



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월06일

(11) 등록번호 10-2085961

(24) 등록일자 2020년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/32 (2006.01) G09F 9/33 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0162937

(22) 출원일자 2013년12월24일

심사청구일자 2018년11월28일

(65) 공개번호 10-2015-0074808

(43) 공개일자 2015년07월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1019970028685 A

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

권세열

경기도 고양시 일산서구 하이파크3로 62 하이파크  
시티 아이파크 5단지 507동 1002호

윤상천

서울특별시 영등포구 양평로17길 9 경남아너스빌  
101동 508호

이샘이누리

서울특별시 성북구 화랑로 214 삼성래미안 108동  
702호

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 21 항

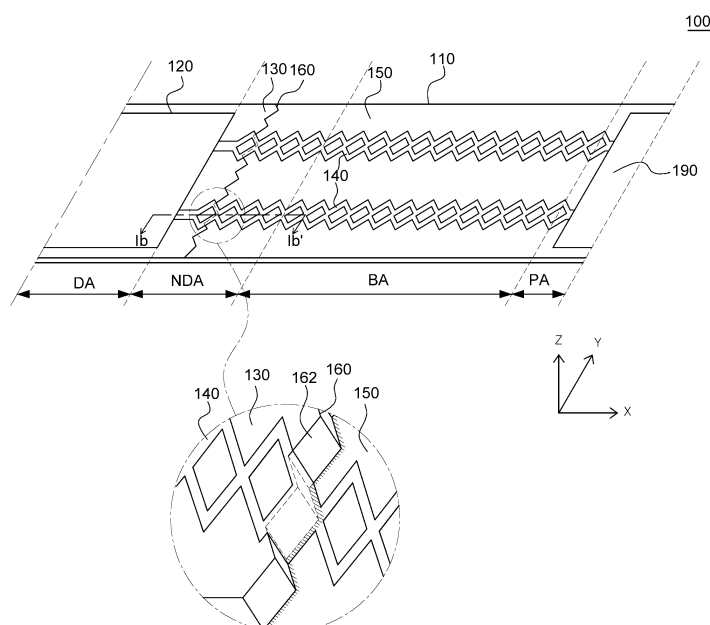
심사관 : 구본재

(54) 발명의 명칭 플렉서블 유기 발광 표시 장치 및 플렉서블 유기 발광 표시 장치 제조 방법

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예에 따른, 새로운 플렉서블 유기 발광 표시 장치가 제공된다. 플렉서블 표시 장치는 표시 영역, 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판을 포함한다. 표시 영역에는 박막 트랜지스터 및 유기 발광 소자를 포함하는 표시부가 배치된다. 플렉서블 기판상에는 표시 영

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도1a

역으로부터 연장된 비표시 영역의 일부에 형성된 제1 절연층이 형성된다. 제1 절연층은 지그재그 패턴을 포함한다. 복수의 배선은 표시부와 전기적으로 연결된다. 복수의 배선은 비표시 영역과 벤딩 영역을 가로지르도록 연장되고, 비표시 영역의 일부에서 제1 절연층 상에 위치된다. 제1 절연층 및 복수의 배선 상에는 패시베이션층이 형성된다. 제1 절연층의 지그재그 패턴의 구조에 의해 패시베이션층의 크랙 발생 빈도가 감소된다. 또한, 지그재그 패턴의 구조에 의해 패시베이션층에 크랙이 발생하는 경우에도 패시베이션층의 크랙이 배선에 접하는 패시베이션층의 크랙까지 이어지는 빈도를 감소시킬 수 있다.

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

표시 영역, 상기 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 상기 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기관;

상기 표시 영역에 배치되고, 박막 트랜지스터 및 유기 발광 소자를 포함하는 표시부;

상기 표시 영역 및 상기 표시 영역으로부터 연장된 비표시 영역의 일부에 형성된 제1 절연층;

상기 표시부와 전기적으로 연결되며, 상기 비표시 영역과 상기 벤딩 영역을 가로지르도록 연장되고, 상기 비표시 영역의 일부에서 상기 제1 절연층 상에 위치한 복수의 배선; 및

상기 제1 절연층 및 상기 복수의 배선 상에 형성된 패시베이션층을 포함하고,

상기 비표시 영역의 일부에 형성된 상기 제1 절연층은 지그재그 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 벤딩 영역의 상기 플렉서블 기관의 일부가 특정 방향으로 벤딩된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 지그재그 패턴의 일부는 상기 방향에 대하여 적어도 60 도 내지 80 도 기울어진 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 복수의 배선 각각은 상기 방향에 대해 사선 방향으로 연장된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 배선은 상기 지그재그 패턴에 대응하여 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 배선 각각은 마름모 형상, 삼각과 형상, 정현과 형상 또는 사다리꼴과 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성된 부분을 포함하는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 플렉서블 기관은 상기 벤딩 영역에서 연장된 패드 영역을 더 갖고,

상기 패드 영역에 배치된 패드부를 더 포함하고,

상기 복수의 배선은 상기 패드부와 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 지그재그 패턴은 상기 표시 영역으로부터  $30\mu\text{m}$  이상 이격된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 절연층은 상기 지그재그 패턴에서 경사진 면을 가지며,

상기 복수의 배선은 상기 경사진 면 상에 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 표시 영역 및 상기 비표시 영역의 일부에 배치되고, 상기 플렉서블 기판과 상기 제1 절연층 사이에 형성된 제2 절연층을 더 포함하고,

상기 제2 절연층은, 상기 제1 절연층의 지그재그 패턴과 상기 벤딩 영역 사이에서 실질적으로 동일한 지그재그 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 절연층은 상기 지그재그 패턴에서 경사진 면을 가지며,

상기 복수의 배선은 상기 제2 절연층의 경사진 면 상에 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제1 절연층의 지그재그 패턴과 상기 제2 절연층의 지그재그 패턴은 적어도  $10\mu\text{m}$  간격을 두고 이격된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 박막 트랜지스터는 액티브층, 게이트 전극, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고,

상기 박막 트랜지스터는 상기 액티브층과 상기 게이트 전극 사이에 형성된 게이트 절연층, 및 상기 게이트 전극과 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 사이에 형성된 층간 절연층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 절연층은 상기 층간 절연층과 동일한 물질로 하나의 공정을 통해 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 복수의 배선은 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극과 동일한 물질로 하나의 공정을 통해 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 16

비벤딩 영역과, 상기 비벤딩 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판;

상기 비벤딩 영역의 상기 플렉서블 기판에 형성된 제1 절연층; 및

상기 제1 절연층 상에 형성된 패시베이션층을 포함하고,

상기 제1 절연층은 상기 비벤딩 영역과 상기 벤딩 영역 사이에서 지그재그 패턴을 가지고,

상기 지그재그 패턴에 의해 상기 패시베이션층의 크랙의 빈도가 감소된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 지그재그 패턴은, 상기 패시베이션층에서 크랙이 발생된 경우, 상기 크랙의 전파가 상기 지그재그 패턴이 형성된 방향으로 유도되도록 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 18

제16항에 있어서,

상기 지그재그 패턴과 상기 비벤딩 영역과 상기 벤딩 영역의 경계 사이의 각도가 증가함에 따라 상기 패시베이션층의 크랙 발생 빈도가 감소되는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 19

표시 영역, 상기 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 상기 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판에 제2 절연층을 증착하는 단계;

상기 제2 절연층 상에 제1 절연층을 증착하는 단계;

상기 제2 절연층 및 상기 제1 절연층을 상기 비표시 영역의 일부에서 지그재그 패턴으로 패터닝하는 단계;

상기 제1 절연층을 상기 제2 절연층이 노출되도록 상기 비표시 영역의 다른 일부에서 지그재그 패턴으로 패터닝하는 단계;

상기 제1 절연층 및 제2 절연층 상에 상기 표시 영역으로부터 상기 벤딩 영역을 가로지르도록 배선을 형성하는 단계;

상기 배선 상에 패시베이션층을 증착하는 단계; 및

상기 플렉서블 기판의 상기 벤딩 영역을 벤딩시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치 제조 방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서,

상기 배선은 상기 제1 절연층의 지그재그 패턴과 상기 제2 절연층의 지그재그 패턴 사이에서는 상기 제1 절연층 상에 형성된 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치 제조 방법.

#### 청구항 21

표시 영역, 상기 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 상기 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판에 제2 절연층을 증착하는 단계;

상기 제2 절연층을 상기 표시 영역 및 상기 비표시 영역의 일부에 형성되도록 지그재그 패턴으로 패터닝하는 단

계;

상기 제2 절연층을 커버하도록 제1 절연층을 증착하는 단계;

상기 비표시 영역의 일부에 형성된 상기 제2 절연층의 지그재그 패턴과 상기 벤딩 영역 사이에 형성되도록 상기 제1 절연층을 지그재그 패턴으로 패터닝하는 단계;

상기 패터닝된 제1 절연층 상에 상기 표시 영역으로부터 상기 벤딩 영역을 가로지르도록 배선을 형성하는 단계;

상기 배선 상에 패시베이션층을 증착하는 단계; 및

상기 플렉서블 기판의 상기 벤딩 영역을 벤딩시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 플렉서블 유기 발광 표시 장치 및 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩(bending) 시 스트레스(stress)에 의한 패시베이션층의 크랙(crack)을 최소화하기 위한 플렉서블 유기 발광 표시 장치 및 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근에는 플렉서블(flexible) 소재인 플라스틱 등과 같이 유연성 있는 기판에 표시부, 배선 등을 형성하여, 종이처럼 휘어져도 화상 표시가 가능하게 제조되는 플렉서블 표시 장치가 차세대 표시 장치로 주목 받고 있다.

[0003] 플렉서블 표시 장치는 컴퓨터의 모니터 및 TV 뿐만 아니라 개인 휴대 기기까지 그 적용 범위가 다양해짐에 따라, 넓은 표시 면적을 가지면서도 감소된 부피 및 무게를 갖는 플렉서블 표시 장치에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히, 유기 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Display; OLED)는 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display; LCD)와 달리 별도의 광원이 필요하지 않으므로 상대적으로 얇은 두께로 구현이 가능하다는 점에서, 유기 발광 표시 장치를 플렉서블 표시 장치로 제조하려는 노력이 계속되고 있다.

[0004] [관련기술문헌]

[0005] 1. 내로우 베젤 타입 표시장치(한국특허출원 제2012-0039851호)

[0006] 2. 내로우 베젤 타입 액정표시장치(한국특허출원 제2011-0131149호)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 최근 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 대한 요구가 증가하면서, 기판, 기판 위에 형성되는 각종 절연층 및 금속 물질로 형성되는 배선 등의 플렉서빌리티(flexibility)를 확보하는 것이 필요하다. 기판의 경우, 플라스틱 등과 같은 유연한 재료를 사용하여 기판의 플렉서빌리티가 확보될 수 있다.

[0008] 한편, 유기 발광 표시 장치에서 빛이 발광하지 않는 영역의 벤딩 영역을 벤딩(bending)시킴으로써, 빛이 발광하지 않는 영역이 최소화될 수 있다. 벤딩 영역이 벤딩되는 경우, 벤딩 영역에 형성되는 배선과 무기막 또는 유기막인 패시베이션층이 벤딩에 의한 스트레스를 받아 단선될 수 있다.

[0009] 배선과 패시베이션층의 단선을 최소화하도록, 벤딩 영역에서 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층을 제거하는 방법이 채용될 수 있다. 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층 전부가 벤딩 영역에서 제거되면, 배선과 패시베이션층만 벤딩 영역에 남게 되어 벤딩 영역에서 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 두께가 감소된다. 벤딩 영역에서 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 두께가 감소되면, 벤딩 영역에 형성된 배선 및 패시베이션층이 받는 스트레스가 감소되고, 벤딩 영역에 형성된 배선과 패시베이션층에 대한 크랙의 발생이 현저하게 줄어든다.

[0010] 또한, 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층이 벤딩 영역에서 제거되는 경우, 벤딩 영역에서의 배선과 패시베이션층의 크랙 발생이 감소하지만, 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층이 제거된 부분 즉, 단차가

발생하는 부분에서는 패시베이션층의 크랙 발생이 증가할 수 있다. 단차가 발생하는 부분에서 패시베이션층의 크랙 발생이 증가하는 현상은, 단차를 커버하도록 형성되는 패시베이션층의 스텝 커버리지(step coverage)와 패시베이션층의 하부에 발생하는 심(shim) 때문일 수 있다.

- [0011] 스텝 커버리지란 종횡비가 큰 트렌치(trench) 또는 홀 등의 바닥과 벽면에도 균일한 두께의 막을 증착할 수 있는 능력을 의미한다. 즉, 패시베이션층의 스텝 커버리지가 우수하지 못하면 단차가 발생하는 부분의 측면에서 낮은 두께로 패시베이션층이 형성된다. 낮은 두께의 패시베이션층은 단차가 발생하는 부분에서 벤딩에 의한 스트레스에 더 취약할 수 있다.
- [0012] 또한, 단차가 발생하는 부분의 측면의 하단에는 심이 형성될 수 있다. 심이란 측면이 끝나는 지점에서 파인 틈을 의미한다. 심에 의해 패시베이션층의 두께가 심이 형성된 지점에서 급격히 낮아지므로, 심 주위에서 패시베이션층의 크랙이 발생할 확률이 높다. 따라서, 단차가 발생하는 부분의 측면에 형성된 패시베이션층은 벤딩에 의한 스트레스에 대해 더욱 취약하다.
- [0013] 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층 중 적어도 일부가 벤딩 영역에서 제거되는 경우, 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층 중 일부가 제거된 경계 부분에서 발생한 패시베이션층의 크랙이 전파되는 문제가 있다.
- [0014] 벤딩 스트레스에 의한 패시베이션층의 크랙은 크랙이 발생된 지점에서 전파될 수 있다. 크랙이 전파된다는 것은 크랙이 발생된 지점에서 스트레스에 취약한 지점으로 크랙이 이어지는 것을 의미한다.
- [0015] 특히, 패시베이션층의 크랙은 배선의 크랙과도 밀접하게 관련된다. 패시베이션층의 크랙이 먼저 발생되고, 패시베이션층의 크랙이 연장되어 배선과 패시베이션층이 접하는 영역까지 연장될 수 있다. 이 경우, 패시베이션층에 크랙이 연장되면서 아래의 배선에도 크랙이 발생될 수 있다. 패시베이션층의 크랙 발생이 아래의 배선에도 영향을 주는 것은 다양한 원인으로 설명될 수 있으나, 패시베이션층의 크랙이 발생할 때 발생하는 힘이 배선의 크랙을 발생시키는 것으로 알려져있다.
- [0016] 배선이 크랙되는 경우 정상적인 신호 전달이 이루어지지 않으므로 박막 트랜지스터나 유기 발광 소자가 정상적으로 동작하지 못하게 되고, 배선의 크랙은 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 불량으로 이어진다.
- [0017] 결국, 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층 중 적어도 일부가 벤딩 영역에서 제거되는 경우, 벤딩 영역에서 배선과 패시베이션층의 크랙 발생이 줄어든다. 그러나, 멀티 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층 중 일부가 제거된 경계 부분에서 패시베이션층의 크랙 발생 및 발생된 크랙의 전파가 생기므로, 패시베이션층의 크랙 발생과 발생된 크랙의 전파를 개선하는 것이 필요하다.
- [0018] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 버퍼층, 게이트 절연층 및 층간 절연층 중 적어도 일부가 벤딩되는 영역에서 제거되는 경우, 단차가 생기는 부분에서 배선과 패시베이션층의 크랙을 발생시키는 스트레스를 감소시킬 수 있는 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.
- [0019] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 패시베이션층에 크랙이 발생하더라도 패시베이션층의 크랙이 패시베이션층 아래의 배선에 전파되지 않는 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른, 새로운 플렉서블 유기 발광 표시 장치가 제공된다. 플렉서블 표시 장치는 표시 영역, 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판을 포함한다. 표시 영역에는 박막 트랜지스터 및 유기 발광 소자를 포함하는 표시부가 배치된다. 플렉서블 기판 상에는 표시 영역으로부터 연장된 비표시 영역의 일부에 형성된 제1 절연층이 형성된다. 제1 절연층은 지그재그 패턴을 포함한다. 복수의 배선은 표시부와 전기적으로 연결된다. 복수의 배선은 비표시 영역과 벤딩 영역을 가로지르도록 연장되고, 비표시 영역의 일부에서 제1 절연층 상에 위치된다. 제1 절연층 및 복수의 배선 상에는 패시베이션층이 형성된다. 제1 절연층의 지그재그 패턴의 구조에 의해 패시베이션층의 크랙 발생 빈도가 감소된다. 또한, 지그재그 패턴의 구조에 의해 패시베이션층에 크랙이 발생하는 경우에도 패시베이션층의 크랙이 배선에 접하는 패시베이션층의 크랙까지 이어지는 빈도를 감소시킬 수 있다. 결국, 배선의 크랙을 방지하여 배선 크랙에 따른 박막 트랜지스터 등의 불량을 감소시킬 수 있다.

- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른, 새로운 플렉서블 유기 발광 표시 장치가 제공된다. 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 비벤딩 영역과, 비벤딩 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판을 포함한다. 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 또한 비벤딩 영역의 플렉서블 기판에 형성된 제1 절연층, 제1 절연층 상에 형성된 패시베이션층을 포함한다. 제1 절연층은 비벤딩 영역과 벤딩 영역 사이에서 지그재그 패턴을 가지며, 지그재그 패턴에 의해 패시베이션층의 크랙의 빈도가 감소된다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른, 새로운 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 제조 방법이 제공된다. 먼저, 표시 영역, 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판에 제2 절연층을 증착한다. 그 후 제2절연층 상에 제1 절연층을 증착하고, 제2 절연층 및 제1 절연층을 비표시 영역의 일부에서 지그재그 패턴으로 패터닝한다. 그 후, 제1 절연층을 제2 절연층이 노출되도록 비표시 영역의 다른 일부에서 지그재그 패턴으로 패터닝하고, 제1 절연층 및 제2 절연층 상에 표시 영역으로부터 벤딩 영역을 가로지르도록 배선을 형성한다. 배선 상에 패시베이션층을 증착하고, 플렉서블 기판의 벤딩 영역을 벤딩시킨다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른, 새로운 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 제조 방법이 제공된다. 먼저, 표시 영역, 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판에 제2 절연층을 증착한다. 제2 절연층을 표시영역 및 비표시 영역의 일부에 형성되도록 지그재그 패턴으로 패터닝한다. 그 후, 제2 절연층을 커버하도록 제1 절연층을 증착하고, 비표시 영역의 일부에 형성된 제2 절연층의 지그재그 패턴과 벤딩 영역 사이에 형성되도록 제1 절연층을 지그재그 패턴으로 패터닝한다. 패터닝된 제1 절연층 상에 표시 영역으로부터 벤딩 영역을 가로지르도록 배선을 형성하고, 배선 상에 패시베이션층을 증착한다. 본 제조 방법에 의해 제조된 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 패시베이션층의 크랙 발생 빈도를 감소시키고, 패시베이션층의 크랙이 배선에 접하는 패시베이션층의 크랙까지 이어지는 빈도를 감소시킬 수 있다.
- [0025] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩 영역이 벤딩되기 전, 배선 및 제1 절연층의 형상을 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.
- 도 1b는 도 1a의 Ib-Ib'에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- 도 1c의 (a)는 패시베이션층의 감소된 크랙의 발생률을 설명하기 위해 도 1b의 비표시 영역에서 제1 절연층의 지그재그 패턴을 확대한 도면이다.
- 도 1c의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 지그재그 패턴에서 크랙 라인이 연장되는 방향을 설명하기 위한 확대 평면도이다.
- 도 1c의 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 지그재그 패턴의 형상을 설명하기 위한 확대 평면도이다.
- 도 1d는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩 영역이 벤딩된 경우 배선 및 제1 절연층의 형상을 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.
- 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩 영역이 벤딩되기 전, 배선, 제1 절연층 및 제2 절연층의 형상을 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.
- 도 2b는 도 2a의 IIb-IIb'에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치에서 제1 절연층이 지그재그 패턴을 갖는 제2 절연층을 덮는 구조의 실시예를 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 소자를 제조하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5는 제1 절연층이 지그재그 패턴을 갖는 제2 절연층을 덮는 구조의 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제조하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서



로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

- [0028] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.
- [0029] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0030] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0031] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0033] 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 유연성이 부여된 표시 장치를 의미하는 것으로서, 벤딩이 가능한(bendable) 표시 장치, 롤링이 가능한(rollable) 표시 장치, 깨지지 않는(unbreakable) 표시 장치, 접힘이 가능한(foldable) 표시 장치, 비틀림 가능한(twistable) 표시 장치, 늘임 가능한(stretchable) 표시 장치, 주름질 수 있는(wrinkable) 표시 장치, 탄성있는(resilient) 표시 장치, 신축성있는(elastic) 표시 장치 등과 동일한 의미로 사용된다. 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 유형으로 커브드(curved) 표시 장치가 포함되며, 커브드 표시 장치는 플렉서블 유기 발광 표시 장치가 특정 방향으로 벤딩된 상태로 고정된 표시 장치를 의미한다.
- [0034] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0035] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩 영역이 벤딩되기 전, 배선 및 제1 절연층의 형상을 설명하기 위한 개략적인 사시도이다. 도 1b는 도 1a의 Ib-Ib에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- [0036] 본 명세서에서 벤딩이라 함은, 도 1a를 참조하면, XY평면상에 위치하는 플렉서블 기관(110)에서 X축 양의 방향에 위치하던 일 측이 X축 양의 방향에서 Z축 음의 방향을 거쳐 점점 X축 음의 방향을 향해 굽어지는 것을 의미한다. 또한, 특정 방향으로 플렉서블 기관(110)을 벤딩할 때, 이러한 특정 방향이 벤딩 방향으로 지칭된다.
- [0037] 도 1a를 참조하면, 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)는 플렉서블 기관(110), 표시부(120), 제1 절연층(130), 복수의 배선(140), 멀티 버퍼층(150) 및 패드부(190)를 포함한다.
- [0038] 플렉서블 기관(110)은 유기 발광 표시 장치(100)의 여러 엘리먼트들을 지지하기 위한 기관이며, 벤딩이 가능하도록 유연성 있는 재료로 형성된다. 플렉서블 기관(110)은 표시 영역(DA) 및 표시 영역(DA)으로부터 연장된 비표시 영역(NDA), 비표시 영역(NDA)으로부터 연장된 벤딩 영역(BA) 및 패드 영역(PA)을 갖는다. 표시 영역(DA)에는 표시부(120)가 형성되고, 표시부(120)는 이미지를 표시한다. 비표시 영역(NDA)은 이미지를 표시하지 않는 영역 중에서 벤딩되지 않는 영역을 의미한다. 벤딩 영역(BA)은 이미지를 표시하지 않는 영역 중에서 플렉서블 기관(110)이 벤딩되는 영역을 의미한다. 패드 영역(PA)에는 패드부(190)가 형성된다.
- [0039] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 멀티 버퍼층(150)은 플렉서블 기관(110) 상의 표시 영역(DA), 비표시 영역(NDA), 벤딩 영역(BA) 및 패드 영역(PA)에 형성된다. 벤딩 영역(BA)에서 멀티 버퍼층(150)은 플렉서블 기관(110)으로부터 침투할 수 있는 수분 또는 공기로부터 복수의 배선(140)을 보호한다. 멀티 버퍼층(150)은 유기물과 무기물이 교대로 적층된 구조일 수 있다.
- [0040] 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA)의 일부에는 제1 절연층(130)이 형성된다. 제1 절연층(130)은 표시 영역(DA)의 전체 영역에 형성되고, 표시 영역(DA)으로부터 연장되어 비표시 영역(NDA)의 일부까지 형성되고, 비표시 영역(NDA)의 나머지 일부, 벤딩 영역(BA) 및 패드 영역(PA)에는 형성되지 않는다. 제1 절연층(130)은 비표시 영역(NDA)의 일부에만 형성되어 벤딩 영역(BA)에서 패시베이션층(170)의 크랙이 최소화될 수 있다. 제1 절연층(130)이 벤딩 영역(BA)에 형성되지 않는 경우, 벤딩 영역(BA)에 형성된 패시베이션층(170)이 받는 스트레스가

감소되어 밴딩 영역(BA)에 형성된 패시베이션층(170)에서의 크랙 발생이 현저하게 줄어든다.

- [0041] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 비표시 영역(NDA)에서의 제1 절연층(130)은 지그재그 패턴(160)으로 형성된다. 지그재그 패턴(160)이란 각도가 있는 모서리들로 이루어진 패턴이다. 지그재그 패턴(160)은 그 위에 형성되는 패시베이션층(170)의 크랙 발생을 감소시키기 위해 형성된다.
- [0042] 복수의 배선(140)은 멀티 버퍼층(150) 상에 형성된다. 복수의 배선(140)은 플렉서블 기판(110)의 표시 영역(DA)에 형성되는 표시부(120)와 구동 회로부 또는 게이트 드라이버 IC, 데이터 드라이버 IC 등을 전기적으로 연결하여 신호를 전달한다. 플렉서블 기판(110)이 밴딩되는 경우 배선(140)에 크랙이 발생하는 것을 최소화하기 위해, 배선(140)은 플렉서빌리티가 우수한 도전성 물질로 형성된다.
- [0043] 복수의 배선(140)은 비표시 영역(NDA)과 밴딩 영역(BA)을 가로지르도록 연장된다. 밴딩 영역(BA)에 위치하는 복수의 배선(140) 각각의 적어도 일부분은 밴딩 방향에 대해 사선 방향으로 연장한다. 복수의 배선(140) 각각은 비표시 영역(NDA)의 일부에서는 직선으로 연장되다가 마름모 형상이 연속적으로 이어지는 형상으로 연장된다.
- [0044] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 표시 영역(DA) 근방의 비표시 영역(NDA)에서는 복수의 배선(140)이 제1 절연층(130) 상에, 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160) 상에 형성된다. 도 1a의 일점쇄선의 원에서는 복수의 배선(140)이 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160) 상에 형성되는 형상이 확대되어 도시된다. 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)에서 제1 절연층(130)과 멀티 버퍼층(150) 간의 단차가 도시되며, 지그재그 패턴(160) 상에 배선(140)이 형성되는 형상을 도시된다. 도 1a의 일점쇄선의 원 내에서 도면을 보다 간략하게 도시하기 위해 배선(140)의 두께는 표현되지 않았다.
- [0045] 확대되어 도시된 도 1a에서 마름모 형상의 배선(140)은 제1 절연층(130) 상에 형성되고, 제1 절연층(130)의 측면(162)에 형성된다. 또한, 배선(140)은 지그재그 패턴(160)의 일부분 상에 형성된다. 배선(140)이 지그재그 패턴(160)의 일부분 상에 형성되는 경우, 제1 절연층(130)과 멀티 버퍼층(150) 사이의 단차가 생기는 부분, 즉 제1 절연층(130)의 측면(162) 및 제1 절연층(130)의 측면(162)과 멀티 버퍼층(150)이 연결되는 부분에서 배선(140)은 패시베이션층(170)보다 스텝 커버리지 및 유연성이 우수해서 크랙 발생을 최소화 할 수 있다.
- [0046] 또한, 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)은 직선 형상의 패턴에 비하여 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스를 더 감소시킬 수 있다. 따라서, 지그재그 패턴(160) 주위에서 패시베이션층(170)의 크랙 발생 빈도가 감소된다. 또한, 패시베이션층(170)에 크랙이 발생하더라도, 크랙의 전파가 지그재그 패턴(160)이 형성된 방향으로 유도되므로, 발생된 패시베이션층(170)의 크랙 전파가 최소화된다.
- [0047] 확대되어 도시된 도 1a의 일점쇄선의 원 내에서, 배선(140)은 지그재그 패턴(160)에 대응하여 형성된다. 지그재그 패턴(160)에 대응하여 형성된 배선(140)은 지그재그 패턴(160)에 평행한 경계를 갖는다. 배선(140)이 지그재그 패턴(160)에 대응하여 형성되는 경우, 배선(140)은 지그재그 패턴(160)에 대응하여 형성되지 않는 경우보다 지그재그 패턴(160)과 더 넓은 면적에서 접촉된다. 한편, 패시베이션층(170)은 플렉서블 기판(110) 전면에서 형성되나, 배선(140) 상에 형성되므로, 배선(140)과 지그재그 패턴(160)이 접촉하는 면적이 늘어날수록 패시베이션층(170)과 지그재그 패턴(160)이 접촉하는 면적은 상대적으로 줄어든다. 결국, 스텝 커버리지가 우수한 배선(140)과 지그재그 패턴(160)의 접촉 면적이 증가하면, 스텝 커버리지가 좋지 않은 패시베이션층(170)과 지그재그 패턴(160)의 접촉 면적이 상대적으로 감소하므로, 지그재그 패턴(160)에서의 패시베이션층(170) 크랙 발생이 감소한다.
- [0048] 도 1a에서 제1 절연층(130)의 측면(162)은 멀티 버퍼층(150)에 대해 수직한 면으로 도시되나, 제1 절연층(130)은 지그재그 패턴(160)에서 경사진 면을 가질 수도 있다. 제1 절연층(130)의 측면이 경사진 경우, 배선(140)은 경사진 면 상에 형성된다.
- [0049] 도 1a에서는 밴딩 영역(BA)과 표시 영역(DA) 사이의 비표시 영역(NDA)에만 지그재그 패턴(160)이 형성되는 것으로 도시되나, 패드 영역(PA)에도 비표시 영역(NDA)에서와 동일하게 제1 절연층(130)이 지그재그 패턴(160)으로 형성될 수 있다. 즉, 밴딩 영역(BA)이 밴딩되는 경우, 패드 영역(PA)에도 크랙을 발생시키는 스트레스가 전달되므로, 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)이 패드 영역(PA)에 형성되어, 패드 영역(PA)에서의 패시베이션층(170)의 크랙 발생을 저감시키고, 크랙의 전파를 최소화시킬 수 있다.
- [0050] 도 1a 및 도 1b에서는 복수의 배선(140) 각각이 마름모 형상으로 형성되어, 복수의 배선(140) 각각의 적어도 일부분이 밴딩 방향에 대해 사선 방향으로 연장하는 것이 도시되었으나, 이에 제한되지 않는다. 구체적으로, 복수의 배선(140) 각각은 마름모 형상, 삼각형 형상, 정현파 형상, 사다리꼴과 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형

성된 부분을 포함할 수 있다.

- [0051] 도 1a 및 도 1b에서는 복수의 배선(140) 모두가 동일한 형상으로 형성되는 것이 도시되었으나, 이에 제한되지 않고, 복수의 배선(140) 각각은 마름모 형상, 삼각과 형상, 정현파 형상, 사다리꼴과 형상 어느 하나의 형상으로 형성될 수 있다.
- [0052] 도 1b를 참조하면, 패시베이션층(170)은 제1 절연층(130), 멀티 버퍼층(150) 및 복수의 배선(140) 상에서 표시 영역(DA), 비표시 영역(NDA) 및 벤딩 영역(BA) 전면에서 형성된다. 즉, 패시베이션층(170)은 비표시 영역(NDA)의 일부 영역에서 제1 절연층(130) 상에, 다른 영역에서 복수의 배선(140)과 직접 접하도록 형성된다. 또한, 패시베이션층(170)은 비표시 영역(NDA)의 지그재그 패턴(160)에서 벤딩 영역(BA)까지의 영역 중 일부 영역에서 멀티 버퍼층(150) 상에, 다른 영역에서 복수의 배선(140)과 직접 접하도록 형성된다. 패시베이션층(170)은 복수의 배선(140)에 직접 접하도록 형성되어, 외부에서 침투할 수 있는 수분, 공기 또는 물리적 충격으로부터 복수의 배선(140)을 보호한다.
- [0053] 패시베이션층(170)은 무기막 또는 유기막으로 이루어진다. 그러나, 패시베이션층(170)을 구성하는 물질인 무기막 또는 유기막은 특성이 깨지기 쉬운 특성을 가지며 복수의 배선(140)에 비해 플렉서빌리티가 낮다. 벤딩 영역(BA)이 벤딩되는 경우, 벤딩 영역(BA)에서 발생한 스트레스에 의해 패시베이션층(170)에서 크랙이 발생할 수 있다. 또한, 패시베이션층(170)에 발생한 크랙은 패시베이션층(170)과 직접 접하도록 형성된 복수의 배선(140)에 전과되어 복수의 배선(140)에도 크랙을 야기할 수 있다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)의 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)은 직선 형상의 패턴에 비하여 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스가 감소된 부분을 더 많이 포함한다. 따라서, 지그재그 패턴(160) 주위에서 패시베이션층(170)의 크랙 발생 빈도가 감소된다. 또한, 패시베이션층(170)에 크랙이 발생하더라도, 크랙의 전과가 지그재그 패턴(160)이 형성된 방향으로 유도되므로, 발생한 패시베이션층(170)의 크랙 전과가 최소화된다.
- [0054] 도 1b를 참조하면, 플렉서블 기관(110) 상에는 멀티 버퍼층(150)이 형성된다. 멀티 버퍼층(150) 상에 액티브층(172)이 형성되고, 게이트 절연층(173)이 형성되고, 게이트 절연층(173) 상에 게이트 전극(174)이 형성되고, 층간 절연층(175)이 형성되며, 소스 전극(176) 및 드레인 전극(177)이 게이트 절연층(173)과 층간 절연층(175)의 콘택홀을 통해 액티브층(172)과 전기적으로 연결된다.
- [0055] 박막 트랜지스터(T)는 액티브층(172), 게이트 전극(174), 소스 전극(176) 및 드레인 전극(177)을 포함하는 코플래너 구조의 박막 트랜지스터(T)이다. 코플래너 구조의 박막 트랜지스터(T)는 소스 전극(176), 드레인 전극(177) 및 게이트 전극(174)이 액티브층(172)을 기준으로 상부에 위치하는 구조의 박막 트랜지스터이다. 본 명세서에서는 박막 트랜지스터(T)가 코플래너 구조인 것으로 설명하였으나, 이에 제한되지 않고 다양한 구조의 박막 트랜지스터가 사용될 수 있다.
- [0056] 또한, 도 1b에서는 박막 트랜지스터(T)가 P-type 박막 트랜지스터(T)인 경우를 가정하여, 애노드(180)가 드레인 전극(177)과 연결되는 것으로 설명하였으나, 박막 트랜지스터(T)가 N-type 박막 트랜지스터인 경우에는 애노드(180)가 소스 전극(176)에 연결될 수도 있다.
- [0057] 박막 트랜지스터(T) 상에는 박막 트랜지스터(T)를 보호하기 위한 패시베이션층(170) 및 박막 트랜지스터(T) 상부를 평탄화하기 위한 오버 코팅층(178)이 형성된다. 오버 코팅층(178)과 패시베이션층(170)의 콘택홀을 통해 드레인 전극(177)과 접하는 애노드(180), 애노드(180) 상에 형성된 유기 발광층(182) 및 유기 발광층(182) 상에 형성된 캐소드(183)가 형성된다. 유기 발광층(182) 아래에서 오버 코팅층(178)과 애노드(180) 사이에 반사층(179)이 개재되며, 애노드(180)의 측면에는 बैं크(181)가 형성된다. 캐소드(183) 상에는 봉지부(184)가 형성된다. 도 1b에서는 애노드(180), 유기 발광층(182) 및 캐소드(183)를 포함하고, 유기 발광층(182)으로부터의 빛이 캐소드(183) 방향으로 투과되는 탑에미션(top-emission) 방식의 유기 발광 소자가 도시되나, 애노드(180) 방향으로 빛이 투과되는 바텀에미션(bottom-emission) 방식의 유기 발광 소자가 사용될 수도 있다.
- [0058] 플렉서블 기관(110)의 표시 영역(DA)에는 연결부(142)가 형성된다. 연결부(142)는 배선(140)과 표시 영역(DA)에 형성된 임의의 구성요소를 연결하기 위한 구성요소로서, 표시부(120)에 형성된 다양한 도전성 구성요소 중 어느 하나와 동일한 물질로 형성된다. 도 1b에서는 연결부(142)가 게이트 전극(174)과 동일한 물질로 형성된 경우를 도시하였다.
- [0059] 배선(140)은 표시 영역(DA)에 형성된 다양한 도전성 구성요소 중 어느 하나와 동일한 물질로 형성된다. 도 1b에서는 배선(140)이 소스 전극(176) 및 드레인 전극(177)과 동일한 물질로 형성된 경우를 도시하였다. 배선(140)은 표시 영역(DA)에서 벤딩 영역(BA)에 걸쳐 동일한 물질로 형성되고, 동일 공정에 의해 형성될 수 있다.

- [0060] 비표시 영역(NDA)의 제1 절연층(130)은 표시 영역(DA)에 형성된 다양한 절연층 중 어느 하나와 동일한 물질로 형성된다. 도 1b에 도시된 바와 같이 배선(140)이 소스 전극(176) 및 드레인 전극(177)과 동일한 물질로 형성된 경우, 제1 절연층(130)은 플렉서블 기판(110)의 표시 영역(DA)에 형성된 게이트 절연층(173) 및 층간 절연층(175)과 동일한 물질로 형성된다.
- [0061] 제1 절연층(130)은 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA)의 일부에 형성되도록 패터닝된다. 제1 절연층(130)의 패턴은 표시 영역(DA)으로부터 30  $\mu\text{m}$  이상 이격된다. 지그재그 패턴(160)과 표시 영역(DA)이 30  $\mu\text{m}$  이상의 간격으로 이격되어야 표시 영역(DA)의 봉지부(184)가 충분한 넓이로 패터닝될 수 있으며, 봉지부(184)와 지그재그 패턴(160) 사이 간격에 대한 마진(margin)이 충분히 확보될 수 있다.
- [0062] 도 1b에서는 배선(140)이 소스 전극(176) 및 드레인 전극(177)과 동일한 물질로 형성되는 것이 도시되었으나, 이에 제한되지 않고, 배선(140)은 게이트 전극(174), 소스 전극(176), 드레인 전극(177), 반사층(179) 및 캐소드(183) 중 하나와 동일한 물질로 형성된다.
- [0063] 도 1b에서는 제1 절연층(130)이 게이트 절연층(173) 및 층간 절연층(175)과 동일한 물질로 형성된 것을 도시하였으나, 이에 제한되지 않고, 제1 절연층(130)은 멀티 버퍼층(150), 게이트 절연층(173) 및 층간 절연층(175) 중 하나와 동일한 물질로 형성될 수 있다.
- [0064] 도 1c의 (a), (b) 및 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 지그재그 패턴과 크랙에 대해 설명하기 위한 확대 평면도이다. 도 1c의 (a), (b) 및 (c)에서는 설명의 편의를 위해 도 1b의 패시베이션층(170)을 참조하여 설명한다.
- [0065] 도 1c의 (a)는 패시베이션층(170)의 감소된 크랙의 발생률을 설명하기 위해 도 1b의 비표시 영역(NDA)에서 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)을 확대한 도면이다.
- [0066] 비표시 영역(NDA)은 벤딩 영역(BA) 옆에 위치한 영역으로, 실제로 벤딩되는 영역은 아니다. 그러나, 비표시 영역(NDA)의 패시베이션층(170)은 벤딩 영역(BA)이 벤딩됨에 따라 벤딩 영역(BA)으로부터의 스트레스에 영향을 받는다. 따라서, 비표시 영역(NDA)의 패시베이션층(170)에서도 벤딩에 의한 스트레스에 의해 크랙이 발생할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)의 지그재그 패턴(160)은 패시베이션층(170)의 크랙 발생을 저감시킨다.
- [0067] 도 1c의 (a)를 참조하면, 지점 A는 지그재그 패턴(160)에서 패턴의 방향이 변경되는 지점에 위치하고, 지점 B는 지그재그 패턴(160)이 벤딩 방향에 대해 사선 방향으로 형성되는 지점에 위치한다. 지점 A와 지점 B에 가해지는 스트레스의 총합은 동일하다. 그러나, 지점 A와 지점 B에 가해지는 크랙을 발생시키는 스트레스(crack inducing stress)는 상이하다. 따라서, 지점 A와 지점 B에서 패시베이션층(170)의 크랙이 발생하는 빈도 또는 확률이 상이하다. 지점 A에 형성된 패시베이션층(170)의 크랙을 발생시키는 스트레스는 도 1c의 (a)에서 지점 A 양옆의 화살표로 도시된 방향에 대한 스트레스이다. 즉, 패시베이션층(170)에서 발생하는 크랙은, 패시베이션층(170)이 받는 스트레스의 총합만으로 발생하는 것이 아니라, 스트레스를 받는 방향에 따라 상이하게 발생된다. 지점 A에 형성된 패시베이션층(170)은 단차에서의 낮은 스텝 커버리지와 단차의 하단에 형성될 수 있는 심(shim) 때문에 스트레스에 매우 취약하다.
- [0068] 벤딩 방향이 지점 A에 도시된 화살표들과 평행한 방향인 경우, 지점 A에서 패시베이션층(170)의 크랙을 발생시키는 스트레스는 최대화된다. 즉, 벤딩 방향과 지점 A의 화살표들이 평행한 경우, 패시베이션층(170)의 크랙을 발생시키는 스트레스는 벤딩에 의한 스트레스의 총합에 가깝게 된다. 패시베이션층(170)의 크랙을 발생시키는 스트레스가 임계치를 넘게 되면, 지점 A에 형성된 패시베이션층(170)에는 크랙이 발생된다.
- [0069] 한편, 지점 B에서 패시베이션층(170)의 크랙을 발생시키는 스트레스는 도 1c의 (a)에서 지점 B 양 옆의 화살표로 도시된 방향에 대한 스트레스이다. 지점 B에 도시된 화살표와 벤딩 방향이 평행하지 않고, 기울어진 경우, 지점 B에 가해지는 벤딩에 의한 스트레스의 총합은 지점 A에서와 비교할 때 변동되지 않는다. 그러나, 지점 B에서 패시베이션층(170)에 가해지는 크랙을 발생시키는 스트레스는 벤딩 방향에 대한 지그재그 패턴(160)의 기울기에 따라 감소한다. 따라서, 지점 B에서는 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스가 감소됨에 따라 패시베이션층(170)의 낮은 스텝 커버리지와 심의 존재에도 불구하고, 패시베이션층(170)의 크랙 발생 빈도가 저감된다.
- [0070] 도 1c의 (a)에 도시된 지그재그 패턴(160)은 지점 A와 같이 크랙을 발생시키는 스트레스가 최대로 가해지는 지점의 수를 최소화하고, 지점 B와 같이 감소된 크랙을 발생시키는 스트레스가 가해지는 지점의 수를 최대화하기



위한 구조이다. 즉, 지그재그 패턴(160)은 직선 형상의 패턴에 비하여 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스가 감소된 부분을 더 많이 포함한다. 따라서, 지그재그 패턴(160) 주위에서 패시베이션층(170)의 크랙 발생 빈도가 감소된다.

[0071] 이하에서는 지그재그 패턴(160)에 의한 패시베이션층(170)의 크랙 전파 최소화에 대해 구체적으로 설명한다.

[0072] 도 1c의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 지그재그 패턴에서 크랙 라인이 연장되는 방향을 설명하기 위한 확대 평면도이다. 도 1c의 (b)를 참조하면, 제1 절연층(130)과 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)이 도시된다. 지점 C는 패시베이션층(170)에서 발생한 크랙의 위치이다. 선 D-D'은 발생한 크랙의 위치를 기준으로 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스를 가장 크게 받는 점들을 이은 선이다. 선 C-E, 선 C-E'은 지그재그 패턴(160)과 평행한 선이다.

[0073] 패시베이션층(170)에서 발생한 크랙은 스트레스에 취약한 지점으로 전파된다. 지점 C를 기준으로 벤딩 방향과 수직한 선 D-D'은 주위의 영역이 크랙을 발생시키는 스트레스를 가장 많이 받을 수 있는 영역이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)에서 제1 절연층(130)은 선 D-D'로 패턴링되지 않고, 선 C-E, 선 C-E'와 평행한 방향으로 패턴링된다. 따라서, 선 D-D' 주위의 영역에는 단차가 생기지 않고, 지그재그 패턴(160)과 평행한 선 C-E, 선 C-E' 주위의 영역에 제1 절연층(130)과 멀티 버퍼층(150)의 단차가 생긴다. 다시 말하면, 제1 절연층(130)이 지그재그 패턴(160)으로 형성되므로, 지그재그 패턴(160)의 주위 영역이 선 D-D' 주위의 영역보다 스트레스에 취약한 영역이 된다. 그러나, 전술한 바와 같이, 지그재그 패턴(160) 상에서의 지점들은 지점 C 보다는 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스를 적게 받으므로, 지점 C에서 패시베이션층(170)의 크랙이 발생하더라도 크랙이 쉽게 전파되지 않는다. 즉, 지그재그 패턴(160)은 패시베이션층(170)에 크랙이 발생한 경우, 패시베이션층(170)의 크랙의 전파가 지그재그 패턴(160)이 형성된 방향으로 유도되도록 한다. 또한, 지그재그 패턴(160)은 직선의 패턴 보다 그 길이가 더 길게 형성되므로, 패시베이션층(170)에서 발생한 크랙이 복수의 배선(140)까지 전파되기 위한 길이도 증가한다. 따라서, 패시베이션층(170)에서 크랙이 발생하더라도, 발생한 크랙이 복수의 배선(140)까지 전파되는 빈도가 감소된다.

[0074] 도 1c의 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 지그재그 패턴의 형상을 설명하기 위한 확대 평면도이다. 도 1c의 (c)에서는 지그재그 패턴(160)이 패시베이션층(170)에 대한 크랙의 발생을 감소시키고 크랙의 전파를 최소화하기 위한 지그재그 패턴(160)의 형상을 설명한다.

[0075] 도 1c의 (c)를 참조하면, 지그재그 패턴(160)의 일부는 벤딩 방향에 대해서  $\theta$ 의 기울기를 가진다.  $\theta$ 는 10도 내지 80도 범위 이내일 수 있다. 10도 내지 80도의 범위 사이에서 지그재그 패턴(160)의 선들이 형성되는 경우, 패시베이션층(170)에 크랙을 발생시키는 스트레스가 감소된다.  $\theta$ 는 바람직하게 60도 내지 80도 범위 이내일 수 있다.  $\theta$ 가 60도 이상이어야 패시베이션층(170)의 크랙 발생 빈도가 충분히 감소되고, 80도 이하여야 지그재그 패턴(160)이 패시베이션층(170)에서 발생한 크랙의 진행 방향을 불연속적으로 만들 수 있다.

[0076] 도 1d는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩 영역이 벤딩된 경우 배선 및 제1 절연층의 형상을 설명하기 위한 개략적인 사시도이다. 도 1d에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)는 도 1a에서 설명한 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)의 플렉서블 기관(110)의 벤딩 영역(BA)이 벤딩된 형상인 점만 상이할 뿐, 다른 구성은 실질적으로 동일하다. 도 1d를 참조하면, 플렉서블 기관(110)의 벤딩 영역(BA)이 벤딩되고, 벤딩에 의한 스트레스가 비표시 영역(NDA)까지 도달한다. 그러나, 제1 절연층(130)의 지그재그 패턴(160)에 의해 지그재그 패턴(160) 상에 형성된 패시베이션층의 크랙 발생이 저감되고, 패시베이션층에 크랙이 발생하더라도 복수의 배선(140)에 전파되지 않는다.

[0077] 도 1a 내지 1d에서는 플렉서블 기관이 다양한 영역을 갖는 것으로 설명되었으나, 플렉서블 기관은 비벤딩 영역과 비벤딩 영역 외곽의 벤딩 영역으로 설명될 수도 있다. 예를 들어, 제1 절연층은 비벤딩 영역에 형성될 수 있다. 제1 절연층은 플렉서블 기관의 비벤딩 영역과 벤딩 영역 사이에서 지그재그 패턴을 가질 수 있다. 제1 절연층의 지그재그 패턴은 비벤딩 영역과 벤딩 영역의 경계에 대해 사선으로 형성될 수 있다. 여기서, 지그재그 패턴과 비벤딩 영역과 벤딩 영역의 경계 사이의 각도가 증가함에 따라 패시베이션층의 크랙 발생 빈도가 감소된다. 또한, 지그재그 패턴은, 제1 절연층 상에 형성된 패시베이션층에 크랙이 발생한 경우, 크랙의 전파가 지그재그 패턴이 형성된 방향으로 유도되도록 하는 형상을 가질 수 있다. 크랙의 전파를 유도하기 위한 지그재그 패턴의 형상은 예를 들어, 패시베이션층의 크랙이 지그재그 패턴에서 패턴이 꺾이는 점들을 연결하여 전파되지 않도록, 지그재그 패턴에서 꺾이는 점들 간 거리가 충분히 이격된 형상일 수 있다.

[0078] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치에서 설명된 다양한 영역들에 대한 표현 및 패턴

의 형상을 지그재그 패턴의 표현은 본 발명의 이해를 돕기 위해 사용된 표현일 뿐이다. 따라서, 전술된 제1 절연층과 지그재그 패턴의 기능이 수행될 수 있다면, 제1 절연층이 배치되는 영역이나 패턴을 정의하기 위한 표현은 제한되지 않는다.

- [0079] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 벤딩 영역이 벤딩되기 전, 배선, 제1 절연층 및 제2 절연층의 형상을 설명하기 위한 개략적인 사시도이다. 도 2b는 도 2a의 IIb-IIb'에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- [0080] 도 2a 및 2b의 플렉서블 유기 발광 표시 장치(200)는 플렉서블 기관(210), 표시부(220), 제1 절연층(230), 제2 절연층(235), 복수의 배선(240) 및 패시베이션층(270)을 포함한다. 도 2a 및 2b의 플렉서블 유기 발광 표시 장치(200)의 플렉서블 기관(210), 표시부(220), 제1 절연층(230), 멀티 버퍼층(250) 및 패시베이션층(270)은 도 1a 및 1b의 플렉서블 기관(110), 표시부(120), 제1 절연층(130), 멀티 버퍼층(150) 및 패시베이션층(170)과 실질적으로 동일하므로 구체적 설명은 생략한다.
- [0081] 도 2a 및 2b의 플렉서블 유기 발광 표시 장치(200)는 멀티 버퍼층(250)과 제1 절연층(230) 사이에 형성된 제2 절연층(235)을 포함한다. 벤딩 영역(BA)에서 복수의 배선(240)과 패시베이션층(270)의 크랙을 최소화하도록 표시 영역(DA) 및 비표시 영역(NDA)의 일부에 제2 절연층(235)이 형성된다. 제2 절연층(235)은 표시 영역(DA)에 형성되고, 표시 영역(DA)으로부터 연장되어 비표시 영역(NDA)의 일부에 형성되고, 벤딩 영역(BA) 및 패드 영역(PA)에는 형성되지 않는다. 제2 절연층(235)은 비표시 영역(NDA)에서 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 벤딩 영역(BA) 사이에서, 지그재그 패턴(265)으로 형성된다.
- [0082] 제2 절연층(235)이 벤딩 영역(BA)과 비표시 영역(NDA)에서 제거된 구조에 의해 벤딩 영역(BA)에서 플렉서블 유기 발광 표시 장치(200)의 두께가 더욱 얇아진다. 따라서, 벤딩 영역(BA)에서 복수의 배선(240)과 패시베이션층(270)의 크랙의 발생률이 낮아진다.
- [0083] 또한, 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)은 제2 절연층(235)과 멀티 버퍼층(250) 상에 형성된 패시베이션층(270)의 크랙의 발생을 감소시키며, 발생한 크랙이 연속적으로 연결되지 않도록 한다.
- [0084] 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)은 적어도 10  $\mu$ m 간격을 두고 이격된다. 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)의 폭은 10  $\mu$ m 정도가 될 수 있다. 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)이 겹치도록 설계되지 않아야 하므로, 바람직하게 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)은 적어도 10  $\mu$ m 이상 이격된다. 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)이 10  $\mu$ m 이하로 이격되는 경우, 지그재그 패턴(260, 265) 각각에서의 단차가 실질적으로 하나의 단차로 형성된다. 단차가 너무 큰 경우, 패시베이션층(270)의 낮은 스텝 커버리지에 의해 제1 절연층(230) 및 제2 절연층(235)의 측면에 형성된 패시베이션층(270)의 두께가 너무 얇아져 패시베이션층(270)의 크랙 발생이 증가할 수 있다. 또한, 지그재그 패턴(260, 265)의 폭은 1  $\mu$ m 내지 10  $\mu$ m 범위일 수 있다. 폭이 1  $\mu$ m 이상이어야, 패시베이션층(270)의 크랙이 전파되는 경우, 패시베이션층(270)이 복수의 배선(240)과 직접 접촉하는 부분까지의 길이가 늘어나, 복수의 배선(240)으로의 크랙 전파가 저감될 수 있다. 또한 폭이 10  $\mu$ m 이하여야, 지그재그 패턴(260)과 지그재그 패턴(265)이 충분히 이격될 수 있다. 지그재그 패턴(260, 265)의 폭이 10  $\mu$ m 이상인 경우, 지그재그 패턴(260)과 지그재그 패턴(265)이 겹치거나 너무 가깝게 형성될 수 있다. 지그재그 패턴(260)과 지그재그 패턴(265)이 겹치는 경우 지그재그 패턴(260, 265)에서의 단차가 너무 커져 심 등에 의해 지그재그 패턴(260, 265) 상에 형성되는 배선(240) 또는 패시베이션층(270)에 크랙 발생이 증가할 수 있다.
- [0085] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)은 실질적으로 동일한 지그재그 패턴으로 형성된다. 여기서, 실질적으로 동일한 지그재그 패턴이란 제1 절연층(230)의 지그재그 패턴(260)과 제2 절연층(235)의 지그재그 패턴(265)이 가상의 선을 따라 겹쳐지는 경우, 일치되는 패턴이라는 것을 의미한다. 제1 절연층(230)의 패터닝 공정과 제2 절연층(235)의 패터닝 공정이 동일한 마스크를 사용하는 경우, 지그재그 패턴(260)과 지그재그 패턴(265)은 실질적으로 동일하게 형성될 수 있으며, 제조 비용이 감소될 수 있다.
- [0086] 멀티 버퍼층(250)은 무기막과 유기막이 교대로 적층되어 구성된다. 또한, 제2 절연층(235)도 멀티 버퍼층(250)처럼 무기막과 유기막이 교대로 적층되어 구성된다. 도 2b에서 멀티 버퍼층(250)과 제2 절연층(235)을 상이한 층으로 도시하였으나, 멀티 버퍼층(250)과 제2 절연층(235)은 제2 절연층이 비표시 영역(NDA)에서 지그재그 패턴(265)을 가진다는 점만 상이할 뿐, 무기막과 유기막이 교대로 적층된 구조는 동일하다. 도 2b를 참조하면, 제

2 절연층(235)도 지그재그 패턴(265)에서 경사진 면을 가지며, 배선(240)은 제2 절연층(235)의 경사진 면 상에 형성된다.

- [0087] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치에서 제1 절연층이 지그재그 패턴을 갖는 제2 절연층을 덮는 구조의 실시예를 설명하기 위한 단면도이다. 플렉서블 유기 발광 표시 장치(300)는 도 2b에서 설명한 플렉서블 유기 발광 표시 장치(200)와 제1 절연층(230)과 제2 절연층(235)이 지그재그 패턴을 갖는 위치만 상이할 뿐, 다른 구성은 실질적으로 동일하다.
- [0088] 도 3을 참조하면, 제2 절연층(335)은 복수의 버퍼층(350) 상에 형성되고, 비표시 영역(NDA)의 일부에서 지그재그 패턴(365)을 포함한다. 제1 절연층(330)은 제2 절연층(335)과 제2 절연층(335)의 지그재그 패턴(365)을 덮도록 형성되므로, 제2 절연층(335)의 지그재그 패턴(365)의 위치에서 단차를 가진다. 제1 절연층(330)은 게이트 절연층(373) 및 층간 절연층(375)을 포함한다. 제1 절연층(330)은 제2 절연층(335)의 지그재그 패턴(365)과 벤딩 영역(BA) 사이에서 지그재그 패턴(360)을 포함한다.
- [0089] 배선(340) 및 패시베이션층(370)은 표시 영역(DA)에서 제1 절연층(330)의 지그재그 패턴(365)까지 제1 절연층(330) 상에 형성되고, 지그재그 패턴(365)을 넘어서부터는 멀티 버퍼층(350) 상에 형성된다. 도 3에 도시된 구조에 의해 패시베이션층(370)의 크랙 발생 빈도가 감소된다. 발생한 크랙의 전파가 최소화되는 원리와 효과는 전술한 바와 동일하다.
- [0090] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 소자를 제조하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 4는 도 1a에서 설명된 플렉서블 유기 발광 표시 장치(100)의 비표시 영역(NDA) 및 벤딩 영역(BA)에서의 구성 요소들이 형성되는 공정들을 설명하기 위한 순서도이다. 비표시 영역(NDA) 및 벤딩 영역(BA)에서의 구성 요소들 외의 표시부 등과 같은 구성요소는 예를 들어 도 1b에 도시된 바와 같이 형성될 수 있다.
- [0091] 먼저, 표시 영역, 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기판 상에 제2 절연층을 증착한다(S110).
- [0092] 플렉서블 기판은 연성의 절연 물질로 형성될 수 있다. 사용 가능한 연성의 절연 물질은 폴리이미드(polyimide; PI)를 비롯하여 폴리에테리미드(polyetherimide; PEI), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate; PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리메탈메틸크릴레이트(PMMA), 폴리스타이렌(PS), 스타이렌아크릴 나이트릴코폴리머(SAN), 실리콘-아크릴 수지 등일 수 있다. 제2 절연층은 유기막 및 무기막이 교차로 증착된 멀티 버퍼층의 일부의 층일 수 있다.
- [0093] 제2 절연층 상에 제1 절연층을 증착한다(S120). 제1 절연층은 층간 절연막 또는 게이트 절연막과 동일한 물질로 동일한 공정에 의해 형성될 수도 있다.
- [0094] 제2 절연층 및 제1 절연층이 비표시 영역의 일부에 형성되도록 제2 절연층 및 제1 절연층을 지그재그 패턴으로 패터닝한다(S130). 제1 절연층 및 제2 절연층의 패터닝은 예를 들어 지그재그 패턴이 형성된 마스크를 이용한 포토리지스트 공정으로 수행될 수 있다.
- [0095] 제2 절연층이 노출되도록 제1 절연층을 비표시 영역의 다른 일부에서 지그재그 패턴으로 패터닝한다(S140). 제2 절연층이 노출되도록 제1 절연층을 패터닝하는 단계는 제1 절연층과 제2 절연층 중 제1 절연층만을 마스크를 이용한 포토리지스트 공정으로 제거하는 단계이다. 제2 절연층이 노출되도록 제1 절연층을 지그재그 패턴으로 패터닝함으로써, 비표시 영역에서 제1 절연층이 제2 절연층 상에서 지그재그 패턴을 갖는다.
- [0096] 제1 절연층과 제2 절연층 상에, 표시 영역으로부터 벤딩 영역을 가로지르도록 배선을 형성한다(S150). 배선은 지그재그 패턴의 경사진 면 상에도 형성된다. 배선은 제1 절연층의 지그재그 패턴과 제2 절연층의 지그재그 패턴 사이에서 제1 절연층 상에 형성되고, 제2 절연층의 지그재그 패턴과 벤딩 영역 사이에서 멀티 버퍼층 상에 형성된다. 또한, 배선은 제1 절연층의 지그재그 패턴 배선은 마름모 형상, 삼각과 형상, 정현파 형상, 사다리꼴과 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성된다. 배선은 지그재그 패턴을 따라 형성될 수도 있다.
- [0097] 배선, 제1 절연층 및 제2 절연층 상에 패시베이션층을 증착한다(S160). 패시베이션층은 배선, 제1 절연층 및 제2 절연층을 커버하도록 형성된다. 따라서, 패시베이션층은 제1 절연층의 지그재그 패턴의 경사진 면 상에도 형성된다. 패시베이션층은 무기막 및 유기막이 교대 적층되어 형성될 수 있으며, 무기막이 단독으로 적층되어 형성될 수도 있다.
- [0098] 추가적으로, 플렉서블 기판의 벤딩 영역을 벤딩시킨다. 벤딩 영역이 벤딩되더라도, 제1 절연층의 지그재그 패턴에 의해 절연층 상에 형성된 패시베이션층에서의 크랙 발생 빈도가 감소하고, 크랙이 발생하더라도 크랙이 이어

지지 않는다.

- [0099] 도 5는 제1 절연층이 지그재그 패턴을 갖는 제2 절연층을 덮는 구조의 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제조하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0100] 먼저, 표시 영역, 표시 영역에서 연장된 비표시 영역 및 비표시 영역에서 연장된 벤딩 영역을 갖는 플렉서블 기관 상에 제2 절연층을 증착한다(S210). 제2 절연층은 무기막과 유기막이 교대로 복수회 적층된 층이며, 멀티 버퍼층의 일부의 층일 수 있다.
- [0101] 제2 절연층이 표시 영역 및 비표시 영역의 일부에 형성되도록 지그재그 패턴으로 패터닝한다(S220). 제2 절연층의 일부가 비표시 영역의 일부에서 지그재그 패턴을 갖는 마스크를 이용하여 제거된다.
- [0102] 다음으로, 제2 절연층을 커버하도록 제1 절연층을 증착한다(S230). 제1 절연층은 게이트 절연층, 층간 절연층 또는 게이트 절연층과 층간 절연층 모두를 포함할 수 있다. 제1 절연층은 제2 절연층이 패터닝되어 형성된 단차를 덮도록 형성된다.
- [0103] 제1 절연층이 비표시 영역의 일부에 형성된 제2 절연층의 지그재그 패턴과 벤딩 영역 사이에 형성되도록 제1 절연층을 지그재그 패턴으로 패터닝한다(S240). 제1 절연층을 제2 절연층의 지그재그 패턴과 벤딩 영역 사이에서 패터닝하는 것은 마스크를 이용한 포토리지스트 공정으로 수행된다. 제1 절연층을 지그재그 패턴으로 패터닝함으로써, 비표시 영역에서 제1 절연층이 멀티 버퍼층 상에서 지그재그 패턴을 갖는다.
- [0104] 패터닝된 제1 절연층 상에, 표시 영역으로부터 벤딩 영역을 가로지르도록 배선이 형성된다(S250). 또한, 배선 상에 패시베이션층이 증착된다(S260). 추가적으로, 플렉서블 기관의 벤딩 영역을 벤딩시킨다. S250 및 S260의 단계는 전술된 S150 및 S160과 실질적으로 동일한 단계이다.
- [0105] 본 발명의 일 실시예에 따른 제조 방법에 의해 제조된 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 벤딩 영역이 벤딩되더라도, 제1 절연층 및 제2 절연층의 지그재그 패턴에 의해 패시베이션층에 크랙의 발생이 감소하고, 크랙이 발생하더라도 크랙이 이어지지 않는다.
- [0106] 이하에서는, 본 발명의 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 다양한 특징들에 대해 설명한다.
- [0107] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 벤딩 영역의 플렉서블 기관의 일부가 특정 방향으로 벤딩된 것을 특징으로 한다.
- [0108] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 지그재그 패턴의 일부는 방향에 대하여 적어도 60 도 내지 80 도 기울어진 것을 특징으로 한다.
- [0109] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 복수의 배선 각각은 방향에 대해 사선 방향으로 연장된 것을 특징으로 한다.
- [0110] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 복수의 배선은 지그재그 패턴에 대응하여 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0111] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 복수의 배선 각각은 마름모 형상, 삼각파 형상, 정현파 형상 또는 사다리꼴 파 형상 중 적어도 하나의 형상으로 형성된 부분을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0112] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 플렉서블 기관은 벤딩 영역에서 연장된 패드 영역을 더 갖고, 패드 영역에 배치된 패드부를 더 포함하고, 복수의 배선은 패드부와 전기적으로 연결된 것을 특징으로 한다.
- [0113] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 지그재그 패턴은 표시 영역으로부터 30  $\mu\text{m}$  이상 이격된 것을 특징으로 한다.
- [0114] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 절연층은 지그재그 패턴에서 경사진 면을 가지며, 복수의 배선은 경사진 면 상에 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0115] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 플렉서블 표시 장치는 표시 영역 및 비표시 영역의 일부에 배치되고, 플렉서블 기관과 제1 절연층 사이에 형성된 제2 절연층을 더 포함하고, 제2 절연층은, 제1 절연층의 지그재그 패턴과 벤딩 영역 사이에서 실질적으로 동일한 지그재그 패턴을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0116] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제2 절연층은 지그재그 패턴에서 경사진 면을 가지며, 복수의 배선은 제2 절연층의 경사진 면 상에 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0117] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 절연층의 지그재그 패턴과 제2 절연층의 지그재그 패턴은 적어도 10  $\mu\text{m}$  간격을 두고 이격된 것을 특징으로 한다.



- [0118] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 박막 트랜지스터는 액티브층, 게이트 전극, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고, 박막 트랜지스터는 액티브층과 게이트 전극 사이에 형성된 게이트 절연층, 및 게이트 전극과 소스 전극 및 드레인 전극 사이에 형성된 중간 절연층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0119] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 절연층은 중간 절연층과 동일한 물질로 하나의 공정을 통해 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0120] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 복수의 배선은 소스 전극 및 드레인 전극과 동일한 물질로 하나의 공정을 통해 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0121] 이하에서는, 본 발명의 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 다양한 특징들에 대해 설명한다.
- [0122] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 지그재그 패턴은, 패시베이션층에서 크랙이 발생된 경우, 크랙의 전파가 지그재그 패턴이 형성된 방향으로 유도되도록 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0123] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 지그재그 패턴과 비벤딩 영역과 벤딩 영역의 경계 사이의 각도가 증가함에 따라 패시베이션층의 크랙 발생 빈도가 감소되는 것을 특징으로 한다.
- [0124] 이하에서는, 본 발명의 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 제조 방법의 다양한 특징들에 대해 설명한다.
- [0125] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 배선은 제1 절연층의 지그재그 패턴과 제2 절연층의 지그재그 패턴 사이에서는 제1 절연층 상에 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0126] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 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.

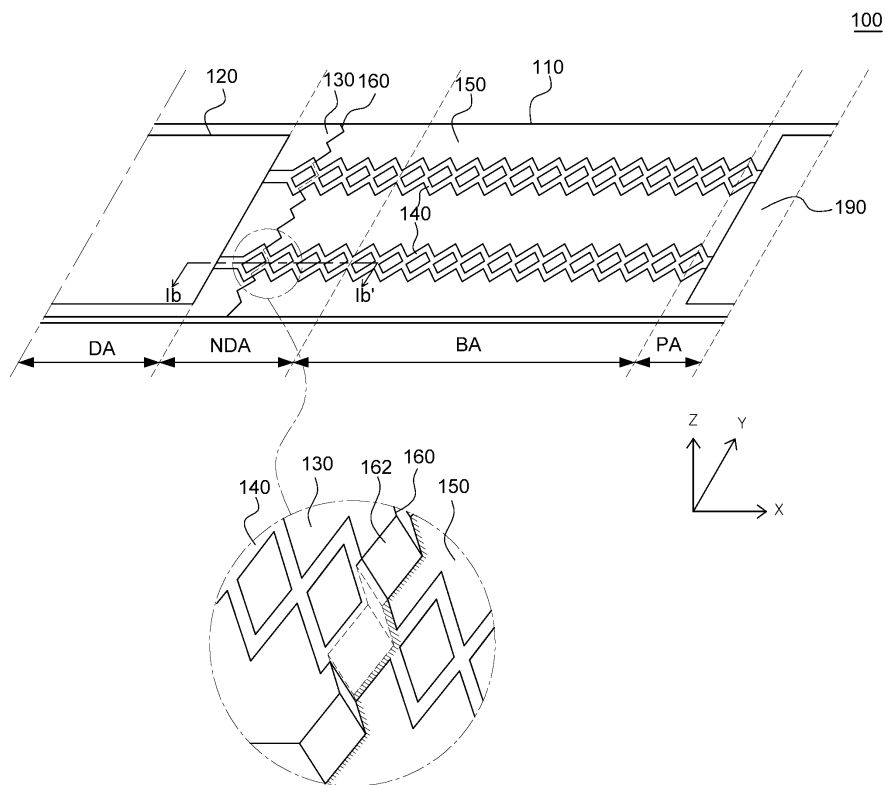
### 부호의 설명

- [0127] 100, 200, 300 : 플렉서블 유기 발광 표시 장치
- 110, 210, 310 : 플렉서블 기판
- 120, 220 : 표시부
- 130, 230, 330 : 제1 절연층
- 235, 335 : 제2 절연층
- 140, 240, 340 : 배선
- 142 : 연결부
- 150, 250, 350 : 멀티 버퍼층
- 160, 260, 265, 360, 365 : 지그재그 패턴
- 162 : 제1 절연층의 측면
- 170, 270, 370 : 패시베이션층
- 172, 372 : 액티브층
- 173, 373 : 게이트 절연층
- 174, 374 : 게이트 전극
- 175, 375 : 중간 절연층
- 176, 376 : 소스 전극

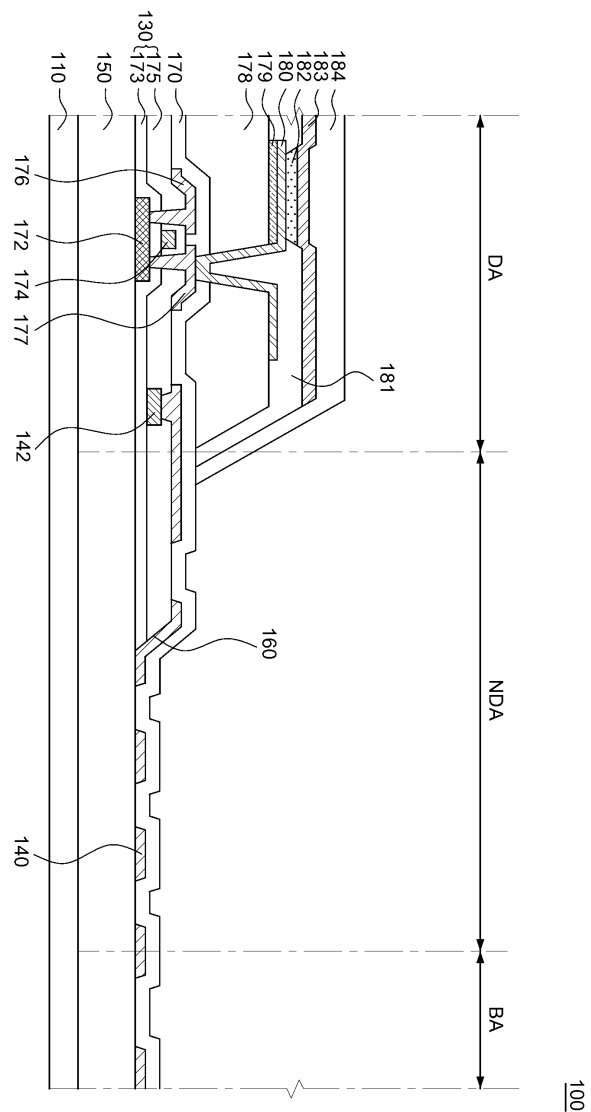
- 177, 377 : 드레인 전극  
 178, 378 : 오버 코팅층  
 179, 379 : 반사층  
 180, 380 : 애노드  
 181, 381 : बैं크  
 182, 382 : 유기발광층  
 183, 383 : 캐소드  
 184, 384 : 봉지부  
 190, 290 : 패드부

## 도면

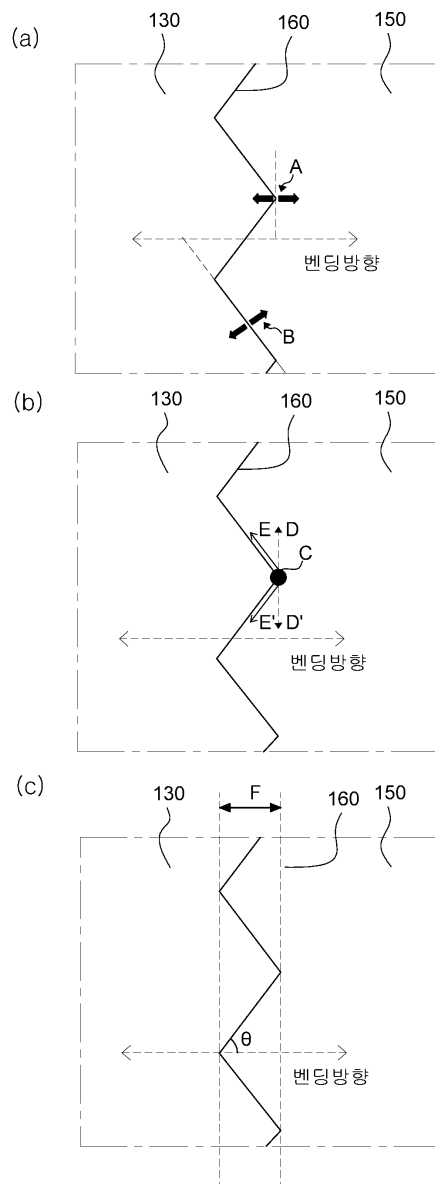
### 도면1a



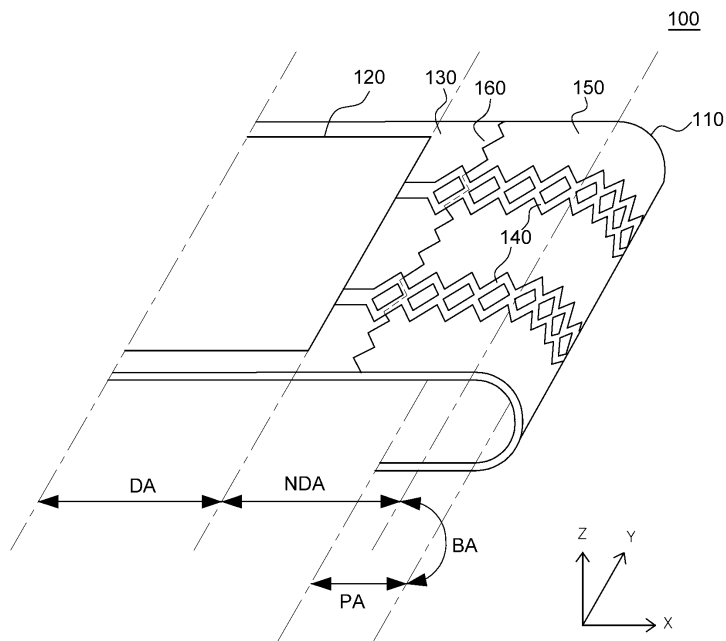
도면1b



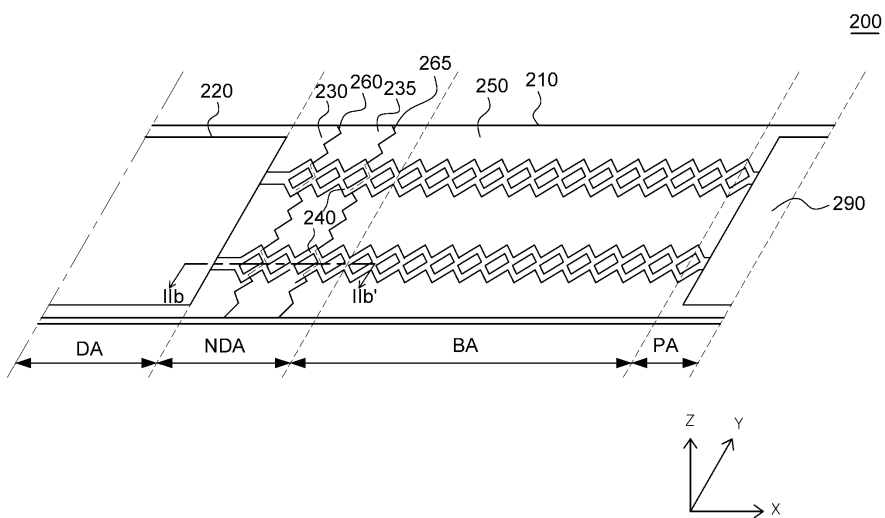
도면1c



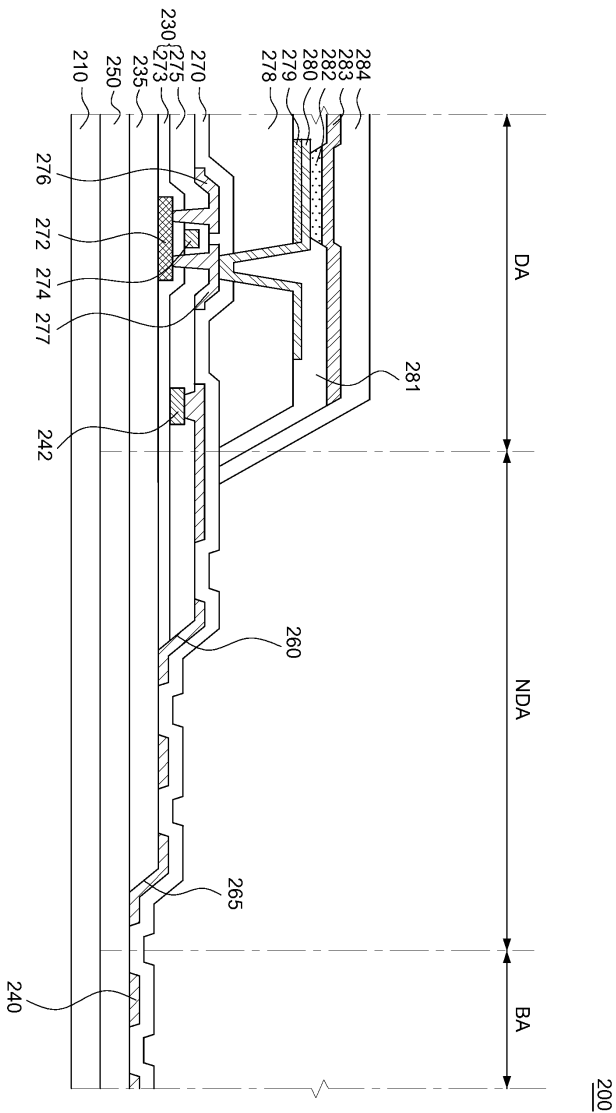
도면1d



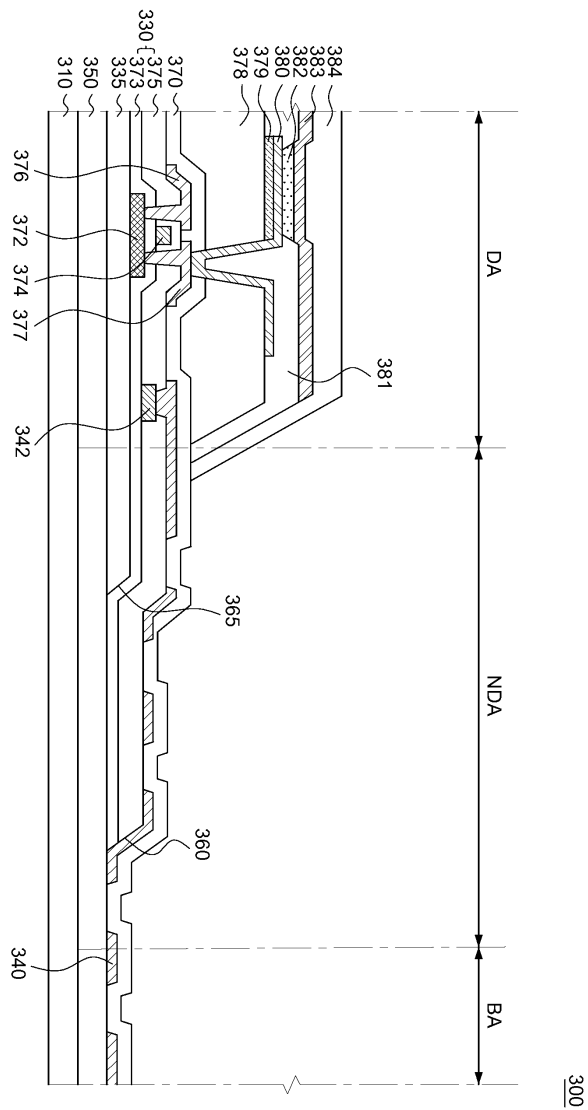
도면2a



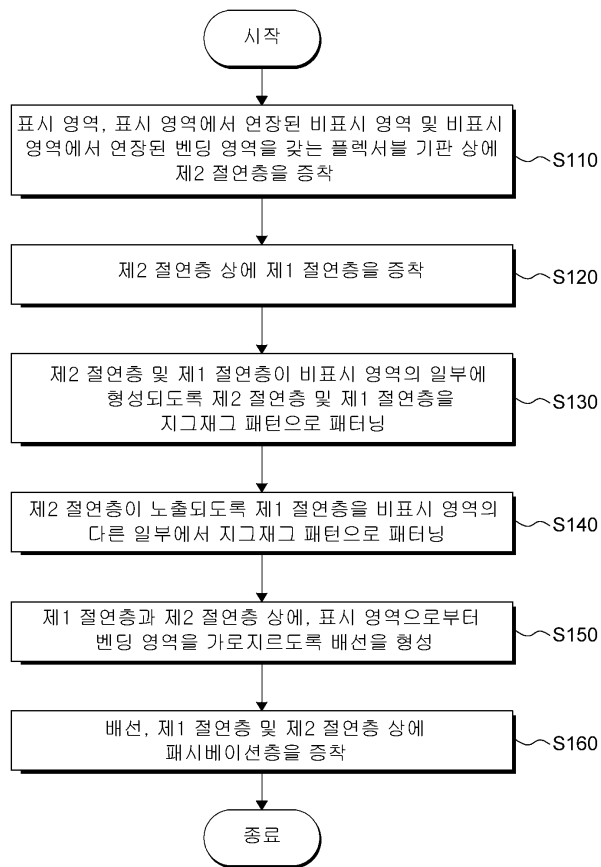
도면2b



도면3

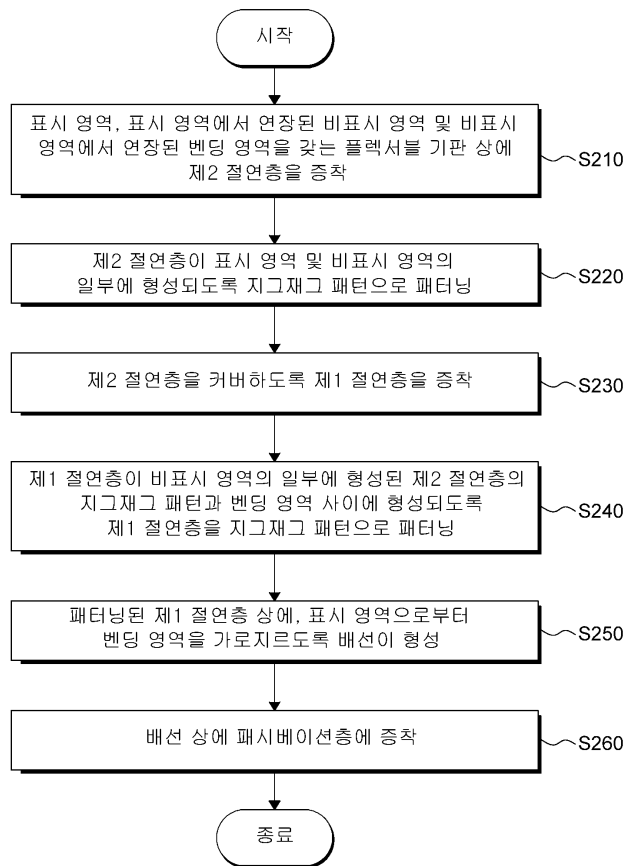


도면4





도면5



专利名称(译)	柔性有机发光显示器及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR102085961B1</a>	公开(公告)日	2020-03-06
申请号	KR1020130162937	申请日	2013-12-24
[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	권세열 윤상천		
发明人	권세열 윤상천 이샘이누리		
IPC分类号	H01L27/32 G09F9/33		
CPC分类号	H01L27/3258 H01L27/3276 H01L51/0097 H01L2251/5338 Y02E10/549		
审查员(译)	Gubonjae		
其他公开文献	KR1020150074808A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

提供了一种柔性有机发光显示装置。柔性显示装置包括具有显示区域，非显示区域和弯曲区域的柔性基板。在柔性基板上，在非显示区域的一部分中形成第一绝缘层。第一绝缘层包括锯齿形图案。多个配线电连接到显示区域并且延伸以横穿非显示区域和弯曲区域并且布置在第一绝缘层上。在第一绝缘层和多个布线上，形成钝化层。借助于第一绝缘层的锯齿形图案，减少了钝化层中出现裂纹的频率。

