 제 2 무기층(322)은 원자층 증착에 의해 형성되어 우수한 스텝 커버리지를 갖는다.
- [0150] 따라서, 상기 제 1 무기층(321)이 비교적 얇은 두께를 가져 상기 발광다이오드(D) 상의 이물질질을 완전히 덮지 못하더라도, 우수한 스텝 커버리지를 갖는 제 2 무기층(322)에 의해 이물질이 완전히 덮이기 때문에 이물질에 의해 인캡슐레이션 필름(320)에 크랙이 발생하는 것이 방지된다.
- [0151] 즉, 본 발명의 플렉서블 발광다이오드 표시장치(300)에서는, 두께 증가를 최소화하면서 표시 품질 및 수명이 향상된다.
- [0152] 또한, 인캡슐레이션 필름(320)의 최상층이 유기층으로 구성됨으로써, 외부 충격에 의한 인캡슐레이션 필름(320)의 손상을 최소화할 수 있다.
- [0153] -제 4 실시예-
- [0154] 도 7은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이고, 도 8은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 평면도이다. 도 8에서는, 제 1 전극, 뱅크층 및 스페이서만을 도시하였다.
- [0155] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(400)는 플렉서블 기판(410)과, 상기 플렉서블 기판(410) 상에 형성된 발광다이오드(D)와, 화소 영역(P) 경계에 위치하는 스페이서(490)와, 상기 발광다이오드(D) 및 상기 스페이서(490)를 덮는 인캡슐레이션 필름(420)을 포함하고, 상기 인캡슐레이션 필름(420)의 최하층인 제 1 무기층(421)은 상기 스페이서(490)의 측면과 접촉하는 것을 특징으로 한다.
- [0156] 상기 플렉서블 기판(410)은 폴리이미드와 같은 폴리머로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0157] 도시하지 않았으나, 상기 플렉서블 기판(410) 상에는 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어지는 버퍼층이 형성될 수 있다.
- [0158] 상기 플렉서블 기판(410) 상에는, 구동 박막트랜지스터(Td)와, 상기 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결되는 발광다이오드(D)가 위치한다.
- [0159] 도시하지 않았으나, 상기 플렉서블 기판(410) 상에는 서로 교차하여 화소영역을 정의하는 게이트 배선과 데이터 배선, 상기 게이트 배선 및 상기 데이터 배선 중 어느 하나와 평행하게 이격되어 연장되는 파워 배선, 상기 게이트 배선 및 상기 데이터 배선에 연결되는 스위칭 박막트랜지스터, 상기 파워 배선 및 상기 스위칭 박막트랜지스터의 일 전극에 연결되는 스토리지 캐패시터가 더 형성된다.
- [0160] 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는 상기 스위칭 박막트랜지스터에 연결되며, 반도체층(452)과, 게이트 전극(460)과, 소스 전극(470)과 드레인 전극(472)을 포함한다.
- [0161] 상기 반도체층(452)은 상기 플렉서블 기판(410) 상에 형성되며, 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0162] 상기 반도체층(452)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우 상기 반도체층(452) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 상기 반도체층(452)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 상기 반도체층(452)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 상기 반도체층(452)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 상기 반도체층(452)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0163] 상기 반도체층(452) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(454)이 상기 플렉서블 기판(410) 전면에 형성

된다. 상기 게이트 절연막(454)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있는데, 상기 반도체층(152)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우, 상기 게이트 절연막(154)은 산화 실리콘으로 이루어질 수 있다.

- [0164] 상기 게이트 절연막(454) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(460)이 상기 반도체층(452)의 중앙에 대응하여 형성된다. 상기 게이트 전극(460)은 스위칭 박막트랜지스터에 연결된다.
- [0165] 상기 게이트 절연막(454)이 상기 플렉서블 기판(410) 전면에서 형성되어 있으나, 상기 게이트 절연막(454)은 상기 게이트전극(460)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0166] 상기 게이트전극(460) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(462)이 상기 플렉서블 기판(410) 전면에서 형성된다. 상기 층간 절연막(462)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0167] 상기 층간 절연막(462)은 상기 반도체층(452)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(464, 466)을 갖는다. 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(464, 466)은 상기 게이트 전극(460)의 양측에 상기 게이트 전극(460)과 이격되어 위치한다.
- [0168] 여기서, 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(464, 466)은 상기 게이트 절연막(454) 내에도 형성된다. 이와 달리, 상기 게이트 절연막(454)이 상기 게이트 전극(460)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(464, 466)은 상기 층간 절연막(462) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0169] 상기 층간 절연막(462) 상에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(470)과 드레인 전극(472)이 형성된다.
- [0170] 상기 드레인 전극(472)과 상기 소스 전극(470)은 상기 게이트 전극(460)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(464, 466)을 통해 상기 반도체층(452)의 양측과 접촉한다. 상기 소스 전극(470)은 상기 파워 배선(미도시)에 연결된다.
- [0171] 상기 반도체층(452)과, 상기 게이트전극(460), 상기 소스 전극(470), 상기 드레인전극(472)은 상기 구동 박막트랜지스터(Td)를 이루며, 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는 상기 반도체층(452)의 상부에 상기 게이트 전극(460), 상기 소스 전극(470) 및 상기 드레인 전극(472)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0172] 이와 달리, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0173] 한편, 상기 스위칭 박막트랜지스터(미도시)는 상기 구동 박막트랜지스터(Td)와 실질적으로 동일한 구조를 가질 수 있다.
- [0174] 상기 구동 박막트랜지스터(Td)의 상기 드레인 전극(472)을 노출하는 드레인 콘택홀(476)을 갖는 보호층(474)이 상기 구동 박막트랜지스터(Td)를 덮으며 형성된다.
- [0175] 상기 보호층(474) 상에는 상기 드레인 콘택홀(476)을 통해 상기 구동 박막트랜지스터(Td)의 상기 드레인 전극(472)에 연결되는 제 1 전극(480)이 각 화소 영역 별로 분리되어 형성된다.
- [0176] 상기 제 1 전극(480)은 애노드(anode)일 수 있으며, 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(480)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0177] 한편, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(400)가 상부 발광 방식(top-emission type)인 경우, 상기 제 1 전극(480) 하부에는 반사전극 또는 반사층이 더욱 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 반사전극 또는 상기 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-paladium-copper: APC) 합금으로 이루어질 수 있다.
- [0178] 또한, 상기 보호층(474) 상에는 상기 제 1 전극(480)의 가장자리를 덮는 뱅크층(486)이 형성된다. 상기 뱅크층(486)은 상기 화소영역에 대응하여 상기 제 1 전극(480)의 중심을 노출시킨다.
- [0179] 상기 뱅크층(486) 상에는 역테이퍼(reverse-taper) 형상을 갖는 스페이서(490)가 형성된다. 즉, 상기 스페이서(490)는 상기 뱅크층(486)에 근접한 아래 부분이 상기 뱅크층(486)으로부터 먼 위 부분보다 작은 폭을 갖는다.

- [0180] 일반적으로, 상기 발광다이오드(D)의 유기발광층(482)은 파인메탈마스크(fine metal mask, 미도시)를 이용한 열진공증착(thermal vapor deposition)에 의해 형성되는데, 파인메탈마스크에 의해 발광다이오드(D)에 손상이 발생할 수 있다. 예를 들어, 유기발광층(482)과 파인메탈마스크가 접촉하여 유기발광층(482)이 손상될 수 있다. 따라서, 뱅크층(486) 상에 스페이서(490)를 형성함으로써, 파인메탈마스크에 의한 발광다이오드(D)의 손상을 방지한다.
- [0181] 또한, 상기 스페이서(490)는 상기 뱅크층(486)의 일부에만 형성된다. 즉, 도 8을 참조하면, 상기 뱅크층(486)은 화소영역(P)을 두르며 일체로 형성되는 반면, 상기 스페이서(490)는 상기 뱅크층(486)의 일부에만 형성되어 서로 이격된다. 다시 말해, 적어도 두 개의 스페이서(490)가 서로 이격되어 상기 뱅크층(486)을 노출시키며 형성된다.
- [0182] 예를 들어, 서로 이격된 네 개의 스페이서(490)가 각 화소영역(P)의 네 측면에 대응하여 배치될 수 있다. 또한, 상기 스페이서(490)는 폴리이미드(polyimide)와 같은 고분자 물질로 이루어질 수 있다.
- [0183] 상기 제 1 전극(480) 상에는 유기 발광층(482)이 형성된다. 상기 유기 발광층(482)은 발광물질로 이루어지는 발광 물질층(emitting material layer)의 단일층 구조일 수 있다. 또한, 발광 효율을 높이기 위해, 상기 유기 발광층(482)은 상기 제 1 전극(480) 상에 순차 적층되는 정공 주입층(hole injection layer), 정공 수송층(hole transporting layer), 발광 물질층, 전자 수송층(electron transporting layer) 및 전자 주입층(electron injection layer)의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0184] 상기 유기 발광층(482)이 형성된 상기 플렉서블 기판(410) 상부로 제 2 전극(484)이 형성된다. 상기 제 2 전극(484)은 표시영역(도 3의 AA)의 전면에 위치하며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어져 캐소드(cathode)로 이용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(484)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0185] 상기 제 2 전극(484)은 상기 스페이서(490)의 측면(A)을 노출시킨다. 즉, 상기 스페이서(490)가 역테이퍼 형상을 갖기 때문에, 열증착 또는 스퍼터링에 의해 형성되는 제 2 전극(484)에는 상기 스페이서(490)의 측면(A)에서 끊김이 발생되고 상기 스페이서(490)의 측면(A)이 노출된다. 다시 말해, 상기 제 2 전극(484)의 형성 공정에서 상기 스페이서(490)의 상부에는 제 2 전극 물질 패턴(484a)이 형성되며, 역테이퍼 형상의 스페이서(490)에 의해 상기 제 2 전극(490)과 상기 제 2 전극 물질 패턴(484a)은 서로 분리된다.
- [0186] 상기 제 1 전극(480), 상기 유기발광층(482) 및 상기 제 2 전극(484)은 발광다이오드(D)를 이룬다.
- [0187] 도시하지 않았으나, 광추출 효율 향상을 위해 상기 제 2 전극(484)의 전면을 덮으며 유기물질로 이루어지는 캡핑층(capping layer)이 더 형성될 수 있다. 캡핑층은 상기 제 2 전극(484) 및 상기 제 2 전극 물질 패턴(484a)과 동일한 형상을 가지며 이들과 완벽히 중첩한다.
- [0188] 상기 제 2 전극(484) 상에는, 외부 수분이 상기 발광다이오드(D)로 침투하는 것을 방지하기 위해, 인캡슐레이션 필름(encapsulation film, 420)이 형성된다.
- [0189] 상기 인캡슐레이션 필름(420)은 제 1 무기층(421)과, 유기층(422)과 제 2 무기층(423)의 적층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0190] 예를 들어, 상기 인캡슐레이션 필름(420)은 상기 제 1 무기층(421)과 상기 유기층(422) 사이에 무기층이 형성되거나 상기 제 2 무기층(423) 상에 유기층이 추가로 적층되어 사중층 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 제 2 무기층(423) 상에 유기층과 무기층이 추가로 적층되어 오중층 구조를 가질 수 있다.
- [0191] 상기 제 1 무기층(421)은 상기 제 2 전극(484) 및 상기 제 2 전극 물질 패턴(484a) (또는 상기 캡핑층(미도시))의 전면 및 상기 스페이서(490)의 측면(A)과 접촉한다.
- [0192] 상기 제 1 무기층(421)은 스텝 커버리지(step coverage)가 우수한 원자층 증착에 의해 형성되며, 예를 들어, 상기 제 1 무기층(421)은 산화실리콘(SiO<sub>x</sub>), 질화실리콘(SiN<sub>x</sub>), 실리콘옥시나이트라이드(SiON) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다. 상기 제 1 무기층(421)은 약 0.01~0.1 마이크로미터, 바람직하게는 약 0.05 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다.
- [0193] 상기 제 1 무기층(421)과 상기 스페이서(490)의 접착력은, 상기 제 2 전극(484)과 상기 유기발광층(482), 상기 뱅크층(486) 및 상기 스페이서(490) 각각 간의 접착력 및 상기 제 1 무기층(421)과 상기 제 2 전극(484) 간 접착력보다 크다. 예를 들어, 상기 스페이서(490)가 고분자, 예를 들어 폴리이미드로 이루어지는 경우, 제 1 무기

층(421)과 스페이서(490)의 접촉력이 증가한다.

- [0194] 종래 유기발광다이오드 표시장치에서는, 제 2 전극 또는 유기발광층의 박리 문제가 발생되고 있다.
- [0195] 예를 들어, 열진공증착에 의해 형성되는 제 2 전극(484)은 상기 유기발광층(482), 상기 बैं크층(486) 및 상기 스페이서(490) 각각과 비교적 작은 접촉력을 갖기 때문에, 제 2 전극(484)이 박리되는 문제가 발생된다. 특히 플렉서블 표시장치에서는 제 2 전극(484)의 박리 문제가 더 커진다.
- [0196] 본 발명에서는, 스페이서(490)가 역테이퍼 형상을 갖기 때문에, 제 2 전극(490)이 스페이서(490)의 측면을 노출시키며 형성되고 제 1 무기층(421)이 스페이서(490)의 측면과 접촉하며 스페이서(490)에 접촉됨으로써, 발광다이오드(D)의 박리 문제를 해결할 수 있다.
- [0197] 만약, 스페이서(490)가 테이퍼 형상을 갖는다면, 제 2 전극(490)이 스페이서(490)의 상부면 및 측면과 접촉하기 때문에 제 1 무기층(421)이 스페이서(490)와 접촉하지 못한다. 따라서, 제 2 전극(490)의 박리 문제는 여전히 발생한다.
- [0198] 또한, 제 1 무기층(421)의 스텝 커버리지가 좋지 않다면, 스페이서(490)가 역테이퍼 형상을 갖더라도 제 1 무기층(421)이 스페이서(490)의 측면과 접촉하지 못하고 제 2 전극(490)의 박리 문제는 여전히 발생한다. 예를 들어, 제 1 무기층(421)이 PECVD에 의해 형성된다면, 제 1 무기층(421)은 스페이서(490)의 측면과 접촉하지 못한다.
- [0199] 상기 유기층(422)은 상기 제 1 무기층(421) 상에 형성되며, 상기 제 1 무기층(421)에 가해지는 스트레스를 줄이는 역할을 한다. 상기 유기층(422)은 아크릴(acryl) 계열 물질 또는 에폭시(epoxy) 계열의 물질로 이루어질 수 있다.
- [0200] 상기 제 2 무기층(423)은 상기 유기층(422) 상에 형성되며, PECVD에 의해 형성된다. 따라서, 상기 제 2 무기층(423)은 상기 제 1 무기층(421)보다 큰 두께를 가지며 수분 침투를 최소화하는 역할을 한다.
- [0201] 예를 들어, 상기 제 2 무기층(423)은 산화실리콘( $\text{SiO}_x$ ), 질화실리콘( $\text{SiN}_x$ ), 실리콘옥시나이트라이드( $\text{SiON}$ ) 중 어느 하나로 이루어질 수 있으며 약 0.1~2 마이크로미터, 바람직하게는 약 1 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 제 2 무기층(423)에 의한 수분 침투 방식을 최대화하기 위해서, 상기 제 2 무기층(423)은 질화실리콘( $\text{SiN}_x$ ) 또는 실리콘옥시나이트라이드( $\text{SiON}$ )로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0202] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플렉서블 유기발광다이오드 표시장치(400)에서, 상기 인캡슐레이션 필름(420)의 최하층인 제 1 무기층(421)은 원자층 증착에 의해 형성되어 우수한 스텝 커버리지를 갖는다.
- [0203] 따라서, 발광다이오드(D) 상에 이물질이 있더라도 상기 제 1 무기층(421)에 의해 이물질이 완전히 덮여지기 때문에, 인캡슐레이션 필름(420)에 크랙이 발생하지 않으며 외부 수분이 표시영역으로 침투하여 발광다이오드(D)와 같은 구성 요소에 손상이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0204] 또한, 원자층 증착에 의해 형성되는 제 1 무기층(421)은 얇은 두께로 우수한 스텝 커버리지를 구현할 수 있기 때문에, 인캡슐레이션 필름(420)의 두께가 증가하지 않는다.
- [0205] 즉, 본 발명의 플렉서블 발광다이오드 표시장치(400)는 두께 증가 없이 표시 품질 및 수명이 향상된다.
- [0206] 또한, 제 1 무기층(421)이 역테이퍼 형상의 스페이서(490)의 측면과 접촉하기 때문에, 발광다이오드(D)의 박리 문제를 해결할 수 있다.
- [0207] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

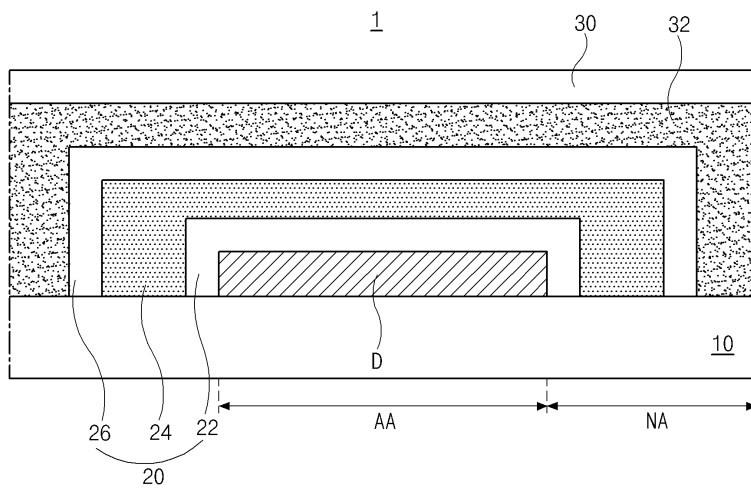
## 부호의 설명

[0208]

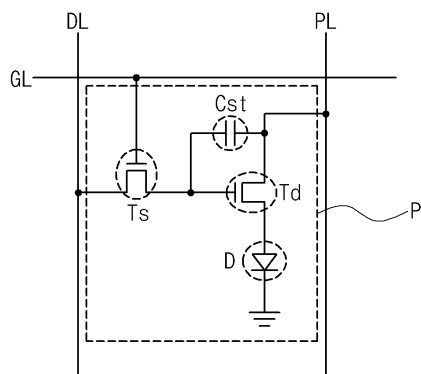
100, 200, 300, 400: 플렉서블 발광다이오드 표시장치  
 110, 210, 310, 410: 플렉서블 기판  
 120, 220, 320, 420: 인캡슐레이션 필름  
 121, 123, 221, 222, 224, 321, 322, 324, 421, 423: 무기층  
 122, 223, 323, 325, 422: 유기층  
 130, 230, 330: 배리어 필름 140, 240, 340: 접착층  
 186, 486: 뱅크층 490: 스페이서

## 도면

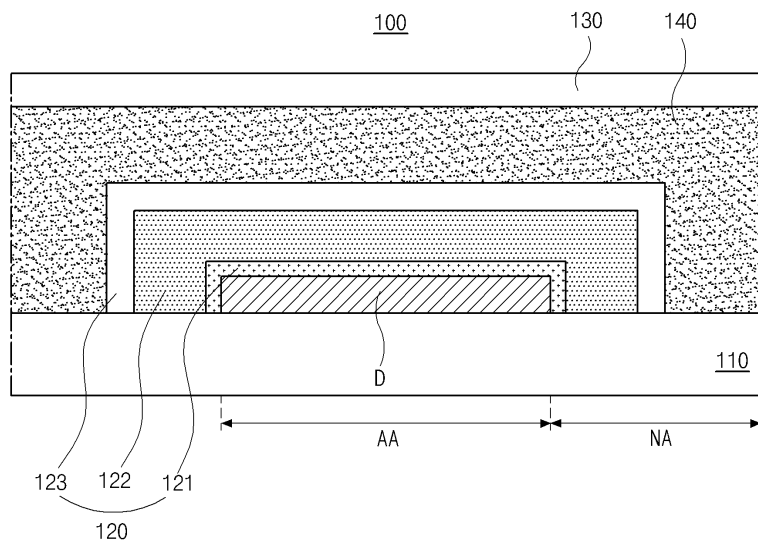
### 도면1



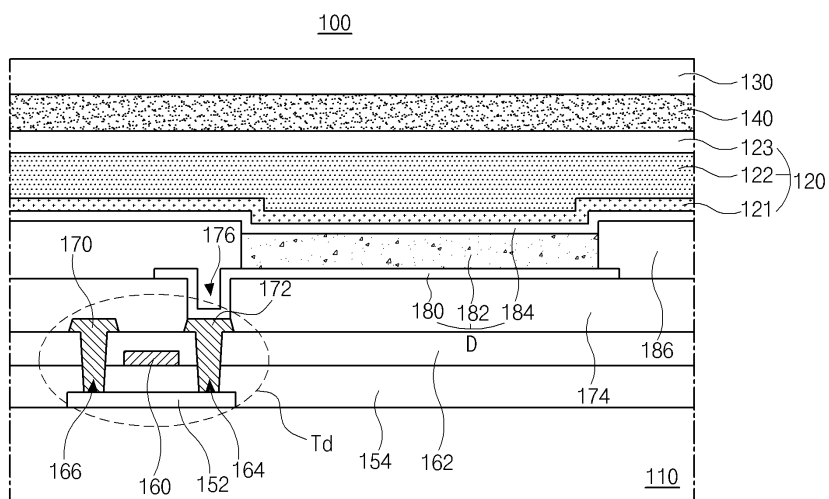
### 도면2



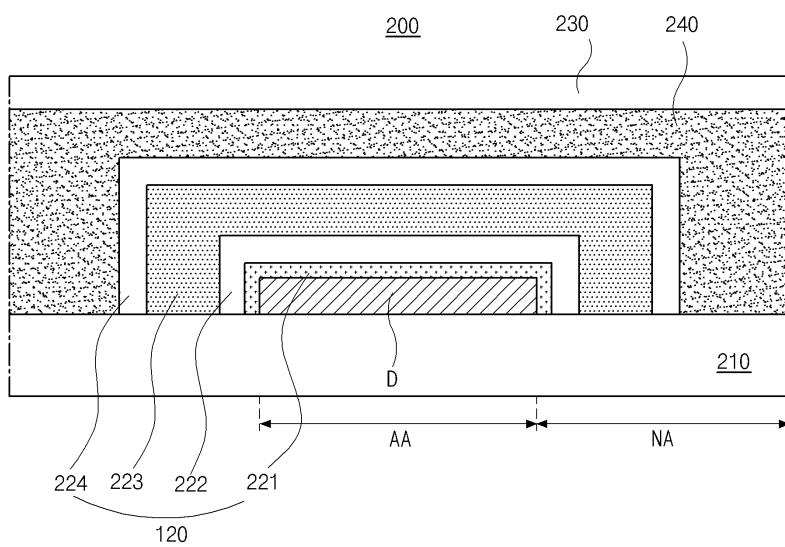
도면3



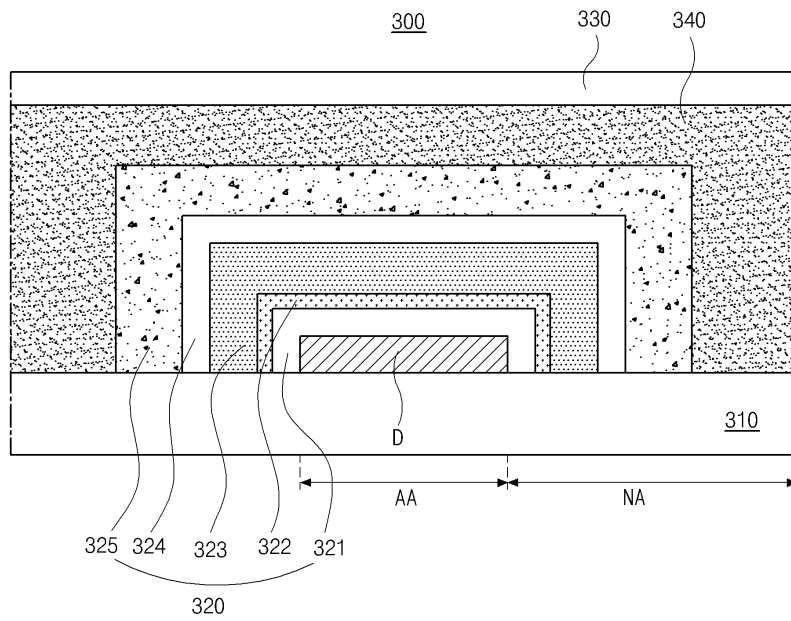
도면4



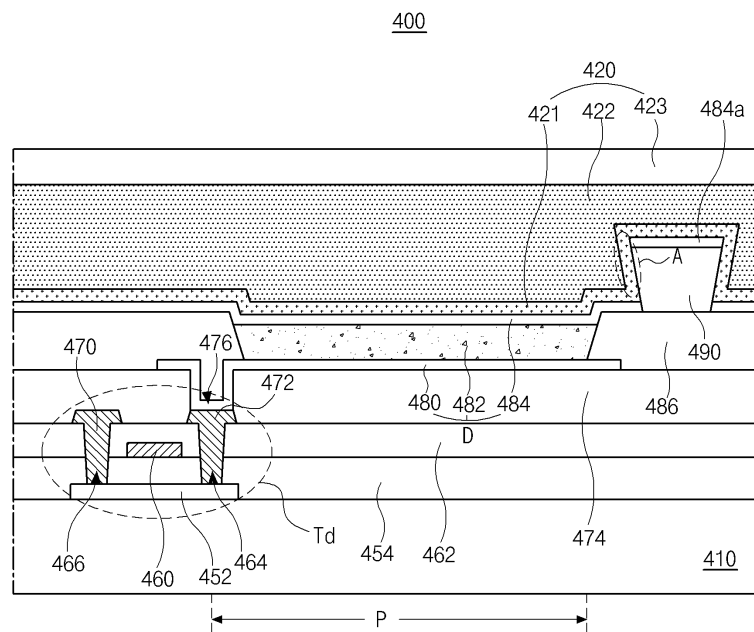
도면5



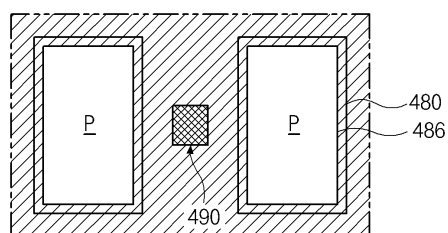
도면6



도면7



도면8



|                |                                                                                                  |         |            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 标题：柔性有机发光二极管显示装置及其制造方法                                                                           |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">KR1020170003768A</a>                                                                 | 公开(公告)日 | 2017-01-10 |
| 申请号            | KR1020150092836                                                                                  | 申请日     | 2015-06-30 |
| [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 JAE YOUNG<br>이재영<br>KIM JI MIN<br>김지민<br>KIM GI YOUN<br>김지연<br>OH SANG HOON<br>오상훈           |         |            |
| 发明人            | 이재영<br>김지민<br>김지연<br>오상훈                                                                         |         |            |
| IPC分类号         | H01L27/32 H01L21/314 H01L21/02                                                                   |         |            |
| CPC分类号         | H01L27/3272 H01L27/3248 H01L27/3246 H01L27/3274 H01L27/3262 H01L21/3141 H01L21/02274 H01L2227/32 |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                        |         |            |

#### 摘要(译)

在本发明中，它接触隔离物的侧面，其中封装薄膜的无机层具有倒锥形形状。以这种方式，可以解决发光二极管内的剥离问题。此外，台阶覆盖形成具有优异原子层沉积的封装膜的无机层。以这种方式，尽管在发光二极管的上部产生异物，但是可以防止封装膜被损坏。因此，可以最小化由外部水渗透引起的发光二极管的损坏。

