



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0063590
(43) 공개일자 2020년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5253 (2013.01)
H01L 27/3213 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0149489
(22) 출원일자 2018년11월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
김미성
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

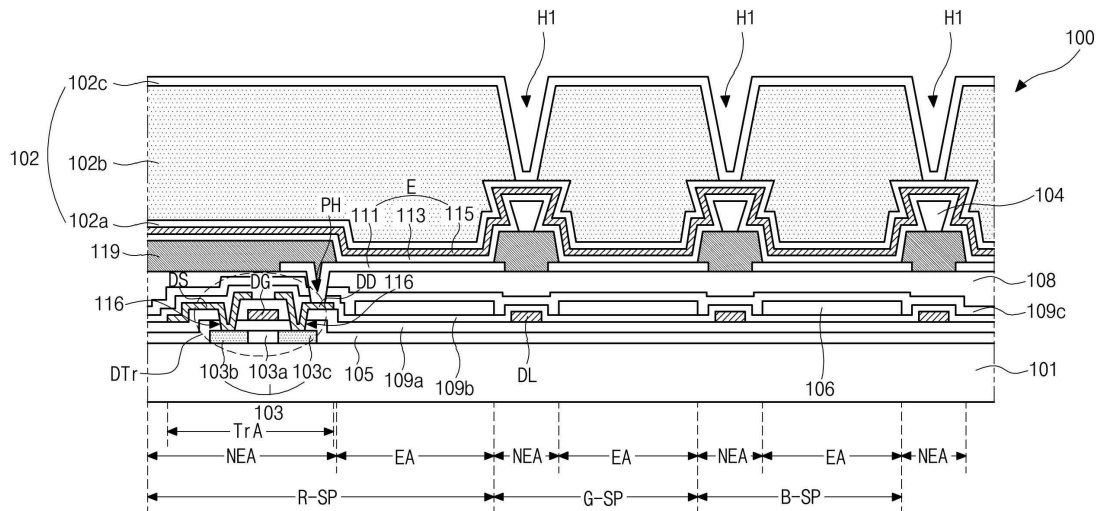
(54) 발명의 명칭 유기발광표시장치

(57) 요약

본 발명은 플렉서블 유기발광표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유기발광층의 박리현상이 최소화된 구조를 갖는 플렉서블 OLED에 관한 것이다.

본 발명의 특징은 플렉서블 OLED를 인캡슐레이션하기 위한 보호필름 중 유기절연막으로 이루어지는 제 2 보호필름(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



름에 각 서브화소의 비발광영역을 따라 홀을 구비하는 것이다.

이를 통해, 플렉서블 OLED의 반복적인 접힘 및 펼침 작업시에 발생하는 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있어, 유기 발광층의 박리 현상이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한, 외부로부터 수분 및 이물 등이 플렉서블 OLED 내부로 침투하는 것 또한 방지할 수 있다.

또한, 유기발광층의 박리 현상이 일부 발생하더라도 홀에 의해 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 보호필름에 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있어, 결과적으로 플렉서블 OLED의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 27/3246 (2013.01)

H01L 2251/5338 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 서브화소를 포함하며, 각 서브화소 별로 구동 박막트랜지스터가 구비되는 기판과;
 상기 구동 박막트랜지스터를 덮는 층간절연막과,
 상기 층간절연막 상부로 위치하는 오버코트층과;
 상기 오버코트층 상부로 위치하며, 상기 각 서브화소 별로 위치하는 제 1 전극과;
 상기 제 1 전극의 가장자리를 덮는 बैं크와;
 상기 제 1 전극 상에 순차적으로 위치하는 유기발광층 및 제 2 전극과;
 상기 제 2 전극 상부로 위치하는 보호필름
 을 포함하며,
 상기 बैं크에 대응하는 위치에서, 상기 오버코트층과 상기 बैं크 그리고 상기 보호필름 중 적어도 하나에 구비되는 제 1 홀을 포함하는 플렉서블 유기발광표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 보호필름은 무기절연물질로 이루어지는 제 1 및 제 3 보호필름과, 유기절연물질로 이루어지는 제 2 보호필름을 포함하며,
 상기 제 1 홀은 상기 제 2 보호필름에 위치하는 플렉서블 유기발광표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 보호필름은 무기절연물질로 이루어지는 제 1 및 제 3 보호필름과, 유기절연물질로 이루어지는 제 2 및 제 4 보호필름을 포함하며,
 상기 제 1 홀은 상기 제 2 및 제 4 보호필름에 위치하는 플렉서블 유기발광표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 제 2 보호필름에는 상기 제 1 홀이 위치하며, 상기 제 4 보호필름에는 상기 제 1 홀의 위치에 대응하여 제 2 홀이 위치하는 플렉서블 표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 홀은 상기 बैं크 상부로 위치하며, 상기 유기발광층과 상기 제 2 전극 그리고 상기 보호필름을 관통하는 플렉서블 표시장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 홀은 상기 복수의 서브화소의 좌우 양측 또는 일측에만 위치하는 플렉서블 표시장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 홀은 상기 बैं크와 상기 बैं크 하부로 위치하는 상기 제 1 전극에 구비되며, 상기 오버코트층에는 상기 제 1 홀의 위치에 대응하여 제 2 홀이 구비되는 플렉서블 표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 홀은 상기 제 1 홀에 비해 넓은 폭을 가져, 상기 제 1 전극과 상기 오버코트층은 언더컷을 이루는 플렉서블 표시장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 보호필름은 상기 언더컷 영역에 위치하여, 팁(tip) 형상을 이루는 플렉서블 표시장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 오버코트층에 구비되는 상기 제 2 홀은 상기 층간절연막으로 노출하는 플렉서블 유기발광표시장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 बैं크 상부로는 역테이퍼 형상의 스페이서가 위치하는 플렉서블 유기발광표시장치.

청구항 12

제 5 항 및 제 7 항 중 선택된 한 항에 있어서,

상기 보호필름은 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식으로 이루어지는 플렉서블 유기발광표시장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 플렉서블 유기발광표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유기발광층의 박리현상이 최소화된 구조를 갖는 플렉서블 OLED에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0003] 사회가 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 대량의 정보를 처리 및 표시하는 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 있고, 또한 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서, 이에 부응하는 여러 가지 다양한 경량 및 박형의 평판표시장치가 개발되어 각광받고 있다.
- [0004] 특히, 다양한 평판표시장치 중에서 유기발광표시장치(Organic light emitting diodes : OLED)는 자발광소자로서, 비발광소자인 액정표시장치(Liquid Crystal Display device : LCD)에 사용되는 백라이트를 필요로 하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하다.
- [0005] 그리고, 액정표시장치에 비해 시야각 및 대비비가 우수하며, 소비전력 측면에서도 유리하며, 직류 저전압 구동이 가능하고, 응답속도가 빠르며, 내부 구성요소가 고체이기 때문에 외부충격에 강하고, 사용 온도범위도 넓은 장점을 가지고 있다.
- [0006] 특히, 제조공정이 단순하기 때문에 생산원가를 기존의 액정표시장치 보다 많이 절감할 수 있는 장점이 있다.
- [0008] 한편, 이러한 OLED를 이용하여 종이처럼 휘어져도 표시성능을 그대로 유지할 수 있는 플렉서블(flexible) OLED에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0009] 플렉서블 OLED는 유리가 아닌 플라스틱 박막트랜지스터 기판을 활용하여 내구성이 높은 언브레이커블(unbreakable), 깨지지 않으면서도 구부릴 수 있는 밴더블(bendable), 둘둘 말 수 있는 롤러블(rollable), 접을 수 있는 폴더블(foldable) 등으로 구분될 수 있는데, 이러한 플렉서블 표시장치는 공간활용성, 인테리어 및 디자인의 장점을 가지며, 다양한 응용분야를 가질 수 있다.
- [0010] 특히 최근에는 초박형, 경량화 및 소형화와 함께 대면적화를 구현하기 위해, 접힌 상태로 휴대가 가능하고 펼쳐진 상태에서 영상을 표시하는 플렉서블 OLED에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0011] 플렉서블 OLED는 모바일폰, 울트라 모바일 피씨(ultra mobile PC), 전자책, 전자신문과 같은 모바일 장치뿐만 아니라, TV, 모니터 등 다양한 분야에 응용될 수 있다.
- [0012] 그러나, 이러한 플렉서블 OLED는 반복적인 접힘 작업에 의해 유기발광층의 박리 현상이 야기할 수 있어, 결국 플렉서블 OLED의 신뢰성을 저하시키게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 가해지는 압축응력 및 인장응력에 대한 스트레스가 완화될 수 있는 플렉서블 OLED를 제공하는 것을 제 1 목적으로 한다.
- [0015] 또한, 유기발광층의 박리 현상이 억제되고 접착성이 증가된 플렉서블 OLED를 제공하는 것을 제 2 목적으로 하며, 이를 통해 우수한 신뢰성을 가지는 플렉서블 OLED를 제공하는 것을 제 3 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 전술한 바와 같이 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 복수의 서브화소를 포함하며, 각 서브화소 별로 구동 박막 트랜지스터가 구비되는 기판과, 상기 구동 박막트랜지스터를 덮는 층간절연막과, 상기 층간절연막 상부로 위치하는 오버코트층과, 상기 오버코트층 상부로 위치하며, 상기 각 서브화소 별로 위치하는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극의 가장자리를 덮는 뱅크와, 상기 제 1 전극 상에 순차적으로 위치하는 유기발광층 및 제 2 전극과, 상기 제 2 전극 상부로 위치하는 보호필름을 포함하며, 상기 뱅크에 대응하는 위치에서, 상기 오버코트층과 상기 뱅크 그리고 상기 보호필름 중 적어도 하나에 구비되는 제 1 홀을 포함하는 플렉서블 유기발광표시장치를 제공한다.
- [0018] 이때, 상기 보호필름은 무기절연물질로 이루어지는 제 1 및 제 3 보호필름과, 유기절연물질로 이루어지는 제 2

보호필름을 포함하며, 상기 제 1 홀은 상기 제 2 보호필름에 위치하며, 상기 보호필름은 무기절연물질로 이루어지는 제 1 및 제 3 보호필름과, 유기절연물질로 이루어지는 제 2 및 제 4 보호필름을 포함하며, 상기 제 1 홀은 상기 제 2 및 제 4 보호필름에 위치한다.

[0019] 이때, 상기 제 2 보호필름에는 상기 제 1 홀이 위치하며, 상기 제 4 보호필름에는 상기 제 1 홀의 위치에 대응하여 제 2 홀이 위치하며, 상기 제 1 홀은 상기 बैं크 상부로 위치하며, 상기 유기발광층과 상기 제 2 전극 그리고 상기 보호필름을 관통한다.

[0020] 그리고, 상기 제 1 홀은 상기 복수의 서브화소의 좌우 양측 또는 일측에만 위치하며, 상기 제 1 홀은 상기 बैं크와 상기 बैं크 하부로 위치하는 상기 제 1 전극에 구비되며, 상기 오버코트층에는 상기 제 1 홀의 위치에 대응하여 제 2 홀이 구비된다.

[0021] 이때, 상기 제 2 홀은 상기 제 1 홀에 비해 넓은 폭을 가져, 상기 제 1 전극과 상기 오버코트층은 언더컷을 이루며, 상기 보호필름은 상기 언더컷 영역에 위치하여, 팁(tip) 형상을 이룬다.

[0022] 그리고, 상기 오버코트층에 구비되는 상기 제 2 홀은 상기 층간절연막으로 노출하며, 상기 बैं크 상부로는 역테이퍼 형상의 스페이서가 위치한다.

[0023] 또한, 상기 보호필름은 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식으로 이루어진다.

발명의 효과

[0025] 위에 상술한 바와 같이, 본 발명에 따라 플렉서블 OLED를 인캡슐레이션하기 위한 보호필름 중 유기절연막으로 이루어지는 제 2 보호필름에 각 서브화소의 비발광영역을 따라 홀을 구비함으로써, 플렉서블 OLED의 반복적인 접힘 및 펼침 작업시에 발생하는 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있어, 유기발광층의 박리 현상이 발생하는 것을 방지할 수 있는 효과가 있으며, 또한, 외부로부터 수분 및 이물 등이 플렉서블 OLED 내부로 침투하는 것 또한 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 유기발광층의 박리 현상이 일부 발생하더라도 홀에 의해 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 보호필름에 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 결과적으로 플렉서블 OLED의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1a ~ 도 1c는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 접힘상태와 펼침상태를 개략적으로 도시한 사시도.

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 OLED에서 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 나타내는 평면도.

도 3은 도2에서 절취선 III-III선을 따라 자른 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 나타내는 단면도.

도 4a ~ 4b는 접힘 작업시 가해지는 스트레스가 완화되는 원리를 개략적으로 설명하기 위한 개략도.

도 5는 본 발명의 제 1 실시예의 또 다른 구성을 개략적으로 도시한 단면도.

도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 각 서브화소 일부를 개략적으로 확대 도시한 단면도.

도 7은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 서브화소 일부를 개략적으로 확대 도시한 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.

[0031] 도 1a ~ 도 1c는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 접힘상태와 펼침상태를 개략적으로 도시한 사시도이다.

[0032] 본 발명의 실시예에서 플렉서블 OLED(100)의 일예로써 폴더블 표시장치를 예시적으로 도시하였다. 그러나 본 발

명은 이에 제한되지 않고, 커브드 OLED, 밴딩형 OLED, 롤러블 OLED, 및 스트레처블 OLED 등과 같은 다양한 OLED에 적용될 수 있다.

- [0033] 그리고 별도로 도시하지는 않았으나, 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 텔레비전 또는 외부 광고판과 같은 대형 전자장치를 비롯하여, 휴대전화, 퍼스널 컴퓨터, 노트북 컴퓨터, 개인 디지털 단말기, 자동차 네이게이션 유닛, 게임기, 휴대용 전자 기기, 손목 시계형 전자 기기, 카메라와 같은 중소형 전자장치 등에 사용될 수 있다.
- [0034] 도 1a에 도시한 바와 같이, 플렉서블 OLED(100)는 표시면 상에 구분되는 복수 개의 영역들을 포함한다. 이러한 플렉서블 OLED(100)는 접힘축(FX)을 기준으로 각각 이미지가 표시되는 제 1 및 제 2 표시영역(EA1, EA2)으로 나뉘어 정의될 수 있는데, 이러한 플렉서블 표시장치(100)는 도 1b에 도시한 바와 같이, 제 2 표시영역(EA2)이 접힘축(FX)을 따라서 시계방향으로 회전함으로써, 제 1 및 제 2 표시영역(EA1, EA2)이 서로 반대방향을 향하도록 플렉서블 OLED(100)는 외측 접힘상태(outer folding)가 된다.
- [0035] 또한, 도 1c에 도시한 바와 같이 제 2 표시영역(EA2)이 접힘축(FX)을 따라서 반시계방향으로 회전함으로써 제 1 및 제 2 표시영역(EA1, EA2)이 서로 마주보도록 플렉서블 OLED(100)는 내측 접힘상태(inner folding)를 이룰 수 도 있다.
- [0036] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 표시장치(100)는 외측 및 내측으로 모두 극한접힘이 가능하면서도, 반복적인 접힘 작업에서도 발광다이오드(도 3의 E)의 박리 현상이 야기되거나, 또한 외부로부터 수분 및 이물등이 OLED(100) 내부로 침투되는 것 또한 방지할 수 있어, 최종적으로 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성이 저하되는 것 또한 방지할 수 있다.
- [0037] 이에 대해 아래 실시예들을 참조하여 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.
- [0039] - 제 1 실시예 -
- [0040] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED에서 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 개략적으로 도시한 평면도이다.
- [0041] 그리고, 도 3은 도 2에서 절취선 III-III선을 따라 자른 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0042] 그리고 도 4a ~ 4b는 접힘 작업시 가해지는 스트레스가 완화되는 원리를 개략적으로 설명하기 위한 개략도이다.
- [0043] 설명에 앞서, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 발광된 광의 투과방향에 따라 상부 발광방식(top emission type)과 하부 발광방식(bottom emission type)으로 나뉘게 되는데, 이하 본 발명에서는 하부 발광방식을 일례로 설명하도록 하겠다.
- [0044] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 1 개의 단위화소(P)가 적색, 녹색, 청색의 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)를 포함하는데, 각각의 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)는 발광영역(EA)을 포함하며, 발광영역(EA)의 가장자리를 따라서는 비발광영역(NEA)이 정의되는데, 비발광영역(NEA) 상에는 뱅크(119)가 배치될 수 있다.
- [0045] 여기서, 설명의 편의를 위해 각각의 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)가 동일한 너비로 나란히 위치하는 것과 같이 도시하였으나, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)는 서로 다른 너비로 다양한 구조를 가질 수 있다.
- [0046] 이때, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA) 상의 일부에는 스위칭 및 구동 박막트랜지스터(STr, DTr)가 구비되며, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 내의 발광영역(EA) 상에는 각각 제 1 전극(111), 유기발광층(113) 및 제 2 전극(115)를 포함하는 발광다이오드(E)가 배치된다.
- [0047] 여기서, 스위칭 박막트랜지스터(STr)와 구동 박막트랜지스터(DTr)는 서로 연결되며, 구동 박막트랜지스터(DTr)는 발광다이오드(E)와 연결된다.
- [0048] 이에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 게이트배선(SL)과 데이터배선(DL) 그리고 전원배선(VDD)이 기판(101) 위에 배치되어 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)를 정의한다.
- [0049] 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 게이트배선(GL)과 데이터배선(DL)이 교차하는 영역에 형성되어 있으며, 이러한

스위칭 박막트랜지스터(STr)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)를 선택하는 기능을 한다.

- [0050] 이러한 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 게이트배선(GL)에서 분기하는 게이트전극(SG)과, 반도체층(103)과, 소스전극(SS)과, 드레인전극(SD)을 포함한다.
- [0051] 그리고 구동 박막트랜지스터(DTr)는 스위칭 박막트랜지스터(STr)에 의해 선택된 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 발광다이오드(E)를 구동하는 역할을 한다. 이러한 구동 박막트랜지스터(DTr)는 스위칭 박막트랜지스터(STr)의 드레인전극(SD)과 연결된 게이트전극(DG)과, 반도체층(103), 전원배선(VDD)에 연결된 소스전극(DS)과, 드레인전극(DD)을 포함한다.
- [0052] 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(DD)은 발광다이오드(E)의 제 1 전극(111)과 연결되어 있다.
- [0053] 발광다이오드(E)의 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115) 사이에는 유기발광층(113)이 개재되어 있다.
- [0054] 여기서, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 유기발광층(113)으로부터 모두 동일한 백색광이 발광된다.
- [0055] 즉, OLED(100)는 유기발광층(113)이 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 서로 다른 컬러를 구현하는 발광물질로 서로 다르게 위치하는 것이 아닌, 모두 동일한 백색광을 발광하는 발광물질로 위치하는 것이다.
- [0056] 이를 통해, 본원발명은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 서로 다른 발광물질을 형성하기 위한 새도우 마스크 공정을 생략할 수 있어, 새도우 마스크 공정에 의한 문제점들이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 특히 고해상도를 구현할 수 있다. 또한, 각 발광물질의 열화 속도의 차이에 의한 색 변화가 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0057] 좀 더 상세히 살펴보기 위해 도 3을 참조하면, 기판(101) 상의 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)의 스위칭영역(TrA) 상에는 반도체층(103)이 위치하는데, 반도체층(103)은 실리콘으로 이루어지며 그 중앙부는 채널을 이루는 액티브영역(103a) 그리고 액티브영역(103a) 양측면으로 고농도의 불순물이 도핑된 소스 및 드레인영역(103b, 103c)으로 구성된다.
- [0058] 이러한 반도체층(103) 상부로는 게이트절연막(105)이 위치한다.
- [0059] 게이트절연막(105) 상부로는 반도체층(103)의 액티브영역(103a)에 대응하여 게이트전극(DG)과 도면에 도시하지는 않았지만 일방향으로 연장하는 게이트배선(GL)이 구비된다.
- [0060] 또한, 게이트전극(DG)과 게이트배선(GL)을 포함하는 상부로는 제 1 층간절연막(109a)이 위치하며, 이때 제 1 층간절연막(109a)과 그 하부의 게이트절연막(105)은 액티브영역(103a) 양측면에 위치한 소스 및 드레인영역(103b, 103c)을 각각 노출시키는 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)이 구비된다.
- [0061] 다음으로, 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)을 포함하는 제 1 층간절연막(109a) 상부로는 서로 이격하며 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)을 통해 노출된 소스 및 드레인영역(103b, 103c)과 각각 접촉하는 소스 및 드레인 전극(DS, DD)이 구비되어 있다.
- [0062] 그리고, 소스 및 드레인전극(DS, DD)과 두 전극(DS, DD) 사이로 노출된 제 1 층간절연막(109a) 상부로 제 2 층간절연막(109b)이 위치한다.
- [0063] 이때, 소스 및 드레인 전극(DS, DD)과 이들 전극(DS, DD)과 접촉하는 소스 및 드레인영역(103b, 103c)을 포함하는 반도체층(103)과 반도체층(103) 상부에 위치하는 게이트절연막(105) 및 게이트전극(DG)은 구동 박막트랜지스터(DTr)를 이루게 된다.
- [0064] 한편, 도면에 도시하지는 않았지만 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 구동 박막트랜지스터(DTr)와 동일한 구조로, 구동 박막트랜지스터(DTr)와 연결된다.
- [0065] 그리고, 스위칭 박막트랜지스터(STr) 및 구동 박막트랜지스터(DTr)는 도면에서는 반도체층(103)이 폴리실리콘 반도체층 또는 산화물반도체층으로 이루어진 탑 게이트(top gate) 타입을 예로써 보이고 있으며, 이의 변형예로써 순수 및 불순물의 비정질실리콘으로 이루어진 보텀 게이트(bottom gate) 타입으로 구비될 수도 있다.
- [0066] 이때, 기판(101)은 구부러지거나 휘 수 있는 투명한 플라스틱 재질, 예로서, 폴리이미드 재질로도 이루어지는데, 플라스틱 재질을 기판(101)으로 이용할 경우에는, 기판(101) 상에서 고온의 증착 공정이 이루어짐을 감안할 때, 고온에서 견딜 수 있는 내열성이 우수한 폴리이미드가 이용될 수 있다.
- [0067] 이러한 기판(101)의 전면(前面) 전체는 하나 이상의 버퍼층(미도시)에 의해 덮일 수 있다.

- [0068] 그리고 스위칭영역(TrA)에 마련된 구동 박막트랜지스터(DTr)는 광에 의해 문턱전압이 쉬프트되는 특성을 가질 수 있는데, 이를 방지하기 위하여, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 반도체층(103)의 아래에 차광층(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0069] 차광층(미도시)은 기판(101)과 반도체층(103) 사이에 마련되어 기판(101)을 통해서 반도체층(103) 쪽으로 입사되는 광을 차단함으로써 외부 광에 의한 트랜지스터의 문턱 전압 변화를 최소화 내지 방지하게 된다. 이러한 차광층(미도시)은 버퍼층(미도시)에 의해 덮인다.
- [0070] 그리고 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 발광영역(EA)에 대응하는 제 2 층간절연막(109b) 상부로는 각각 과장변환층(106)이 위치하는데, 과장변환층(106)은 발광다이오드(E)로부터 기판(101) 쪽으로 방출되는 백색광 중 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)에 설정된 색상의 과장만을 투과시키는 컬러필터를 포함한다.
- [0071] 즉, 과장변환층(106)은 적색, 녹색, 또는 청색의 과장만을 투과시킬 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 적색 서브화소(R-SP)는 적색 컬러필터, 녹색 서브화소(G-SP)는 녹색 컬러필터 그리고 청색 서브화소(B-SP)는 청색 컬러필터를 각각 포함할 수 있다.
- [0073] 다른 예에 따른 과장변환층(106)은 발광다이오드(E)로부터 기판(101)쪽으로 방출되는 백색광에 따라 재발광하여 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)에 설정된 색상의 광을 방출하는 크기를 갖는 양자점을 포함할 수 있다. 여기서, 양자점은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, GaAs, GaP, GaAs-P, Ga-Sb, InAs, InP, InSb, AlAs, AlP, 또는 AlSb 등에서 선택될 수 있다.
- [0074] 예를 들어, 적색 서브화소(R-SP)의 과장변환층(106)은 CdSe 또는 InP의 양자점, 녹색 서브화소(G-SP)의 과장변환층(106)은 CdZnSeS의 양자점, 및 청색 서브화소(B-SP)의 과장변환층(106)은 ZnSe의 양자점을 각각 포함할 수 있다. 이와 같이, 과장변환층(106)이 양자점을 포함하는 플렉서블 OLED(100)는 높은 색재현율을 가질 수 있다.
- [0075] 또 다른 예에 따른 과장변환층(106)은 양자점을 함유하는 컬러필터로 이루어질 수도 있다.
- [0076] 따라서, 본 발명의 플렉서블 OLED(100)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 R, G, B 컬러를 발하게 되어, 고휘도의 풀컬러를 구현하게 된다.
- [0077] 추가적으로 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 하나의 단위화소(P)가 백색 서브화소(W-SP)를 더욱 포함할 수 있다. 이때, 백색 서브화소(W-SP)에는 별도의 과장변환층이 구비되지 않는다.
- [0078] 과장변환층(106) 상부로는 제 3 층간절연막(109c)이 위치하며, 제 3 층간절연막(109c) 상부로는 제 2 및 제 3 층간절연막(109b, 109c)과 함께 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(DD)을 노출하는 드레인콘택홀(PH)을 갖는 오버코팅층(108)이 위치한다.
- [0079] 여기서, 제 1 내지 제 3 층간절연막(109a, 109b, 109c)은 질화 실리콘(SiNx) 또는 산화 실리콘(SiOx) 등을 포함하는 무기절연막으로 이루어지며, 오버코팅층(108)은 스위칭 및 구동박막트랜지스터(STr, DTr) 및 데이터배선(DL)등에 의한 단차(step)를 보상하여 표면 평탄화를 위하여 포토 아크릴(Photo-acryl)과 같은 유기절연막으로 이루어진다.
- [0080] 오버코팅층(108) 상부로는 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(DD)과 연결되어 발광다이오드(E)의 양극(anode)을 이루는 제 1 전극(111)이 위치한다.
- [0081] 제 1 전극(111)은 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)와 같은 금속 산화물, ZnO:Al 또는 SnO₂:Sb와 같은 금속과 산화물의 혼합물, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등으로 이루어질 수 있다. 또한, 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube; CNT), 그래핀(graphene), 은 나노와이어(silver nano wire) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0082] 이러한 제 1 전극(111)은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는데, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는 제 1 전극(111) 사이에는 뱅크(bank : 119)가 위치한다. 즉, 제 1 전극(111)은 뱅크(119)를 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별 경계부로 하여 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 분리된 구조를 갖게 된다.
- [0083] 여기서, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 뱅크(119)의 상부로 역테이퍼 형상의 스페이서(=이하 역스페이서라 함)(104)를 더욱 구비하는 것을 특징으로 하는데, 역스페이서(104)는 기판(101)과 보호필름(102) 사이의 빈 공간을 완충시켜줘 외부로부터의 충격으로부터 플렉서블 OLED(100)가 파손되는 것을 최소화하

는 역할을 하게 된다.

- [0084] 특히, 스페이서(104)가 역테이퍼 형상으로 이루어짐에 따라, 플렉서블 OLED(100)의 접합 작업 시 유기발광층(113) 등 다양한 층에 대한 밴딩 스트레스를 완화시키는 역할을 하게 된다.
- [0085] 즉, 제 1 전극(111)과 역스페이서(104)의 상부로는 백색광을 발광하는 유기발광층(113)이 위치하며, 유기발광층(113)의 상부로는 전면에 음극(cathode)을 이루는 제 2 전극(115)이 위치하여, 제 1 전극(111)과 유기발광층(113) 그리고 제 2 전극(115)은 발광다이오드(E)를 이루게 된다.
- [0086] 이때, 역스페이서(104)에 의해 역스페이서(104) 상부로 위치하는 유기발광층(113)과 제 2 전극(115)의 증착(=접착) 면적이 보다 넓어지게 되므로, 유기발광층(113)과 제 2 전극(115)의 접촉력을 보다 향상시키게 된다.
- [0087] 또한, 제 2 전극(115) 상부로 위치하는 보호필름(102) 또한 접촉면적이 넓어짐에 따라, 유기발광층(113)을 고정시키는 효과를 갖게 되므로, 밴딩 스트레스가 가해지더라도 유기발광층(113)의 박리를 방지할 수 있게 된다.
- [0088] 또한, 밴딩 스트레스가 가해져 유기발광층(113)의 박리가 진행되더라도, 역스페이서(104)가 박리의 확산을 차단하여 결과적으로 유기발광층(113)의 박리가 발생하는 것을 최소화할 수 있는 것이다.
- [0089] 여기서, 유기발광층(113)은 발광물질로 이루어진 단일층으로 구성될 수도 있으며, 발광 효율을 높이기 위해 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transport layer), 발광층(emitting material layer), 전자수송층(electron transport layer) 및 전자주입층(electron injection layer)의 다중층으로 구성될 수도 있다.
- [0090] 그리고 제 2 전극(115)은 캐소드(cathode) 전극의 역할을 하도록 일함수 값이 상대적으로 낮은 금속물질 예를 들면 마그네슘-은(MgAg)합금 또는 마그네슘-알루미늄(MgAl)합금으로 이루어지고 있는 것이 특징이다.
- [0091] 이러한 플렉서블 OLED(100)는 선택된 신호에 따라 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115)으로 소정의 전압이 인가되면, 제 1 전극(111)으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(115)으로부터 제공된 전자가 유기발광층(113)으로 수송되어 엑시톤(exciton)을 이루고, 이러한 엑시톤이 여기상태에서 기저상태로 천이 될 때 백색광이 발생되어 외부로 방출된다.
- [0092] 이때, 발광된 백색광은 투명한 제 1 전극(111)을 통과한 뒤, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 파장변환층(106)을 투과하면서 R, G, B컬러로 변환되어 고휘도의 풀컬러를 외부로 출사되도록 함으로써, 플렉서블 OLED(100)는 임의의 화상을 구현하게 된다.
- [0093] 그리고, 이러한 구동 박막트랜지스터(DTr)와 발광다이오드(E) 상부에는 얇은 박막필름 형태인 보호필름(102)이 위치하여, 플렉서블 OLED(100)는 보호필름(102)을 통해 인캡슐레이션(encapsulation)된다.
- [0094] 여기서, 보호필름(102)은 외부 산소 및 수분이 플렉서블 OLED(100) 내부로 침투하는 것을 방지하기 위하여, 제 1 내지 제 3 보호필름(102a, 102b, 102c)으로 이루어지는데, 제 1 및 제 3 보호필름(102a, 102c)은 무기절연막으로 이루어지도록 하며, 제 1 및 제 3 보호필름(102a, 102c) 사이로 위치하는 제 2 보호필름(102b)은 제 1 및 제 3 보호필름(102a, 102c)의 내충격성을 보완하기 위하여 유기절연막으로 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.
- [0095] 이러한 제 1 내지 제 3 보호필름(102a, 102b, 102c)은 유기절연막과 무기절연막이 교대로 반복하여 적층된 구조에서, 유기절연막으로 이루어지는 제 2 보호필름(102b)의 측면을 통해서 수분 및 산소가 침투하는 것을 막아주어야 하기 때문에 무기절연막인 제 1 및 제 3 보호필름(102a, 102c)이 제 2 보호필름(102b)을 완전히 감싸는 구조로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0096] 따라서, 플렉서블 OLED(100)는 외부로부터 수분 및 산소가 플렉서블 OLED(100) 내부로 침투하는 것을 방지할 수 있다.
- [0097] 여기서, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 제 2 보호필름(102b)에 다수개의 홀(H1)이 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [0098] 각각의 홀(H1)은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)을 따라 메쉬 구조로 이루어질 수 있는데, 이러한 홀(H1)에 의해 제 2 보호필름(102b)은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 분리된 구성을 갖게 된다.
- [0099] 여기서, 홀(H1)은 마스크를 사용하여 제 2 보호필름(102b)을 식각함으로써 형성할 수 있는데, 바람직하게는 건식 식각으로 식각될 수 있다.
- [0100] 예를 들어, 이온빔 식각(ion beam etching), RF(radio frequency) 스퍼터 식각, 플라즈마 식각(plasma

etching) 또는 반응 이온 식각 중 선택되는 어느 하나로 수행될 수 있다.

- [0101] 즉, 제 2 보호필름(102b)의 상부로, 비발광영역(NEA)의 बैं크(119) 상부에 대응하여 마스크를 위치시킨 후, 하부의 제 1 보호필름(102a)이 노출되도록 제 2 보호필름(102b)을 건식 식각으로 제거하여 홀(H1)을 형성하는 것이다.
- [0102] 따라서, 별도의 구조물을 구비하기 위한 재료나 공정 단계의 추가 없이, 기존에 구비되어 있는 층들을 활용하여 제 2 보호필름(102b)에 홀(H1)을 형성할 수 있게 된다.
- [0103] 여기서, 제 1 내지 제 3 보호필름(102a, 102b, 102c) 중 제 2 보호필름(102b)에 홀(H1)을 구비하는 것은, 무기 절연막으로 이루어지는 제 1 및 제 3 보호필름(102a, 102c)에 비해 유기절연막으로 이루어지는 제 2 보호필름(102b)의 두께가 가장 두껍게 형성되기 때문이다.
- [0104] 제 1 및 제 3 보호필름(102a, 102c)은 약 1 μ m의 두께를 가지면, 제 2 보호필름(102b)은 약 6 μ m의 두께를 갖는다.
- [0105] 이러한 제 2 보호필름(102b)의 두께는 플렉서블 OLED(100) 내부에서 가장 두꺼운 두께를 차지하게 된다.
- [0106] 이와 같이 플렉서블 OLED(100) 내에서 가장 두꺼운 두께를 갖는 제 2 보호필름(102b)에 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)을 따라 홀(H1)을 구비함으로써, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있게 된다.
- [0107] 첨부한 도 4a와 도 4b를 참조하여 이에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 도 4a는 인접하고 있는 연속적인 제1 층(201) 및 제2 층(202)이 일정한 곡률반경을 갖도록 접합되었을 때 제 2 층(202)에 가해지는 응력(=밴딩 스트레스)을 설명하기 위한 도면으로, 연속적인 제1 층(201) 상에 연속적인 제2 층(202)이 배치될 때에, 제2 층(202)으로는 인장응력(tensile stress)(A)이 작용하게 되며, 제 1 층(201)으로는 압축응력(compressive stress)(B)이 작용하게 된다.
- [0108] 응력이란, 재료에 압축, 인장, 굽힘, 비틀림 등의 하중(외력)을 가했을 때, 그 크기에 대응하여 재료 내에 생기는 저항력을 의미한다.
- [0109] 이러한 응력은 외력이 증가함에 따라 함께 증가하지만, 응력에는 한도가 있어서, 응력이 그 재료 고유의 한도에 도달하면 외력에 저항할 수 없게 되어 그 재료는 마침내 파괴되게 된다.
- [0110] 이와 같이 서로 다른 방향의 응력이 작용하게 되면, 제 1 층(201)과 제 2 층(202)에 크랙이 발생하게 되며, 이는 결국 제 1 층(201)과 제 2 층(202)의 박리를 야기하게 된다.
- [0111] 이때, 도 4b에 도시한 바와 같이 제 2 층(202)에 다수개의 홀(H)을 형성하게 되면, 제 1 및 제 2 층(201, 202)을 동일한 곡률반경으로 밴딩하여도, 제 2 층(202)으로 가해지는 인장응력(B)은 홀(H)에 의해 분산되도록 하여, 제 2 층(202)에 가해지는 응력이 완화되도록 하는 것이다.
- [0112] 이를 통해, 제 1 및 제 2 층(201, 202)으로 가해지는 응력이 상대적으로 적어지게 되므로, 제 1 층 및 제 2 층(201, 202)에 크랙이 발생하는 것을 최소화할 수 있는 것이다.
- [0113] 따라서, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는, 플렉서블 OLED(100) 내부에서 가장 두꺼운 두께로 이루어지는 제 2 보호필름(102b)에 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)을 따라 홀(H1)을 구비함으로써, 플렉서블 OLED(100)의 반복적인 접힘 및 펼침 작업시에 발생하는 밴딩 스트레스가 제 2 보호필름(102b)에 구비된 홀(H1)을 통해 분산되도록 할 수 있는 것이다.
- [0114] 이를 통해, 플렉서블 OLED(100)의 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있어, 유기발광층(113)의 박리 현상이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한, 제 1 내지 제 3 보호필름(102a, 102b, 102c)에 밴딩 스트레스에 의해 크랙이 발생함에 따라, 외부로부터 수분 및 이물 등이 플렉서블 OLED(100) 내부로 침투하는 것 또한 방지할 수 있게 된다.
- [0115] 또한, 유기발광층(113)의 박리 현상이 일부 발생하더라도 홀(H1)에 의해 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 제 1 내지 제 3 보호필름(102a, 102b, 102c)에 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있게 된다.
- [0116] 결과적으로 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0117] 한편, 플렉서블 OLED(100) 내부로 외부 산소나 수분이 침투하는 것을 효과적으로 방지하기 위해서는, 보호필름(102)이 적어도 8 μ m 이상의 두께를 갖도록 형성하는 것이 바람직한데, 무기절연막으로 이루어지는 제 1 및 제 3

보호필름(102a, 102c)은 각각 약 1 μ m의 두께를 갖도록 형성됨으로써, 제 2 보호필름(102b)이 85℃의 저온 공정에서 형성 가능한 네가티브형(Negative type) 폴리아크릴레이트(Polyacrylate)와 같은 유기물질로 이루어지는 경우에는 제 2 보호필름(102b, 102d)을 도 5에 도시한 바와 같이 이중으로 나뉘어 형성할 수 있다.

[0118] 즉, 플렉서블 OLED(100)는 기판(101)이 구부러지거나 휘 수 있도록 플라스틱 재질로 이루어짐에 따라 200℃ 이하의 저온 공정을 통해 형성하게 되는데, 따라서 제 2 보호필름(102b, 102d) 또한 200℃ 이하의 저온 공정을 통해 형성할 수 있는 네가티브형 폴리아크릴레이트와 같은 유기물질로 형성할 수 있다.

[0119] 그러나, 네가티브형 폴리아크릴레이트와 같은 유기물질의 경우 현 공정상 형성 가능한 최대 두께가 3 μ m로, 이러한 유기물질로 이루어지는 보호필름(102b)을 포함하는 플렉서블 OLED(100)는 내부로 외부 산소나 수분이 침투하는 것을 방지하기에는 역부족이다.

[0120] 따라서, 도 5에 도시한 바와 같이 제 1 보호필름(102a) 상부로 제 2 보호필름(102b, 102d)을 각각 제 2-1 보호필름(102b)과, 제 2-2 보호필름(102d)으로 나뉘어 형성한 뒤, 제 2-2 보호필름(102d) 상부로 제 3 보호필름(102c)을 형성하는 것이다.

[0121] 이를 통해, 네가티브형 폴리아크릴레이트와 같은 유기물질을 사용하여 제 2 보호필름(102b, 102d)을 형성함으로써, 플렉서블 OLED(100)를 형성할 수 있으면서도 외부로부터 수분이나 산소가 유입되는 것을 방지할 수 있게 된다.

[0122] 이때, 도면상에는 제 2-1 보호필름(102b)과 제 2-2 보호필름(102d)에는 각각 별도로 홀(H1, H2)이 구비됨을 도시하였으나, 홀(H1, H2)은 제 2-1 보호필름(102b)과 제 2-2 보호필름(102b)에 일괄 식각을 통해 동시에 구비될 수도 있다.

[0124] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 인캡슐레이션하기 위한 보호필름(102) 중 제 2 보호필름(102b)에 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)을 따라 홀(H1)을 구비함으로써, 플렉서블 OLED(100)의 반복적인 접힘 및 펼침 작업시에 발생하는 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있어, 유기발광층(113)의 박리 현상이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한, 외부로부터 수분 및 이물 등이 플렉서블 OLED(100) 내부로 침투하는 것 또한 방지할 수 있게 된다.

[0125] 또한, 유기발광층(113)의 박리 현상이 일부 발생하더라도 홀(H1)에 의해 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 제 1 내지 제 3 보호필름(102a, 102b, 102c)에 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있게 된다.

[0126] 결과적으로 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0128] - 제 2 실시예 -

[0129] 도 6은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 각 서브화소 일부를 개략적으로 확대 도시한 단면도이다.

[0130] 한편, 중복된 설명을 피하기 위해 앞서의 앞서 전술한 제 1 실시예의 설명과 동일한 역할을 하는 동일 부분에 대해서는 동일 부호를 부여하며, 제 2 실시예에서 전술하고자 하는 특징적인 내용만을 살펴보도록 하겠다.

[0131] 도시한 바와 같이, 기판(101) 상의 비발광영역(NEA)의 스위칭영역(TrA) 상에는 반도체층(103), 게이트절연막(105), 게이트전극(SG) 그리고 소스 및 드레인전극(SS, SD)으로 이루어지는 구동 박막트랜지스터(DTr)가 위치하며, 발광영역(EA)에 대응하여 제 3 층간절연막(109c) 상부로는, 제 1 내지 제 2 층간절연막(109a, 109b, 109c)에 구비된 드레인콘택홀(PH)을 통해 노출된 드레인전극(SD)과 연결되는 제 1 전극(111)이 위치한다.

[0132] 제 1 전극(111)은 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)와 같은 금속 산화물, ZnO:Al 또는 SnO₂:Sb와 같은 금속과 산화물의 혼합물, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등으로 이루어질 수 있다. 또한, 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube; CNT), 그래핀(graphene), 은 나노와이어(silver nano wire) 등으로 이루어질 수 있다.

[0133] 이때, 제 1전극(111)은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는데, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로

위치하는 제 1 전극(111) 사이에는 बैं크(bank : 119)가 위치한다. 즉, 제 1 전극(111)은 बैं크(119)를 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별 경계부로 하여 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 분리된 구조를 갖게 된다.

[0134] 그리고, 이러한 बैं크(119) 상부로는 역스페이서(104)가 위치하여, 기관(101)과 보호필름(102) 사이의 빈 공간을 완충시켜줘 외부로부터의 충격으로부터 플렉서블 OLED(100)가 파손되는 것을 최소화하는 역할을 하게 된다.

[0135] 그리고, 이러한 역스페이서(104)는 플렉서블 OLED(100)의 접힘 작업 시 유기발광층(113) 등 다양한 층에 대한 밴딩 스트레스를 완화시키는 역할 또한 하게 된다.

[0136] 이러한 제 1 전극(111)과 बैं크(119) 그리고 역스페이서(104) 상부로는 순차적으로 유기발광층(113)과 제 2 전극(115)이 위치하는데, 유기발광층(113)은 발광물질로 이루어진 단일층으로 구성될 수도 있으며, 발광 효율을 높이기 위해 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transport layer), 발광층(emitting material layer), 전자수송층(electron transport layer) 및 전자주입층(electron injection layer)의 다중층으로 구성될 수도 있다.

[0137] 제 2 전극(115)은 캐소드(cathode) 전극의 역할을 하도록 일함수 값이 상대적으로 낮은 금속물질 예를들면 마그네슘-은(MgAg)합금 또는 마그네슘-알루미늄(MgAl)합금으로 이루어지고 있는 것이 특징이다.

[0138] 이러한 제 1 전극(111)과 유기발광층(113) 그리고 제 2 전극(115)은 발광다이오드(E)를 이루게 된다.

[0139] 그리고, 이러한 구동 박막트랜지스터(DTr)와 발광다이오드(E) 상부에는 얇은 박막필름 형태인 보호필름(120)이 위치하여, 플렉서블 OLED(100)는 보호필름(120)을 통해 인캡슐레이션(encapsulation)된다.

[0140] 여기서, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 보호필름(120)은 외부 산소 및 수분이 플렉서블 OLED(100) 내부로 침투하는 것을 방지하기 위하여, 제 1 내지 제 3 보호필름(120a, 120b, 120c)으로 이루어지는데, 제 1 및 제 3 보호필름(120a, 120c)은 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식으로 형성되는데, 예를 들어, 황화아연(Zns), 셀레늄화아연(Znse), 텔루르화아연(ZnTe), 황화카드뮴(Cds), 텔루르화카드뮴(CdTe) 등과 같은 2-6족 화합물, ZnS: Mn, CaS: Ce, Srs: M 등과 같은 2-6족 계열의 인화물, 비소화갈륨(GaAs), 비소화알루미늄(AlAs), 인화갈륨(GaP) 등과 같은 3-5족 화합물, 알루미늄질화물(AlN), 갈륨질화물(GaN), 티타늄질화물(TiN), 탄탈질화물(TaN) 등과 같은 질화물(nitride), 칼슘불화물(CaF2), 스트론튬불화물(SrF2), 등과 같은 불화물(fluoride), 실리콘(Si), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W) 등과 같은 원소 등으로 구성될 수 있다.

[0141] 바람직하게는, 제 1 및 제 3 보호필름(120a, 120c)은 알루미늄산화물(AlOx), 알루미늄산화질화물(AlOxNy), 티타늄산화물(TiOx), 실리콘산화물(SiOx), 아연산화물(ZnOx) 및 지르코늄산화물(ZrOx) 등과 같은 산화물(oxide)로 구성될 수 있다.

[0142] 이러한 제 1 및 제 3 보호필름(120a, 120c)은 원자층을 쌓아서 형성하기 때문에, 매우 얇은 막으로 이루어지는데, 대략 0.01um 내지 0.1um의 두께를 가질 수 있어, 막의 두께와 조성을 정밀하게 제어할 수 있다.

[0143] 따라서, 대면적의 기관에서도 균일하게 막을 형성할 수 있으며, 단차를 커버(stack coverage)하는 스텝커버리지 능력이 우수하기 때문에 제 1 보호필름(120a)이 구동 박막트랜지스터(DTr) 및 발광다이오드(E)를 덮도록 함으로써, 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성을 보다 향상시킬 수 있다.

[0144] 그리고, 제 1 및 제 3 보호필름(120a, 120c) 사이로 위치하는 제 2 보호필름(120b)은 제 1 및 제 3 보호필름(120a, 120c)과 함께 외부로부터 수분 및 산소가 유입되는 것을 보다 방지하며, 제 1 및 제 3 보호필름(120a, 120c)의 강성을 보다 향상시키기 위하여 약 1um의 두께를 갖는 질화 실리콘(SiNx) 또는 산화 실리콘(SiOx) 등을 포함하는 무기절연막으로 이루어질 수 있다.

[0145] 또한, 도시하지는 않았지만 본 발명의 제 2 실시예에 따른 보호필름(120)은 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식으로 형성되는 무기물층이 적어도 3개가 구비되는 5중층 구조로 이루어질 수도 있다.

[0146] 이러한 본 발명의 제 2 실시예에 따른 보호필름(120)은 제 1 실시예의 보호필름(도 3의 102)에 비해 매우 얇은 두께로 이루어지게 된다.

[0147] 따라서, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 보다 유연한 성질을 구현할 수 있게 된다.

[0148] 이때, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 역스페이서(104)의 일측으로 유기발광층(113)과 제 2 전극(115) 그리고 보호필름(120)에 홀(H3)이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0149] 홀(H3)에 의해 유기발광층(113) 하부로 위치하는 बैं크(119)가 외부로 노출되게 된다.

- [0150] 이러한 홀(H3)은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)을 따라 형성될 수 있는데, 메쉬 구조로 이루어질 수도 있으나, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 좌우 양측 또는 일측에만 위치하도록 하여, 제 2 전극(115)이 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 모두 연결된 구성을 유지하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0151] 이를 통해, 플렉서블 OLED(100)의 반복적인 접힘 및 펼침 작업에 의한 밴딩 스트레스에 의해 보호필름(120)의 크랙이 발생하여, 유기발광층(113)의 박리 현상이 일부 발생하더라도, 홀(H3)에 의해 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 또한 보호필름(120)의 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있게 된다.
- [0152] 따라서 결과적으로 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0154] - 제 3 실시예 -
- [0155] 도 7은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED의 서브화소 일부를 개략적으로 확대 도시한 단면도이다.
- [0156] 한편, 중복된 설명을 피하기 위해 앞서의 앞서 진술한 제 2 실시예의 설명과 동일한 역할을 하는 동일 부분에 대해서는 동일 부호를 부여하며, 제 3 실시예에서 진술하고자 하는 특징적인 내용만을 살펴보도록 하겠다.
- [0157] 도시한 바와 같이, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 각 서브화소(도 6의 R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)에 대응하여 위치하는 뱅크(119)와 제 1 전극(111)에 제 1 홀(H4)이 구비되도록 하며, 또한, 제 1 홀(H4)에 대응하는 오버코트층(108)에 제 2 홀(H5)이 더욱 구비되도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0158] 여기서, 제 2 홀(H5)은 오버코트층(108) 하부로 위치하는 제 3 층간절연막(109c)을 노출하게 되는데, 이러한 제 2 홀(H5)은 제 1 홀(H4)의 폭(d1)에 비해 넓은 폭(d2)을 갖도록 형성되어, 제 1 전극(111)과 오버코트층(108)은 언더컷(U)을 이루게 된다.
- [0159] 이 경우, 제 1 전극(111)에 형성되는 제 1 홀(H4)의 하부폭(d1)은 오버코트층(108)을 관통하는 제 2 홀(H5)의 상부폭(d2) 보다 크게 형성된다.
- [0160] 즉, 제 2 홀(H5)의 상부폭(d2)이 제 2 홀(H5)의 유기발광층(113)과 가까운 하부폭(d1) 보다 넓게 형성됨으로써, 제 1 전극(111)이 오버코트층(108)의 제 2 홀(H5) 내측으로 돌출되어 형성되게 된다.
- [0161] 이러한 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)은 마스크를 사용하여 뱅크(119)와 오버코트층(108)을 일괄 식각함으로써 형성할 수 있는데, 이때 바람직하게 서로 다른 식각율(etch rate)을 갖는 건식 식각으로 식각될 수 있다.
- [0162] 예를 들어, 이온빔 식각(ion beam etching), RF(radio frequency) 스퍼터 식각, 플라즈마 식각(plasma etching) 또는 반응 이온 식각 중 선택되는 어느 하나로 수행될 수 있다.
- [0163] 이와 같이 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)이 구비된 기관(101)의 상부로 유기발광층(113)과 제 2 전극(115)을 순차적으로 위치하도록 하며, 제 2 전극(115) 상부로 제 1 내지 제 3 보호필름(120a, 120b, 120c)이 순차적으로 위치하게 되는데, 유기발광층(113)과 제 2 전극(115) 그리고 제 1 내지 제 3 보호필름(120a, 120b, 120c)은 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)에 의해 서로 분리된 구조를 갖게 된다.
- [0164] 이를 통해, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 반복적인 접힘 및 펼침 작업에 의한 밴딩 스트레스에 의해 보호필름(120)의 크랙이 발생하여, 유기발광층(113)의 박리 현상이 일부 발생하더라도, 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)에 의해 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 또한 보호필름(120)의 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있게 된다.
- [0165] 따라서 결과적으로 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0166] 특히, 오버코트층(108)에도 제 2 홀(H5)이 구비됨에 따라, 오버코트층(108)이 각 서브화소(도 6의 R-SP, G-SP, B-SP) 별로 분리된 구조를 가질 수 있어, 밴딩 스트레스를 보다 최소화 할 수 있으면서도 오버코트층(108)에서 발생하는 크랙이 유기발광층(113) 또는 구동 박막트랜지스터(DTr)로 전파되는 것 또한 방지할 수 있다.
- [0167] 이는 대해 좀더 자세히 살펴보면, 플렉서블 OLED(100)는 반복적인 접힘 및 펼침 작업에 의한 밴딩 스트레스에 의해 오버코트층(108)의 크랙이 빈번하게 발생하게 되는데, 이는 본 발명의 제 3 실시예와 같이 보호필름(120)이 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식으로 형성되는 플렉서블 OLED(100)는 오버코트층(108)의 두께가 플렉서블 OLED(100) 내부에서 가장 두껍게 형성되기 때문이다.

- [0168] 따라서, 본 발명의 제 3 실시예와 같이 오버코트층(108)에 제 2 홀(H5)을 구비함으로써, 밴딩 스트레스가 오버코트층(108)의 제 2 홀(H5)에 의해 분산되도록 하여, 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있는 것이다.
- [0169] 이와 같이, 밴딩 스트레스를 최소화함에 따라 오버코트층(108)의 크랙에 의해 오버코트층(108)과 인접하게 위치하는 유기발광층(113) 또는 구동 박막트랜지스터(DTr)로 크랙이 전파되어, 유기발광층(113)의 박리 및 구동 박막트랜지스터(DTr)의 단선 등이 발생하는 것을 방지할 수 있는 것이다.
- [0170] 이때, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 제 1 전극(111)과 오버코트층(108)이 언더컷(U)을 이루도록 형성함으로써, 수직 방향의 직진성을 가지고 성막되는 유기발광층(113)과 제 2 전극(115)은 언더컷(U) 영역에는 형성되지 않아, 유기발광층(113)과 제 2 전극(115)은 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)에 의해 각 서브화소(도 6의 R-SP, G-SP, B-SP)의 좌우 양측 또는 일측에서 서로 분리된 구성을 갖게 된다.
- [0171] 반면에 수직, 수평 및 경사 방향으로의 회절성을 가지고 성막되는 보호필름(120)은 제 2 전극(115)과 유기발광층(113)에 비해 스텝커버리지가 좋아 언더컷(U) 영역에도 형성되게 된다.
- [0172] 이러한 제 1 내지 제 3 보호필름(120a, 120b, 120c)은 언더컷(U)을 이루는 제 1 전극(111)을 모두 덮어 감싸도록 팁(tip) 형상을 형성하게 된다.
- [0173] 따라서, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 박리 현상과 수분 및 이물 등이 확산되는 것을 방지하고자 뱅크(119)와 오버코트층(108)에 각각 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)을 형성함에도 팁(tip) 형상에 의해 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115)이 외부로 노출되는 것을 방지할 수 있게 된다.
- [0174] 이를 통해, 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115)이 외부로 노출됨에 따라 산화 등이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0176] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플렉서블 OLED(100)는 원자층 증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 방식으로 형성되는 보호필름(120)을 포함하는 플렉서블 OLED(100)의 뱅크(119)와 제 1 전극(111) 그리고 오버코트층(108)에 홀(H4, H5)을 형성함으로써, 밴딩 스트레스에 의해 유기발광층(113)의 박리 현상이 발생하더라도, 박리 현상이 확산되는 것을 방지할 수 있으며, 또한 보호필름(120)의 크랙이 발생하더라도 외부로부터 수분 및 이물 등이 확산되는 것 또한 방지할 수 있게 된다.
- [0177] 따라서 결과적으로 플렉서블 OLED(100)의 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0178] 또한, 플렉서블 OLED(100) 내에서 가장 두꺼운 두께를 갖는 오버코트층(108)에 제 2 홀(H5)이 구비되도록 함으로써, 밴딩 스트레스가 오버코트층(108)의 제 2 홀(H5)에 의해 분산되도록 하여, 밴딩 스트레스를 최소화할 수 있어, 오버코트층(108)의 크랙에 의해 오버코트층(108)과 인접하게 위치하는 유기발광층(113) 또는 구동 박막트랜지스터(DTr)로 크랙이 전파되어, 유기발광층(113)의 박리 및 구동 박막트랜지스터(DTr)의 단선 등이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0179] 특히, 제 1 및 제 2 홀(H4, H5)을 언더컷(U)으로 형성하고 팁(tip) 형상을 구현함으로써, 이와 같이 박리 현상과 수분 및 이물 등이 확산되는 것을 방지할 수 있으면서도 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115)이 외부로 노출되는 것 또한 방지할 수 있다.
- [0181] 한편, 지금까지의 설명에서는 엑스페이서(104)가 뱅크(119) 상부로 1개가 구비됨을 도시 및 설명하였으나, 엑스페이서(104)는 다수개가 구비될 수도 있다.
- [0182] 이의 경우, 제 2 실시예에서 홀(H3)은 이웃하여 위치하는 엑스페이서(104) 사이로 위치할 수 있으며, 또한 제 3 실시예에서의 제 1 및 제 2 홀(H4, H5) 역시 이웃하여 위치하는 엑스페이서(104) 사이로 위치할 수 있다.
- [0183] 또한, 엑스페이서(104)가 구비되지 않을 수도 있는데, 이의 경우 제 1 실시예에서는 홀(H1)이 뱅크(119) 상부로 위치할 수 있다.
- [0184] 또한, 엑스페이서(104)의 일측으로 정방향의 테이퍼를 갖는 스페이서(미도시)를 더욱 위치시킬 수 있는데, 스페이서(미도시)는 엑스페이서(104) 보다 큰 높이를 가져, 기관(101)과 보호필름(102) 사이의 빈 공간을 보다 완충시킬 수 있다.

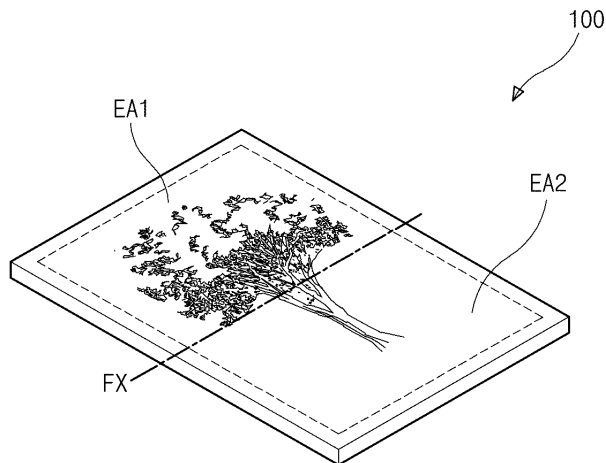
[0186] 본 발명은 상기 실시예로 한정되지 않고, 본 발명의 취지를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양하게 변경하여 실시할 수 있다.

부호의 설명

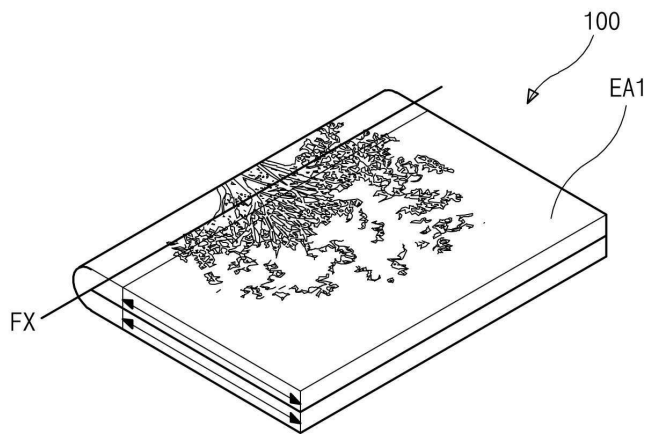
[0188] 100 : 플렉서블 OLED, 101 : 기판
 102 : 보호필름(102a, 102b, 102c : 제 1 내지 제 3 보호필름)
 103 : 반도체층(103a : 액티브영역, 103b, 103c : 소스 및 드레인영역)
 104 : 역스페이서, 105 : 게이트절연막
 106 : 파장변환층, 108 : 오버코팅층
 109a, 109b, 109c : 제 1 내지 제 3 층간절연막
 111 : 제 1 전극, 113 : 유기발광층, 115 : 제 2 전극
 116 : 제 1, 2 반도체층 콘택홀,
 119 : 뱅크
 DG : 게이트전극, DS, DD : 소스 및 드레인전극
 PH : 드레인콘택홀
 H1 : 홀

도면

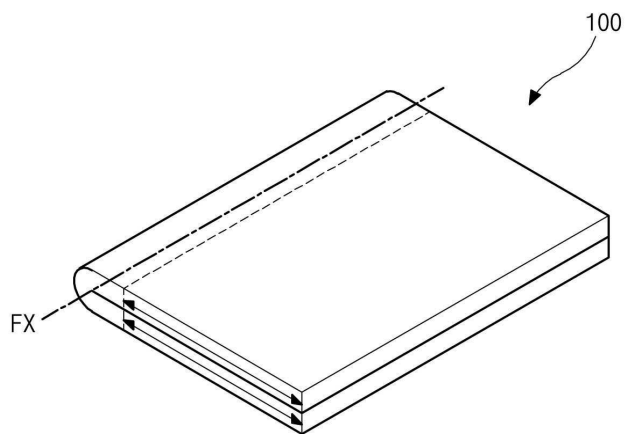
도면1a



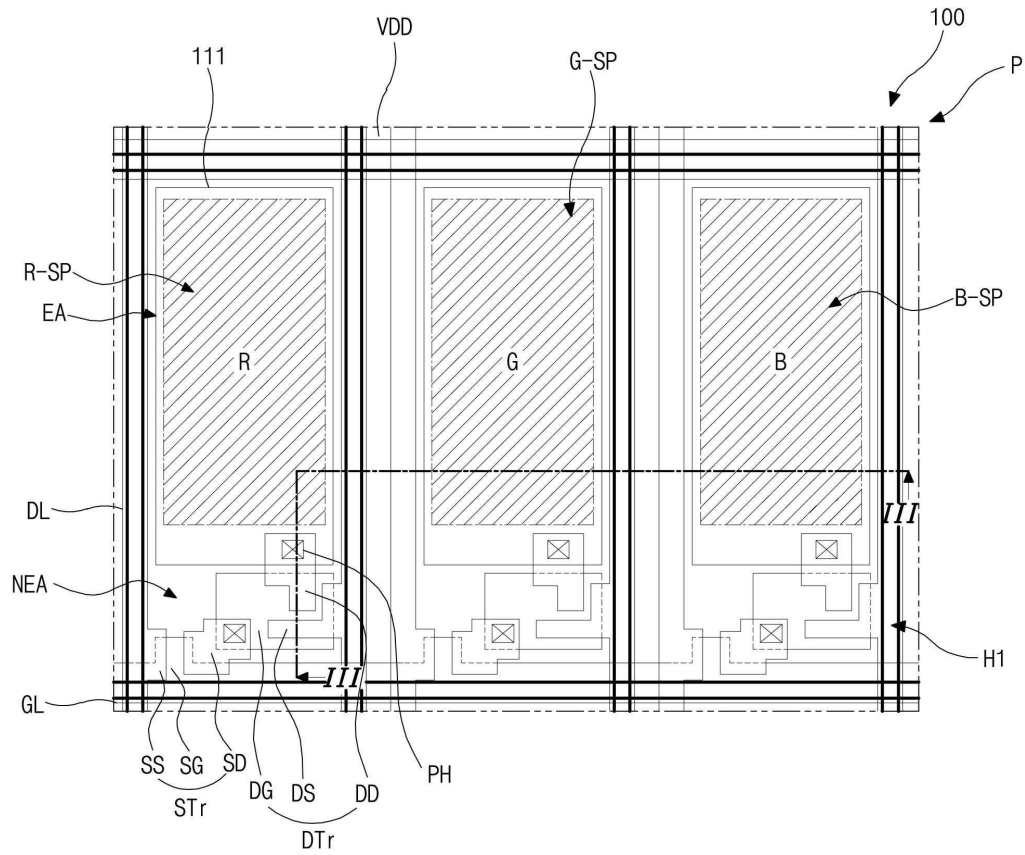
도면1b



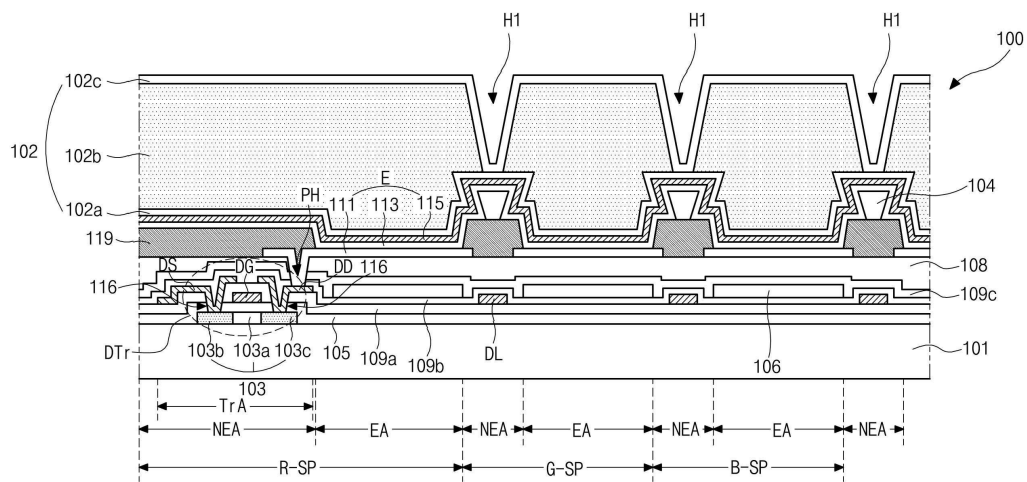
도면1c



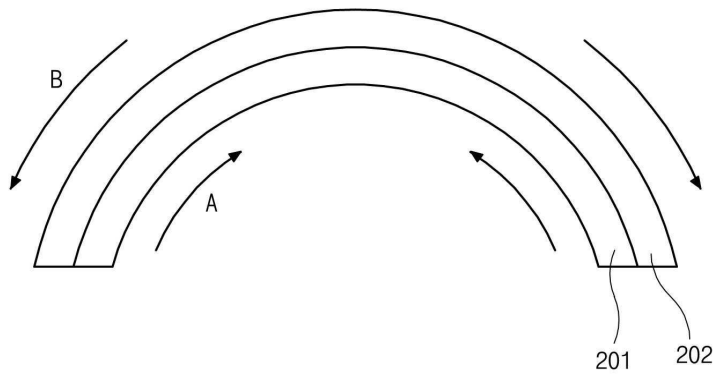
도면2



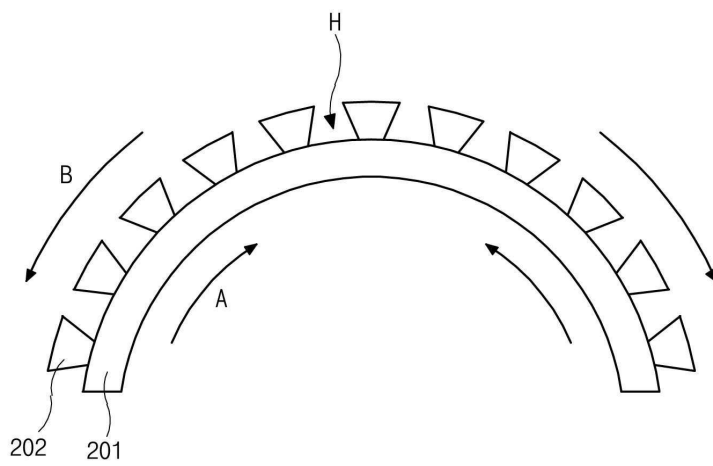
도면3



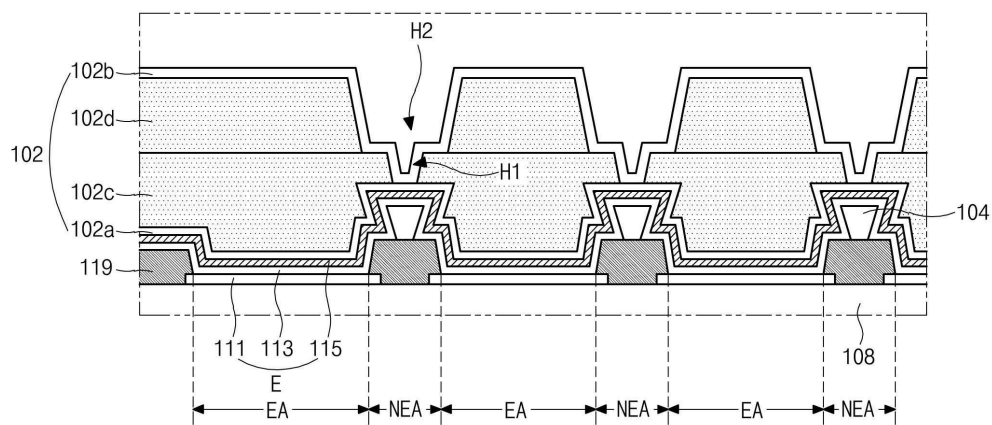
도면4a



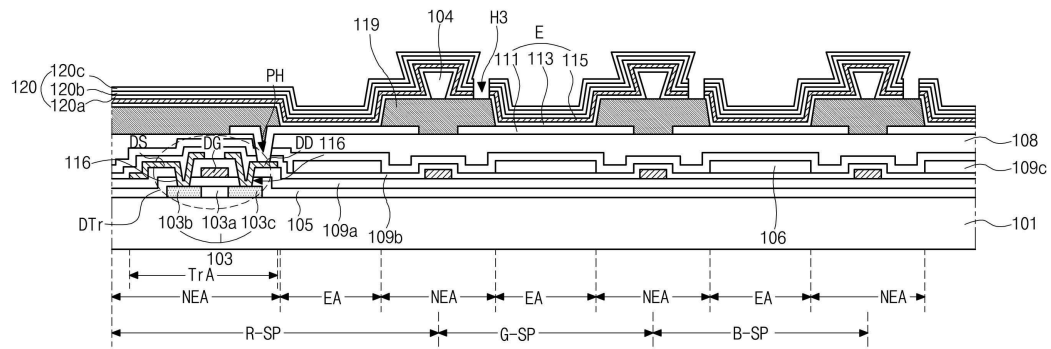
도면4b



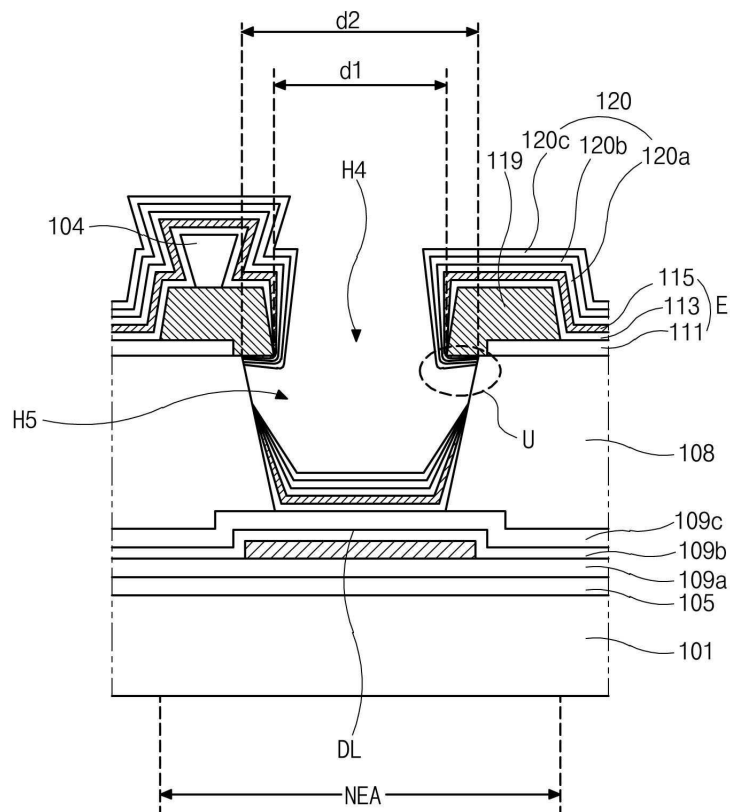
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	有机发光显示装置		
公开(公告)号	KR1020200063590A	公开(公告)日	2020-06-05
申请号	KR1020180149489	申请日	2018-11-28
[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		
[标]发明人	김미성		
发明人	김미성		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5253 H01L27/3213 H01L27/3246 H01L2251/5338		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

柔性有机发光显示装置技术领域本发明涉及柔性有机发光显示装置，更具体地，涉及具有使有机发光层的剥离现象最小化的结构的柔性有机发光二极管。本发明的特征在于，在用于密封柔性OLED的保护膜之中，在由有机绝缘膜制成的第二保护膜中沿着每个子像素的非发光区域设置孔。这样，可以使在柔性OLED的重复折叠和展开期间产生的弯曲应力最小化，从而防止有机发光层的剥离的发生，并且，来自外部的湿气和异物也在柔性OLED内部。也可以防止其渗透。此外，即使部分发生有机发光层的剥离现象，也可以防止剥离现象通过孔扩散，并且即使在保护膜中发生裂纹，也可以防止水分和异物从外部扩散。可以提高柔性OLED的可靠性。

