



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월13일
(11) 등록번호 10-2555404
(24) 등록일자 2023년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 59/00 (2023.01) H10K 50/00 (2023.01)
H10K 50/80 (2023.01) H10K 99/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10K 59/123 (2023.02)
H10K 50/11 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2015-0111255
(22) 출원일자 2015년08월06일
심사청구일자 2020년07월16일
(65) 공개번호 10-2017-0017404
(43) 공개일자 2017년02월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140062269 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
최봉기
경기도 고양시 일산서구 원일로21번길 22, 109동
904호 (일산동, 휴먼빌1차아파트)
(74) 대리인
박병석

전체 청구항 수 : 총 8 항

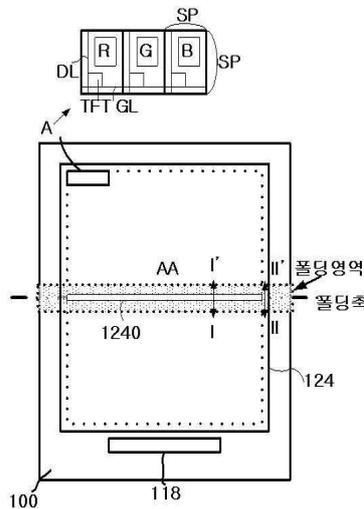
심사관 : 윤성주

(54) 발명의 명칭 플렉서블 디스플레이 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 유기막 상에 위치하는 전극의 형성을 달리하여, 폴딩 동작에 의한 비점등 영역 발생을 방지하고, 장치의 신뢰성을 개선한 플렉서블 디스플레이에 관한 것으로, 적어도 하나의 일측성의 폴딩 라인이 정의된 제 1 플렉서블 기체에 구비되는 유기 발광 다이오드는, बैं크에 의해 노출된 제 1 전극과, 상기 बैं크의 일부에 중첩하여 각 화소별로 구비되는 유기 발광층을 포함한 유기층 및 상기 유기층 상에 위치하며, 상기 폴딩 라인의 방향을 따라 슬릿을 갖는 제 2 전극을 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H10K 50/805 (2023.02)
H10K 50/86 (2023.02)
H10K 50/865 (2023.02)
H10K 50/868 (2023.02)
H10K 59/122 (2023.02)
H10K 59/38 (2023.02)
H10K 59/40 (2023.02)
H10K 59/50 (2023.02)
H10K 77/111 (2023.02)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140120585 A*
KR1020140130965 A*
KR1020140143637 A*
KR1020000068316 A
KR1020150008715 A
KR1020140142090 A
KR1020150064337 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

매트릭스 상으로 복수개의 화소를 구비하며, X방향을 따라 적어도 하나의 일축성의 폴딩 영역이 정의된 제 1 플렉서블 기재;

상기 제 1 플렉서블 기재 상에, 각 화소 내에 위치한 제 1 전극;

상기 제 1 전극의 가장자리와 중첩하는 बैं크;

상기 बैं크에 의해 노출된 제 1 전극과, 상기 बैं크의 일부에 중첩하여 각 화소별로 구비되는 유기 발광층을 포함한 유기층; 및

상기 유기층 상에 위치하고, 상기 폴딩 영역과 중첩하며 상기 बैं크에 중첩한 영역에서 상기 X방향을 따라 슬릿을 갖는 제 2 전극을 포함하며,

상기 슬릿은 상기 폴딩 영역에 중첩하며, 상기 X방향을 따라 복수개 구비되며 Y방향에서 이웃한 화소들에서 지그재그로 위치하는 플렉서블 디스플레이.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 제 2 전극이 형성된 상기 제 1 플렉서블 기재에 대하여, 대향된 표면에 터치 전극 어레이를 갖는 제 2 플렉서블 기재를 더 포함한 플렉서블 디스플레이.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제 2 플렉서블 기재 표면에 편광판을 더 포함한 플렉서블 디스플레이.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 터치 전극 어레이에 접하여 블랙 매트릭스층 및 컬러 필터층으로 이루어진 광 차폐층을 더 포함한 플렉서블 디스플레이.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제 1 전극, 상기 बैं크, 상기 유기층 및 상기 제 2 전극을 커버하는 페이스 셸을 더 포함한 플렉서블 디스플레이.

청구항 12

제 8항에 있어서,

상기 제 1 플렉서블 기재와 상기 제 2 플렉서블 기재 사이에 접착층을 더 포함한 플렉서블 디스플레이.

청구항 13

매트릭스 상으로 복수개의 화소를 구비하며, X방향을 따라 적어도 하나의 일축성의 폴딩 영역이 정의된 제 1 플렉서블 기재를 준비하는 단계;

상기 제 1 플렉서블 기재 상에, 각 화소 내에 박막 트랜지스터를 구비하는 단계;

각 화소에, 상기 박막 트랜지스터와 제 1 전극을 연결시키는 단계;

상기 제 1 전극의 가장자리와 중첩하는 बैं크를 구비하는 단계;

상기 बैं크에 의해 노출된 제 1 전극과, 상기 बैं크의 일부에 중첩하여 각 화소별로 유기 발광층을 포함한 유기층을 구비하는 단계; 및

상기 폴딩 영역 내 상기 X방향을 따라 차광 영역이 중첩된 제 1, 제 2 마스크를 이용하여, 상기 제 1, 제 2 마스크의 중첩된 차광 영역에 대응하여, 상기 폴딩 영역 내 상기 बैं크에 중첩한 상기 유기층 상에, 상기 X방향을 따른 슬릿을 갖는 제 2 전극을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제 2 전극은 상기 슬릿 외의 부위에서 동일 높이를 갖고,

상기 슬릿은 상기 폴딩 영역에 중첩하며, 상기 X방향을 따라 복수개 구비되며 Y방향에서 이웃한 화소들에서 지그재그로 위치하는 플렉서블 디스플레이의 제조 방법.

청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 제 2 전극 상에 광학 캐핑층을 더 포함하며,

상기 광학 캐핑층은 상기 슬릿 내의 상기 유기층과 접한 플렉서블 디스플레이.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플렉서블 디스플레이에 관한 것으로, 특히 백플레인 기관에서의 유기막 상에 위치하는 전극의 형성을 달리하여, 폴딩 동작에 의한 비점등 영역 발생을 방지하고, 장치의 신뢰성을 개선한 플렉서블 디스플레이 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 평판 표시장치의 구체적인 예로는 액정표시장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 유기 발광 표시 장치(Organic Emitting Display Device), 플라즈마 표시장치(Plasma Display Panel device: PDP), 양자점 표시 장

치(Quantum Dot Display Device), 전계방출표시장치(Field Emission Display device: FED), 전기영동 표시장치(Electrophoretic Display Device: EPD) 등을 들 수 있는데, 이들은 공통적으로 화상을 구현하는 평판 표시패널을 필수적인 구성요소로 하는 바, 평판 표시패널은 고유의 발광 또는 편광 혹은 그 밖의 광학 물질층을 사이에 두고 한 쌍의 투명 절연기판을 대면 합착시킨 구성을 갖는다.

- [0003] 최근 표시장치의 대형화에 따라 공간 점유가 적은 평면 표시 장치로서의 요구가 증대되고 있는데, 이러한 평면 표시 장치 중 하나로서 유기 발광 표시 장치에 관한 기술이 빠른 속도로 발전하고 있다.
- [0004] 유기 발광 표시 장치는 별도의 광원을 요구치 않고, 내부에 픽셀 단위로 자발광의 유기 발광 다이오드를 포함하여 표시가 이루어지는 것으로, 광원 및 이를 표시 패널과 조립하기 위한 구조물이 생략되는 이점이 있어 박형 경량화의 이점이 커 차세대 표시 장치로 고려되고 있다.
- [0005] 상기 유기 발광 다이오드는 전자 주입 전극(음극) 과 정공 주입 전극(양극) 사이에 형성된 유기막에 전하를 주입하면 전자와 정공이 쌍을 이룬 후 소멸하면서 빛을 내는 소자이다.
- [0006] 한편, 상술한 유기 발광 표시 장치를 포함한 표시 장치는 최근 플렉서블한 형태로 이용하고자 하는 요구가 있어, 플렉서블 디스플레이로 구현되는 예가 있다. 또한, 플렉서블 디스플레이는, 표면에 사용자의 지시에 따른 동작을 수행하도록 터치 스크린을 부착하는 형태로 발전되고 있다.
- [0007] 플렉서블 디스플레이는, 두께가 점차로 얇아지며 접을 수 있는 형태로도 발전되고 있다. 그러나, 현재까지의 플렉서블 디스플레이는, 폴딩 동작이 반복되고 그 회수가 늘수록 폴딩(folding)부에서 손상이 발생하여, 폴딩부가 점등되지 않는 문제가 있다.
- [0008] 도 1a 및 도 1b는 종래의 플렉서블 디스플레이의 이너 폴딩 동작과 이너 폴딩 후 폴딩부에서 스트레스 현상을 나타낸 단면도이다.
- [0009] 도 1a 는 플렉서블 디스플레이의 이너 폴딩(inner folding) 동작을 나타낸 것이며, 도 1b는 특히, 반으로 접었을 때, 폴딩부에서 가장 스트레스가 심한 점을 나타내고 있다.
- [0010] 즉, 플렉서블 디스플레이를 반으로 접었을 때, 폴딩부는 플렉서블 디스플레이를 상하로 이분하는 영역에 발생하는데, 이 부위에서 영구적인 손상이 발생하여, 플렉서블 디스플레이를 다시 퍼 원 상태로 복귀하여도 폴딩부에 해당하는 영역에서 점등이 불가하여 표시에 이용되지 못하는 문제가 있는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 백플레인 기판에서의 유기막 상에 위치하는 전극의 형성을 달리하여, 폴딩 동작에 의한 비점등 영역 발생을 방지하고, 장치의 신뢰성을 개선한 플렉서블 디스플레이를 제공하는 데, 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 플렉서블 디스플레이는, 매트릭스 상으로 복수개의 화소를 구비하며, 적어도 하나의 일축성의 폴딩 라인이 정의된 제 1 플렉서블 기재와, 상기 제 1 플렉서블 기재 상에, 각 화소 내에 위치한 제 1 전극과, 상기 제 1 전극의 가장자리와 중첩하는 बैं크와, 상기 बैं크에 의해 노출된 제 1 전극과, 상기 बैं크의 일부에 중첩하여 각 화소별로 구비되는 유기 발광층을 포함한 유기층 및 상기 유기층 상에 위치하며, 상기 폴딩 라인의 방향을 따라 슬릿을 갖는 제 2 전극을 포함할 수 있다.
- [0013] 여기서, 상기 제 2 전극은, 상기 슬릿을 경계로 하여, 상기 폴딩 라인의 방향에 교차하는 방향의 인접한 화소들에서 서로 이격할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 폴딩 라인의 방향에 교차하는 방향의 인접한 화소들에서 상기 제 2 전극은 상기 बैं크 상에서 서로 이격할 수 있다.
- [0015] 이 때, 상기 제 2 전극은 상기 슬릿을 경계로 제 1 영역과 제 2 영역으로 구분되며, 상기 제 1 영역은 상기 폴딩 라인 상부의 화소들에 중첩하며, 상기 제 2 영역은 상기 폴딩 라인 하부의 화소들에 중첩할 수 있다.
- [0016] 상기 슬릿은 적어도 상기 폴딩 라인에 대응될 수 있으며, 경우에 따라 액티브 영역 전체에 규칙적으로 배치될

수도 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 플렉서블 디스플레이 및 이의 제조 방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- [0018] 첫째, 유기발광층을 포함한 유기층 상에 제 2 전극 형성시 분리 증착하고, 분리 증착된 영역간 슬릿을 구비하도록 하여, 슬릿 부분에서 유기층과 제 2 전극간의 접촉이 없도록 하여, 폴딩시 슬릿의 형성 방향을 따라 스트레스가 발생하지 않도록 할 수 있다.
- [0019] 둘째, 제 2 전극의 슬릿을 경계로 폴딩 라인에 교차하는 방향에서 인접하는 화소들에서 제 2 전극이 분할되는 효과로, 각각 분할된 영역 단위로 제 2 전극과 유기층이 접촉하여, 접촉 특성은 분할된 영역 단위로 일어나 폴딩 스트레스를 분산하여 받아 특히, 폴딩 영역에 물리적 스트레스가 집중되어 발생하는 미점등 현상을 방지할 수 있다. 이로써, 플렉서블 디스플레이의 전체 두께가 갖는 임계 이상의 벤딩(bending)을 수행하여도 유기층 들뜸 현상을 방지하여, 폴딩부에서 정상적인 표시가 가능하게 된다. 결과적으로, 플렉서블 디스플레이의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0020] 셋째, 슬릿을 폴딩 영역이 발생하는 영역에 분리하여 복수개 형성하는 경우, 폴딩 영역에 슬릿으로 분리된 영역간 폴딩 스트레스를 분산시켜, 플렉서블 디스플레이의 두께에 의존하지 않고, 패널 신뢰성을 확보할 수 있다. 종래의 디스플레이의 경우, 두께가 두꺼운 경우, 곡률 반경이 크고, 이에 따라 폴딩 스트레스가 집중되는 폴딩 영역의 면적이 컸으나, 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 폴딩 면적이 크더라도 폴딩 스트레스를 분할 슬릿 배치로 분산시킬 있어, 결과적으로 플렉서블 디스플레이의 두께에 관계없이, 점등 불량을 방지할 수 있는 것이다.
- [0021] 넷째, 제 2 전극에 슬릿을 구비하더라도, 슬릿 외의 부분에서는 연결되도록 하여, 제 2 전극에 안정적으로 전압이 인가될 수 있다.
- [0022] 다섯째, 제 2 전극을 형성하는 마스크를 2개 구비하여 서로간의 차광 패턴의 중첩부에 제 2 전극의 슬릿을 형성하는 것으로, 제 2 전극을 단일 마스크로 형성하는 경우 발생하는 일정 폭 이하의 차광 패턴을 구비하기 어렵거나, 패턴 처짐의 불량과 같은 제약을 해결할 수 있다. 즉, 2개의 마스크간 중첩 영역을 대응하여 슬릿을 정의하여, 얇은 선폭의 차광 패턴을 개별 마스크에 형성하지 않고 제 2 전극의 얇은 선폭의 슬릿을 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1a 및 도 1b는 종래의 플렉서블 디스플레이의 이너 폴딩 동작과 이너 폴딩 후 폴딩부에서 스트레스 현상을 나타낸 단면도.
- 도 2는 폴딩 후 유기막의 박리 현상을 나타낸 SEM도.
- 도 3은 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 평면도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 3의 제 2 전극을 나타낸 평면도.
- 도 5a 및 도 5b는 도 3의 I-I' 선상 및 II-II' 선상의 단면도.
- 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 제 2 전극 형성에 이용되는 제 1, 제 2 마스크를 나타낸 평면도.
- 도 7a 및 도 7b는 도 3의 슬릿의 변형예를 나타낸 평면도.
- 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 제 2 전극의 슬릿 배치의 예를 나타낸 평면도.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이의 단면도.
- 도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 변형예를 나타낸 단면도.
- 도 11은 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 제조 방법을 나타낸 공정 순서도.
- 도 12a 및 도 12b는 비교예와 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 폴딩 후 점등 상태를 나타낸 사진.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조

번호들은 실질적으로 동일한 구성 요소들을 의미한다. 이하의 설명에서, 본 발명과 관련된 공지 기술 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 이하의 설명에서 사용되는 구성요소 명칭은 명세서 작성의 용이함을 고려하여 선택된 것으로, 실제 제품의 부품 명칭과 상이할 수 있다.

- [0025] 도 2는 폴딩 후 유기막의 박리 현상을 나타낸 SEM도이다.
- [0026] 앞서 플렉서블 디스플레이에서, 폴딩이 수회 반복될 때, 폴딩부에서 미점등과 같은 불량이나 나타나는 점을 설명한 바 있다. 본 발명의 발명자는 폴딩 후, 도 2와 같은, SEM도를 통해, 폴딩과 같은 스트레스에 대해 유기막이 그 상층의 제 2 전극과의 계면에서 들뜨는 현상, 즉, 박리되는 현상이 있음을 관찰하였다. 이 경우, 박리된 유기막은 상층의 제 2 전극으로부터 분리되어, 유기 발광 다이오드에서의 도통이 정상적으로 이루어지지 않는 것이다. 즉, 본 발명의 발명자는 폴딩 반복에 의한 폴딩부에서의 미점등 영역이 있는 것을 유기막 박리에 있는 것으로 파악하였다.
- [0027] 이에 따라, 하기에는 본 발명의 플렉서블 디스플레이에서, 유기막 박리를 개선하는 안에 대해 살펴본다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 평면도이며, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 3의 제 2 전극을 나타낸 평면도이다. 그리고, 도 5a 및 도 5b는 도 3의 I~I' 선상 및 II~II' 선상의 단면도이다.
- [0029] 도 3 및 도 4과 같이, 본 발명의 플렉서블 디스플레이는, 매트릭스 상으로 복수개의 화소(SP)를 구비하며, 적어도 하나의 일축성의 폴딩 라인이 정의된 제 1 플렉서블 기재(100)와, 상기 제 1 플렉서블 기재(100) 상에, 각 화소(SP) 내에 위치한 박막 트랜지스터(TFT)와, 상기 박막 트랜지스터(TFT)와 연결된 제 1 전극(121)과, 상기 제 1 전극(121)의 가장자리와 중첩하는 बैं크(122)와, 상기 बैं크(122)에 의해 노출된 제 1 전극(121)과 상기 बैं크(122)의 일부에 중첩하여 각 화소(SP)별로 구비되는 유기 발광층을 포함한 유기층(123) 및 상기 유기층(123) 상에 위치하며, 상기 폴딩 라인의 방향을 따라 슬릿(1240)을 갖는 제 2 전극(124)을 포함한다.
- [0030] 한편, 상기 제 1 플렉서블 기재(100)는 영역이 크게 중앙의 액티브 영역(AA)과 주변의 비액티브 영역으로 구분될 수 있다.
- [0031] 여기서, 상기 액티브 영역(AA)에는 화소(SP)를 매트릭스 상으로 구비하며, 각 화소(SP)는 서로 교차하는 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL)에 의해 구분되며, 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL)의 교차부에 하나 이상의 박막 트랜지스터(TFT)를 갖는다.
- [0032] 그리고, 상기 게이트 라인(GL)은 구동을 위해 게이트 구동부를 제 1 플렉서블 기재(100)의 비액티브 영역에 내장하거나 (게이트 라인 및 데이터 라인, 박막 트랜지스터의 형성시 함께 형성), 혹은 별도의 게이트 구동부를 비액티브 영역에 포함할 수 있다.
- [0033] 액티브 영역(AA)을 둘러싼 4변의 비액티브 영역 중 일변이 다른 세변에 비해 상대적으로 긴 폭을 갖고, 긴 폭을 갖는 일변의 연장된 부위에 드라이버 IC(118)를 갖는다.
- [0034] 상기 드라이버 IC(118)는, 기능적으로 상기 데이터 라인(DL)에 신호를 전달하는 데이터 드라이버와, 구동에 필요한 클럭 신호를 생성 및 전달하고 전압 신호를 전달하는 타이밍 제어부를 포함할 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 드라이버 IC(118)는, 제 1 플렉서블 기재(100)의 표면에 구비된 패드 전극(미도시)과 접속되며, 상기 패드 전극은 게이트 라인(GL)과 데이터 라인(DL)과 비액티브 영역에 구비된 연결 배선(미도시)를 통해 전기적으로 연결된다.
- [0036] 여기서, 상기 제 2 전극(124)은, 도 5a와 같이, 상기 슬릿(1240)을 경계로 하여, 상기 폴딩 라인의 방향에 교차하는 방향의 인접한 화소들(SP)에서 서로 이격하는 것으로, 제 1 영역(124a)과 제 2 영역(124b)으로 구분될 수 있다. 또한, 슬릿(1240)은 상기 제 2 전극(124)이 형성되지 않는 부위이며, 이는 제 2 전극(124)을 형성시, 2개의 마스크를 준비하여, 2개 마스크가 모두 이 부위를 계속 가려주어, 가려진 부위에 제 2 전극(124) 형성물질이 대응되지 않도록 하여 그 영역의 정의가 가능하다.
- [0037] 상기 제 2 전극(124)을 이루는 제 1 영역(124a)과 제 2 영역(124b)은 각각 서로 차광 영역을 다르게 정의하는 상이한 마스크로 형성된다. 한편, 상기 제 2 전극(124)은 액티브 영역을 충분히 커버하도록 형성된다. 즉, 액티브 영역에서 구비된 유기 발광층을 포함한 유기층이 발광부 외에서는 노출되지 않게 하여, 일차적으로 투습 방지 기능을 할 수 있다. 이 경우, 슬릿(1240)의 좌우 가장 자리의 부분에서는 제 2 전극(124)이 모두 커버하여야 하므로, 도 5b와 같이, 상기 제 1 영역(124a)과 제 2 영역(124b)이 서로 접할 수도 있다. 혹은, 제 1 영역

(124a)과 제 2 영역(124b)은 서로 중첩될 수도 있는 것이다.

- [0038] 또한, 상기 슬릿(1240)이 도 3, 4에 도시된 바와 같이, 폴딩 라인에 대해 하나만 구비될 경우에는, 상기 액티브 영역(AA)에서, 상기 제 1 영역(124a)은 상기 폴딩 라인 상부의 화소들에 중첩하며, 상기 제 2 영역(124b)은 상기 폴딩 라인 하부의 화소들에 중첩할 수 있다.
- [0039] 한편, 상기 बैं크(122)는 각 화소(SP)에서 발광부(도 3의 각 서브 픽셀의 R, G, B로 표시된 부분)를 오픈하는 형태로 구비된다. 본 발명의 플렉서블 디스플레이에서 상기 제 2 전극(124)에 구비된 슬릿(1240)은 बैं크(122) 상에 위치하는데, 이는 분할 형성되어 제 1, 제 2 영역(124a, 124b)으로 나누어지더라도 제 2 전극(124)은 유기 발광층과 중첩하여야 충분한 발광이 가능하기 때문에, 제 1 전극(121), 유기 발광층을 포함한 유기층(123) 및 제 2 전극(124)을 중첩 적층시킨다. 따라서, 유기 발광층이 있는 발광부에는 슬릿(1240)이 위치하지 않고, 표시에 영향을 주지 않는 상기 बैं크(122) 상에 슬릿(1240)이 위치하는 것이다.
- [0040] 또한, 상기 슬릿(1240)은 폴딩 라인의 축 방향을 따라 일 방향으로 길게 형성되는데, 이는 폴딩 스트레스가 가해지는 폴딩 라인의 축 방향에서, 힘의 분산을 위해서이다. 이 경우, 서로 영역이 분할되어 슬릿(1240)을 갖는 제 2 전극(124)은 폴딩 스트레스가 가해지는 부위, 특히, 폴딩 라인에서 유기층(123) 및 बैं크(122)와 국소의 면적으로 접촉하여, 접촉된 면적에서, 계면 접촉성을 늘린다. 만일, 상기 제 2 전극이 전체 액티브 영역을 덮는 하나의 패턴으로 형성시, 폴딩 라인에서 폴딩 동작이 반복될 때, 스트레스가 누적된 유기막(123)의 박리가 시작될 수 있는데, 일단 박리가 시작되면, 폴딩 라인의 축 방향으로 스트레스가 이어져 유기막(123)과 제 2 전극의 박리가 상기 폴딩 라인의 축 방향으로 이어질 수 있다. 본 발명의 플렉서블 디스플레이에 있어서는, 제 2 전극(124)에 슬릿(1240)을 구비하여, 폴딩 라인 부위에서 제 2 전극(124)과 유기층(123)간의 접촉 면적을 줄여 폴딩 라인 방향에서 박리가 이어지는 점을 방지할 수 있으며, 또한, 폴딩 라인 축 방향에서 유기층(123) 및 제 2 전극(124)간의 계면 스트레스를 슬릿을 경계로 단절시킬 수 있는 것이다. 특히, 상기 슬릿(1240)은 폴딩 라인 부위에는 적어도 구비되는 것이 폴딩 스트레스를 효과적으로 분산시키는데 있어 유리하다.
- [0041] 한편, 상기 슬릿(1240)은 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이, 하나만 폴딩 라인 부위에 대응되어 위치할 수도 있고, 혹은 상기 폴딩 라인 부위에서 여러 개 분할하여 위치할 수도 있다. 이 경우, 상기 폴딩 라인에서 상기 슬릿(1240)의 분할은 가로 방향에서 있을 수도 있고, 혹은 세로 방향에서 복수개의 열로 상기 슬릿(1240)을 분할할 수도 있고, 혹은 가로, 세로 방향에서 모두 슬릿(1240)을 분할할 수도 있다.
- [0042] 또한, 상기 슬릿(1240)은 폴딩 라인에 국한되지 않고, 액티브 영역의 여러 부분을 가로 질러 위치할 수 있다. 어느 경우나, 상기 슬릿(1240)은 बैं크(122) 상에 위치하여, 표시에 영향을 미치지 않도록 한다.
- [0043] 한편, 제 2 전극(124)에 슬릿(1240)을 구비하더라도, 슬릿(1240) 외의 부분에서는 연결되도록 하여, 제 2 전극(124)에 인가된 전압이 안정적으로 가 화소들에 전달될 수 있게 한다.
- [0044] 이하, 도면을 참조하여, 제 2 전극에 구비되는 슬릿의 여러 형태를 참조한다.
- [0045] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 제 2 전극 형성에 이용되는 제 1, 제 2 마스크를 나타낸 평면도이다.
- [0046] 도 6a 및 도 6b는 상술한 도 3 및 도 4의 예에서, 폴딩 라인에 대응시켜 슬릿(1240)을 형성하는 경우에 대응된 제 1, 제 2 마스크(400, 410)를 나타낸 것으로, 각각 슬릿 대응 부위에서 차광 영역(405, 415)을 갖는 것을 공통 특징으로 한다. 구체적으로 도 6a와 같이, 도 3 및 도 4의 액티브 영역의 폴딩 라인 상측에 해당하는 부분을 커버하는 제 1 영역(124a)을 형성하는 경우, 형성하는 부분에 대해 오픈 영역(400a)을 갖는 형태로 제 1 마스크(400)가 구비된다.
- [0047] 이 경우, 제 1 마스크(400)는, 제 2 전극의 제 1 영역(124a)을 형성시 बैं크(122) 및 유기층(123)을 포함한 제 1 플렉서블 기재(100)를 반전시켜, 상기 유기층(123)이 있는 측에, 소정 간격 이격하여 위치시키는 것으로, 실질적으로 제 1 플렉서블 기재(100)의 하측에 위치한다. 또한, 상기 제 1 마스크(400)를 위치한 후, 상기 제 1 마스크(400) 하측에, 제 2 전극 형성 물질 공급원 을 두어, 상기 제 2 전극 형성 물질 공급원으로 제 1 마스크(400)의 오픈 영역(400a)으로 제 2 전극 형성 물질이 증착되게 하여 제 1 영역(124a)을 형성하는 것이다.
- [0048] 또한, 반전되어 있는 제 1 플렉서블 기재(100)를 유지한 채, 차광 영역(415)이 다른 영역에 정의된 제 2 마스크(410)를 준비하여, 실질적으로 제 1 플렉서블 기재(100)의 하측에 위치한다. 또한, 상기 제 2 마스크(410)를 위치한 후, 상기 제 2 마스크(410) 하측에, 제 2 전극 형성 물질 공급원 을 두어, 상기 제 2 전극 형성 물질 공급원으로 제 2 마스크(410)의 오픈 영역(410a)으로 제 2 전극 형성 물질이 증착되게 하여 제 2 영역(124b)을 형성

하는 것이다.

- [0049] 여기서, 상기 제 1, 제 2 마스크(400, 410)에서 차광 영역(405, 415) 중 서로 중첩되는 부위에 제 2 전극(124)의 슬릿(1240)이 대응되는 위치하는 것이다.
- [0050] 도시된 도면에서는 상기 제 1, 제 2 마스크(400, 410)를 개별 준비하는 경우에 대해 설명하였지만, 만일 도시된 바와 같이, 슬릿(1240)이 중앙에만 위치하는 경우에는, 제 2 전극을 형성하기 위한 마스크는 하나만 준비하고, 먼저 상기 마스크를 이용하여 제 1 영역(124a)을 형성 후, 제 2 영역(124b) 형성 전 상기 마스크를 평면 상으로 180° 회전시켜 상하의 오픈 영역 위치를 변경한 후, 제 2 영역(124b)을 형성할 수도 있을 것이다.
- [0051] 한편, 도시된 예의 제 1, 제 2 마스크(400, 410)는 단일의 슬릿(1240)을 형성하기 위한 것이나, 복수개의 슬릿을 구비하는 경우에는 상기 제 1, 제 2 마스크(400, 410)간의 차광 영역 중첩 영역을 나누어 형성하면 된다.
- [0052] 본 발명의 플렉서블 디스플레이 있어서, 제 2 전극에 구비되는 슬릿을 2개의 마스크를 이용하여 정의하는 이유를 살펴보면 다음과 같다.
- [0053] 제 2 전극을 정의하는 마스크는 금속 마스크를 이용하는데, 금속 마스크는 노광 마스크와 달리 형성하고자 하는 물질이 물리적으로 통과할 수 있는 오픈 영역을 가진다. 만일 하나의 금속 마스크로 슬릿을 갖는 제 2 전극을 형성하는 경우, 슬릿 대응 부위가 차광 영역이어야 하고, 슬릿 주변이 오픈 영역이어야 한다. 그런데, 제 2 전극의 슬릿은 बैं크 영역에 대응되어야 하고, 인접한 상하 화소들의 बैं크 폭에 따른 선 폭 제한을 가질 수 밖에 없다. 예를 들어, 소형 모델에서, 약 20 μ m 정도로 매우 얇은 선폭으로, 이 정도의 선폭을 금속 마스크에 가질 경우, 미세 선폭이 있는 부분에서 금속 마스크의 차광 영역의 처짐이 있거나 형상 왜곡이 있어, 이러한 금속 마스크로, 제 2 전극 형성시 정확한 영역을 정의하기 어려운 점이 있다. 이에 따라, 본 발명의 플렉서블 디스플레이에 있어서는, 제 2 전극의 슬릿을 정확한 형상으로 정의하기 위해 차광 영역을 상이하게 정의하고, 슬릿에 대응하여 각각 차광 영역을 중첩하여 정의한 제 1, 제 2 마스크를 준비하여, 슬릿을 갖는 제 2 전극을 형성한다. 즉, 2개의 마스크간 중첩 영역을 대응하여 슬릿을 정의하여, 얇은 선폭의 차광 패턴을 개별 마스크에 형성하지 않고 제 2 전극의 얇은 선폭의 슬릿을 형성할 수 있다.
- [0054] 도 7a 및 도 7b는 도 3의 슬릿의 변형예를 나타낸 평면도이다.
- [0055] 한편, 슬릿(2240)은 도 7a와 같이, 폴딩 라인에 대하여 복수개로 가로선상으로 나누어 형성할 수 있다.
- [0056] 실제 폴딩 라인은 완전히 '선'상으로 나타나는 것이 아니라, 도 1b와 같이, 폴딩에 의해 굴곡이 발생하는 일정 면적(도 1b의 '폴딩 스트레스 취약'으로 표기된 굴곡 영역)으로 나타날 수 있는 것이다. 이는, 플렉서블 디스플레이가 가진 두께로 인해, 폴딩 라인(폴딩 영역)이 선상으로만 나타나기 어려운 문제점이 있으며, 플렉서블 디스플레이를 이루는 성분이나 적층 구조의 특성상 완벽한 접합이 불가능한 경우도 있기 때문이다. 이처럼 상기 폴딩 라인(폴딩 영역)의 일정 면적을 가지고, 상기 일정 면적에 복수행의 화소행들이 포함되는 것으로, 도 7a의 구조가 유용할 수 있다.
- [0057] 경우에 따라, 상기 슬릿(2240)은 도 7a와 같이, 특정 영역에 대해, 폴딩 라인과 교차하는 방향의 화소들에 대해, 매 화소마다 구비될 수도 있고, 혹은 2개 이상의 화소마다 구비될 수도 있다.
- [0058] 한편, 도 7b는 슬릿(3240)은 특정 영역에 구비된 화소들에 대해 지그재그 형태로 구비될 수도 있다.
- [0059] 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 제 2 전극의 슬릿 배치의 예를 나타낸 평면도이다.
- [0060] 도 8a와 같이, 슬릿(4240)은 액티브 영역(AA) 중 폴딩 라인(폴딩 영역)에 한해서만 배치될 수도 있고, 도 8b와 같이, 슬릿(5240)은 전체 액티브 영역(AA)에 걸쳐 폴딩 라인의 방향으로, 규칙적인 간격으로 이격하여 배치될 수도 있다.
- [0061] 한편, 도 5a 및 도 5b의 단면도에서는, 유기층의 형상이 화소별로 나뉘는 경우를 설명하였지만, 유기층을 이루는 성분 중 실제 발광 기능의 유기 발광 층 외에 정공 수송층과 전자 수송층은 화소별로 구분되지 않고 액티브 영역의 전체에 걸쳐 형성될 수 있다. 이러한 경우에도 슬릿을 갖는 제 2 전극은 스트레스 분산 효과를 가져 유기층과 제 2 전극간의 계면에서 발생하는 박리를 방지할 수 있다. 이러한 구조를 도면을 이용하여 설명한다.
- [0062] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이의 단면도이다.
- [0063] 도 9와 같이, 본 발명의 다른 실시예를 나타낸 플렉서블 디스플레이는, 매트릭스 상으로 복수개의 화소(SP)를 구비하며, 적어도 하나의 일축성의 폴딩 라인이 정의된 제 1 플렉서블 기재(200)와, 상기 제 1 플렉서블 기재

(200) 상에, 각 화소(SP) 내에 위치한 박막 트랜지스터(TFT)를 포함한 박막 트랜지스터 어레이(210)와, 상기 박막 트랜지스터(TFT)와 연결된 제 1 전극(221)과, 상기 제 1 전극(221)의 가장자리와 중첩하는 बैं크(222)와, 상기 बैं크(222)에 의해 노출된 제 1 전극(221)과 상기 बैं크(222)의 상부에 차례로 형성되는 정공 수송층(231), 유기 발광층(223) 및 전자 수송층(233)을 포함한 유기층(2230) 및 상기 유기층(2230) 상에 위치하며, 상기 폴딩 라인의 방향을 따라 슬릿(1240)을 갖는 제 2 전극(224)을 포함한다. 상기 제 2 전극(124)은 슬릿(1240)을 경계로, 인접한 화소들에서 제 1 영역(224a)과 제 2 영역(224b)으로 구분된다.

[0064] 여기서, 상기 유기층(2230)의 정공 수송층(231) 및 전자 수송층(233)은 화소들간 구분되지 않고, 전체 액티브 영역(AA)에 형성될 수 있는 것으로, 이 경우, 상기 제 2 전극(124)의 분리된 제 1 영역(224a)과 제 2 영역(224b) 사이의 슬릿(1240)에서 전자 수송층(223)이 노출될 수 있다. 그런데, 이 경우에도 상기 제 2 전극(124)은 폴딩 라인에서 분할 형성된 효과를 갖고, 또한, 유기층(2230)과 접촉 면적이 작아 폴딩시 스트레스를 받는 영역이 줄어들어 유기층(2230)과 제 2 전극(124) 계면에서의 박리를 방지할 수 있는 것이다.

[0065] 한편, 도면 상에는 정공 수송층(231)과 전자 수송층(223)만을 도 5a의 구조 대비 더 추가하였지만, 경우에 따라, 정공 수송층(231) 하측에 정공 주입층을 더 구비할 수도 있고, 전자 수송층(223) 상측에 전자 주입층을 더 구비할 수도 있다. 또한, 정공 수송층(231)이나 전자 수송층(223)의 어느 하나 혹은 모두가 복수층으로 형성되는 변형이 가능하다. 어느 경우나, 본 발명의 플렉서블 디스플레이는 제 2 전극(124)이 슬릿을 구비함으로써, 슬릿을 경계로 폴딩 스트레스를 분산시킬 수 있는 효과가 있다.

[0066] 한편, 상기 제 2 전극(124) 상부에는 액티브 영역의 전체에 걸쳐 굴절률을 보상하는 광학 캐핑층(335)을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 제 2 전극(124)으로부터 노출된 상기 전자 수송층(233)과 같은 유기층(2230)의 계면 접합성을 개선하여, 유기층(2230)의 박리 방지를 효과적으로 구현할 수 있다.

[0067] 도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 변형예를 나타낸 단면도이다.

[0068] 도 3 내지 도 9에서 설명한 슬릿을 갖는 제 2 전극의 형상은, 도 10a 내지 도 10c와 같은 다양한 플렉서블 디스플레이에 적용할 수 있다.

[0069] 여기서, 120으로 설명하는 부분은, 상술한 화소별로 형성되는 제 1 전극(121), 화소를 구분하는 बैं크(122), 유기 발광층을 포함한 유기층(1230), 및 슬릿(1240)을 폴딩 라인을 따라 갖는 제 2 전극(124)을 포함한 유기 발광 다이오드를 각 화소별로 갖는 유기 발광 다이오드 어레이를 말한다. 또한, 상기 유기 발광 다이오드 어레이에는 상기 제 2 전극(124)을 덮어 투습을 일차적으로 방지하는 유기막, 무기막이 한쌍 이상 교번하는 배리어층을 포함할 수 있다.

[0070] 먼저, 도 10a는 터치 전극 어레이를 인셀(in-cell)형으로 포함하는 가장 기본적인 형태의 플렉서블 디스플레이를 나타낸 것으로, 하측에서는 제 1 플렉서블 기재(100) 상에, 박막 트랜지스터 어레이(110), 도 5a의 제 1 전극(121), 유기 발광층을 포함한 유기층(123) 및 제 2 전극(124)을 포함하는 유기 발광 다이오드 어레이(120)가 차례로 형성되어 있으며, 상기 유기 발광 다이오드 어레이(120)를 덮는 페이스 쉴(130)을 포함할 수 있다. 이 때, 상기 페이스 쉴(130)은 투습 방지 기능과 접촉 기능을 포함한 것이다.

[0071] 한편, 상기 제 2 전극(124)이 형성된 상기 제 1 플렉서블 기재(100)에 대향하여, 대향된 표면에 터치 전극 어레이(210)를 갖는 제 2 플렉서블 기재(200)를 더 포함한다.

[0072] 이 때, 상기 제 1 플렉서블 기재(100)와 상기 제 2 플렉서블 기재(200) 사이에 접촉층(150)을 더 포함하여, 그 사이의 어레이들의 합착을 피할 수 있다. 이 경우, 상기 제 1 플렉서블 기재(100) 및 제 2 플렉서블 기재(200)는 어레이가 형성되지 않는 배면측에 글래스를 구비한 상태에서 어레이 공정을 완료한 후, 합착 후, 글래스의 제거 공정을 진행하여, 얇은 플렉서블한 성분만 남아있게 하여, 장치의 연성 및 슬림화를 피할 수 있다.

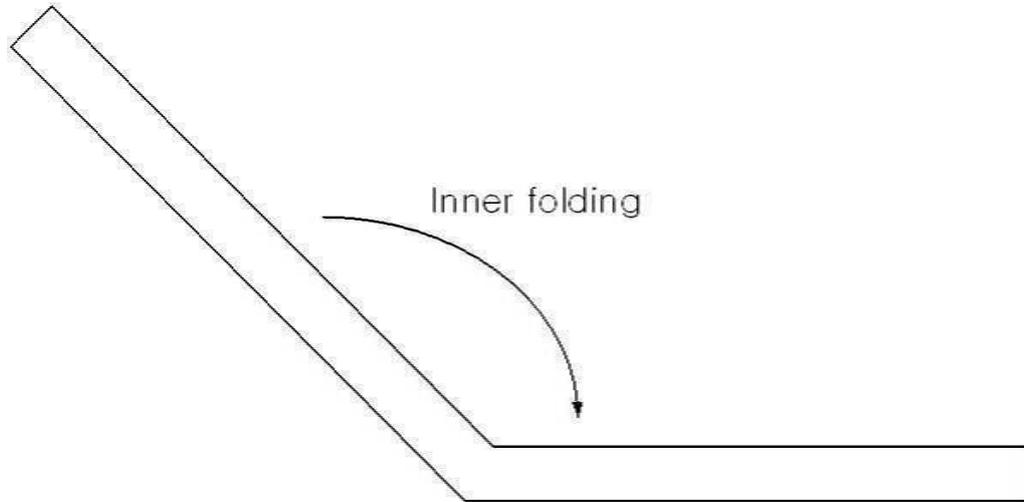
[0073] 여기서, 상기 박막 트랜지스터 어레이(110)과 터치 전극 어레이(210)의 지지 필름인 제 1, 제 2 플렉서블 기재(100, 200)는 각각 내열성 투명 플라스틱 필름과, 투명 플라스틱 필름으로, 그 성분은 폴리에스테르(polyester) 또는 폴리 에스테르를 포함하는 공중합체, 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리 이미드를 포함하는 공중합체, 올레핀계 공중합체, 폴리아크릴산(polyacrylic acid) 또는 폴리아크릴산을 포함하는 공중합체, 폴리스티렌(polystyrene) 또는 폴리스테렌을 포함하는 공중합체, 폴리설페이트(polysulfate) 또는 폴리설페이트를 포함하는 공중합체, 폴리카보네이트(polycarbonate) 또는 폴리 카보네이트를 포함하는 공중합체, 폴리아미산(polyamic acid) 또는 폴리아미산을 포함하는 공중합체, 폴리아민(polyamine) 및 폴리아미산을 포함하는 공중합체, 폴리비닐 알콜(polyvinylalcohol), 폴리 알릴아민(polyallylamine)으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 고분자

화합물을 포함할 수 있으며, 그 두께는, 상기 플라스틱 필름의 두께는 5 μ m 내지 100 μ m일 수 있다.

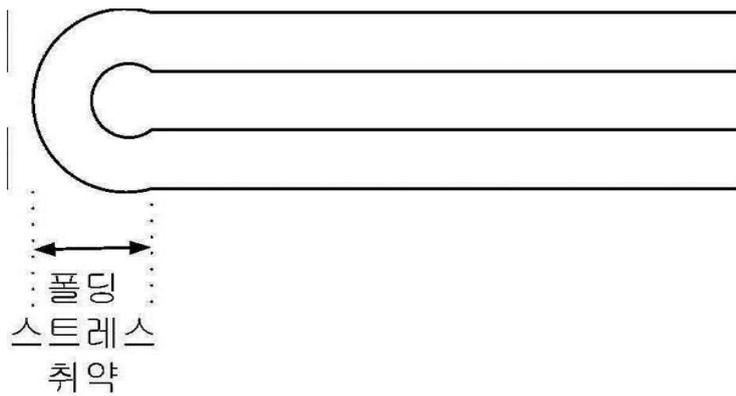
- [0074] 또한, 상기 제 1 플렉서블 기재(100) 및 제 2 플렉서블 기재(200)의 내측면에 각각 단일층 혹은 복수층의 버퍼층을 구비할 수 있다. 예를 들어, 상기 버퍼층은 SiNx 또는 SiO₂의 단일층 혹은 이들의 연속 적층 또는 교번 적층으로 이루어질 수 있다.
- [0075] 경우에 따라, 상기 페이스 셸(130)은 생략되고, 유기 발광 다이오드 어레이(120)의 상측에 배리어층과 접착층(150)이 직접 접하게 하여 합착이 이루어질 수도 있다.
- [0076] 도 10b 및 도 10c는 플렉서블 디스플레이의 내부 유기 발광 다이오드에 대한 외부광 차폐 기능을 위한 것으로, 도 10b는 도 10a의 구조에, 터치 전극 어레이(210)에 접하여 블랙 매트릭스층(221) 및 컬러 필터층(222)으로 이루어진 광 차폐층(220)을 더 포함하여 이루어진 것이다. 도 10c는 도 10a의 구조에, 제 2 플렉서블 기재(200)의 외부 표면에 별도의 편광판(250)을 구비하여 외부 광 시인을 방지한 것이다.
- [0077] 도 11은 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 제조 방법을 나타낸 공정 순서도이다.
- [0078] 도 11과 같이, 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 제조 방법은, 다음의 순서로 이루어진다.
- [0079] 즉, 매트릭스 상으로 복수개의 화소를 구비하며, 적어도 하나의 일축성의 폴딩 라인이 정의된 제 1 플렉서블 기재(100)를 준비한다(도 3 참조).
- [0080] 이어, 상기 제 1 플렉서블 기재(100) 상에, 각 화소 내에 박막 트랜지스터(TFT)를 포함한 박막 트랜지스터 어레이(110)를 형성한다 (S10) (도 10a 내지 도 10c 참조).
- [0081] 이어, 각 화소에, 상기 박막 트랜지스터(TFT)와 제 1 전극(121)을 연결시킨다 (S20).
- [0082] 이어, 상기 제 1 전극(121)의 가장자리와 중첩하며, 각 화소를 구분하는 बैं크(122)를 구비한다(S30).
- [0083] 이어, 상기 बैं크(122)에 의해 노출된 제 1 전극(121)과, 상기 बैं크(122)의 일부에 중첩하여 각 화소별로 유기 발광층을 포함한 유기층(123)을 구비한다(S40).
- [0084] 이어, 도 6a와 같이, 적어도 상기 폴딩 라인의 방향에서 제 1 차광 영역(405)을 갖는 제 1 마스크(400)을 이용하여 도 5a의 제 1 영역(124a)의 제 2 전극을 형성한다 (S50).
- [0085] 이어, 도 6b와 같이, 상기 제 1 마스크(400)의 제 1 차광 영역(405)과 일부 중첩한 제 2 차광 영역(415)을 갖는 제 2 마스크(410)을 이용하여 제 2 영역(124b)의 제 2 전극을 형성한다 (S60).
- [0086] 여기서, 상기 제 1 차광 영역(405)과 제 2 차광 영역(415)의 적어도 폴딩 라인의 방향에서 중첩되는 영역을 가지며, 이 부위가 제 2 전극(124)의 슬릿(1240)으로 기능한다.
- [0087] 한편, S20~S60의 스텝은 유기 발광 다이오드 어레이(도 10a 내지 도 10c의 120에 대응)에 포함되는 유기 발광 다이오드를 형성하는 과정을 나타낸 것이다.
- [0088] 이어, 도 10a 내지 도 10c와 같이, 페이스 셸(130)을 상기 유기 발광 다이오드 어레이(120)를 커버하도록 형성하고, 제 2 플렉서블 기재(200) 상에 터치 전극 어레이(210)를 갖는 터치 스크린과 대향시킨 후 그 사이에 접착층(150)을 개재하여 합착 공정을 진행할 수 있다. 도 10b와 같이, 상기 터치 전극 어레이(210) 상에 광차폐층(220)을 더 포함할 수도 있고, 혹은 도 10c와 같이, 편광판(250)을 제 2 플렉서블 기재(100) 외측에 구비할 수도 있다.
- [0089] 이와 같은 공정으로 플렉서블 디스플레이의 제조 공정을 완료할 수 있다. 별도로 모듈 공정 진행시 상기 제 1 플렉서블 기재(100)의 하측 및 측부를 감싸는 형태로 베젤 (bezel)을 대응될 수도 있다.
- [0090] 도 12a 및 도 12b는 비교예와 본 발명의 플렉서블 디스플레이의 폴딩 후 점등 상태를 나타낸 사진이다.
- [0091] 도 12a와 같이, 종래의 플렉서블 디스플레이는 이너 폴딩을 수회 반복 후, 폴딩 라인에서 비점등 영역이 발생되었으나, 도 12b와 같이, 본 발명의 플렉서블 디스플레이는 제 2 전극에 슬릿을 적용하여, 유기층과 제 2 전극간의 박리를 방지하여, 결과적으로 비점등 현상을 방지할 수 있게 된다.
- [0092] 상술한 본 발명의 플렉서블 디스플레이는, 유기발광층을 포함한 유기층 상에 제 2 전극 형성시 분리 증착하고, 분리 증착된 영역간 슬릿을 구비하도록 하여, 폴딩시 슬릿의 형성 방향을 따라 스트레스가 발생하지 않도록 할 수 있다.

도면

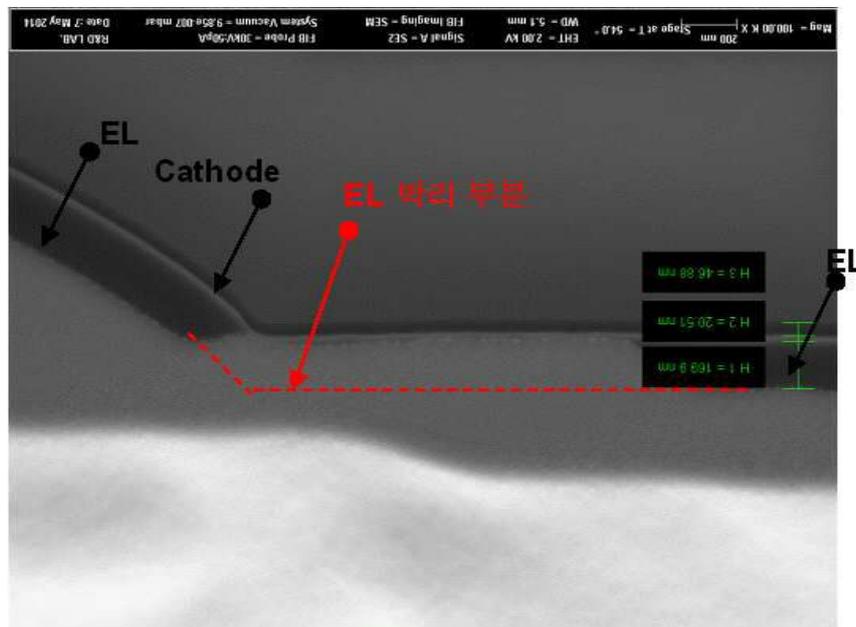
도면1



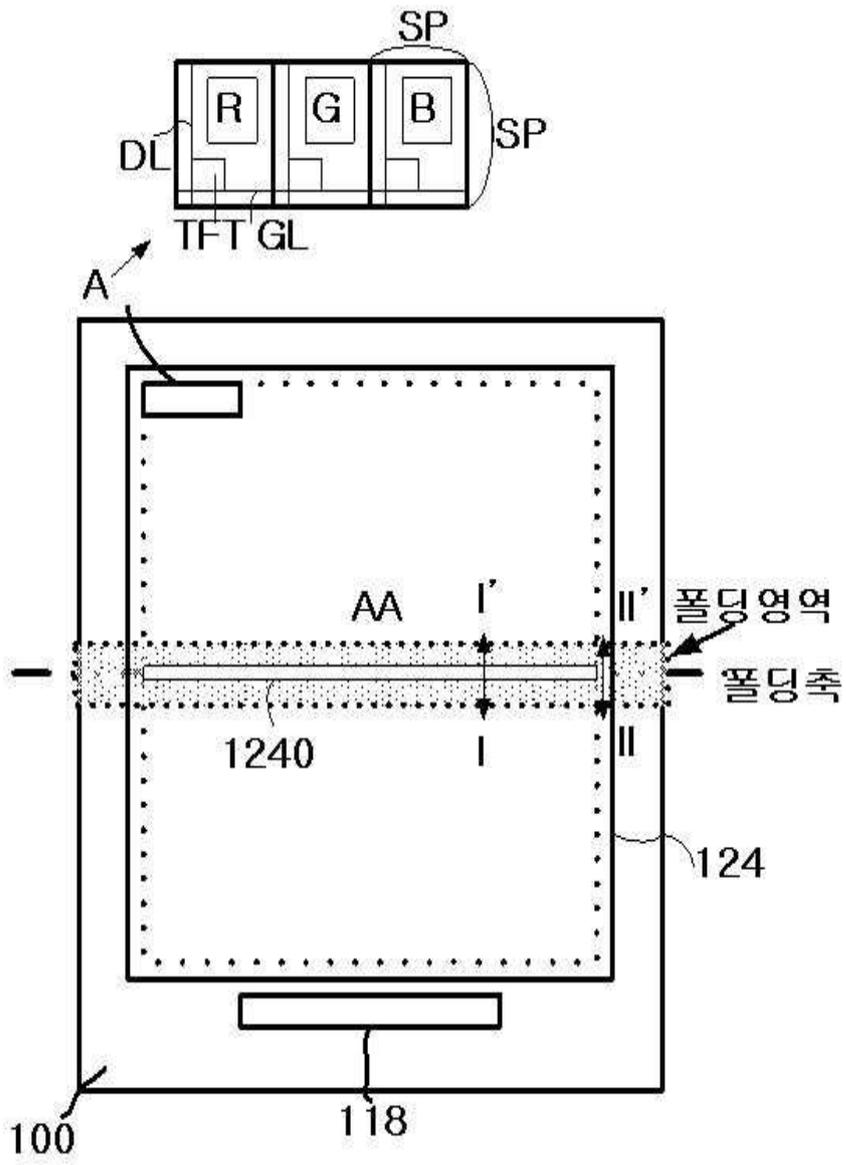
도면1b



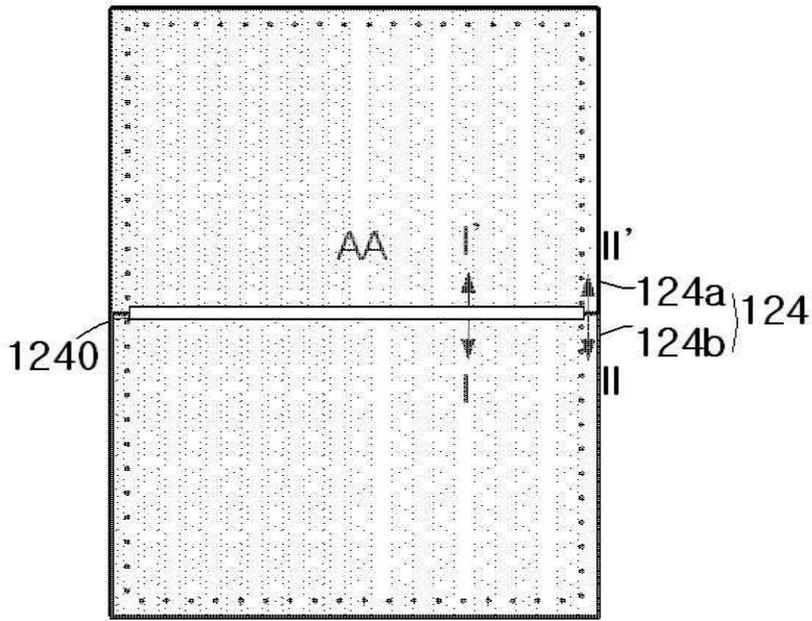
도면2



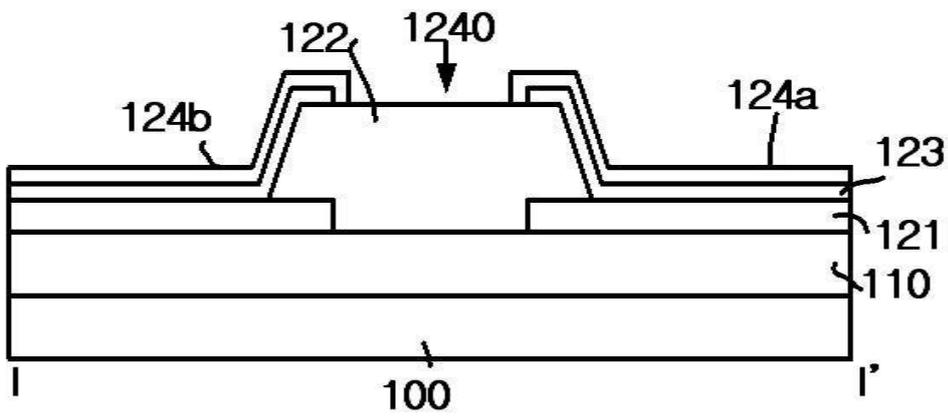
도면3



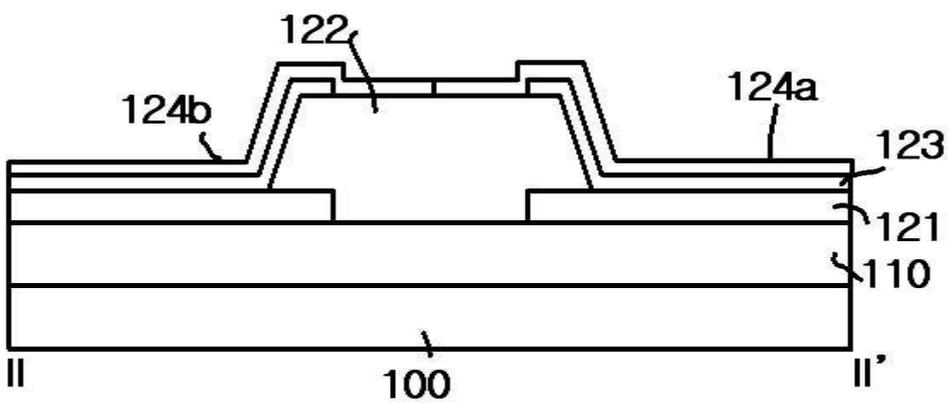
도면4



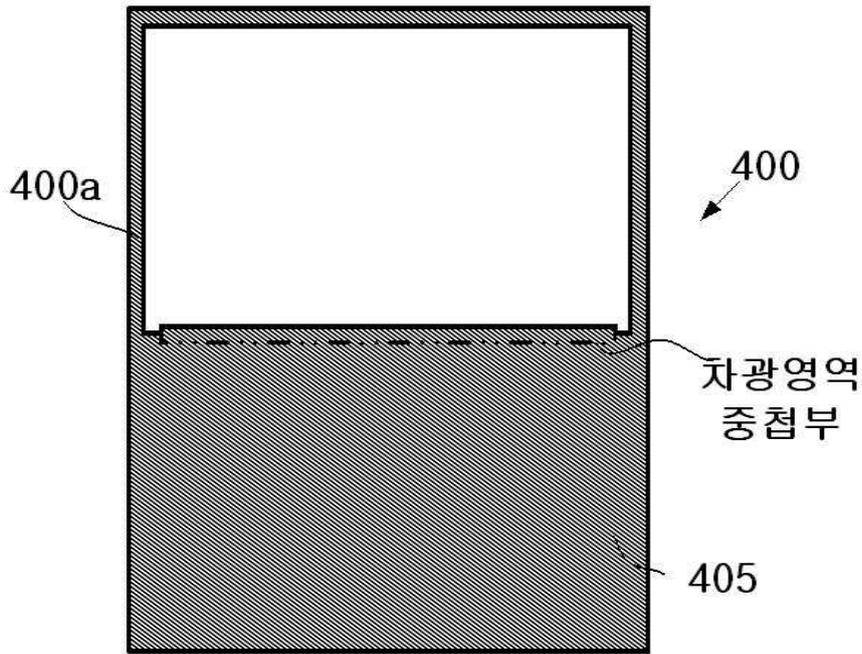
도면5a



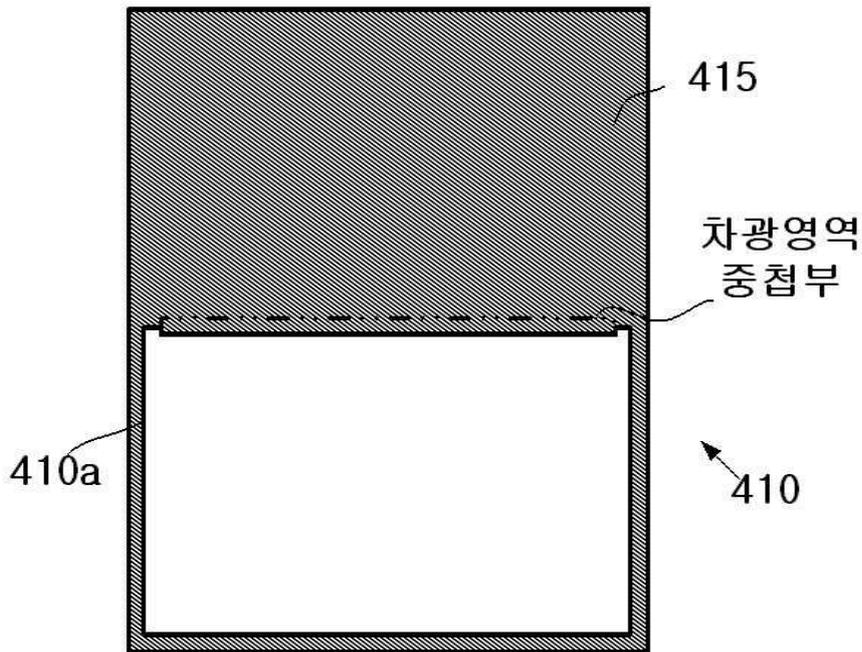
도면5b



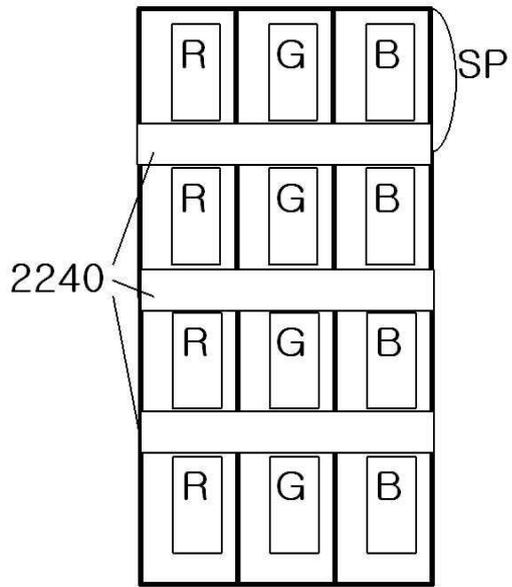
도면6a



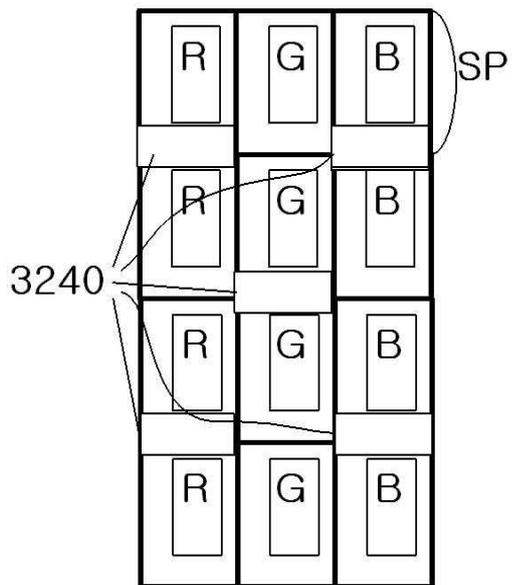
도면6b



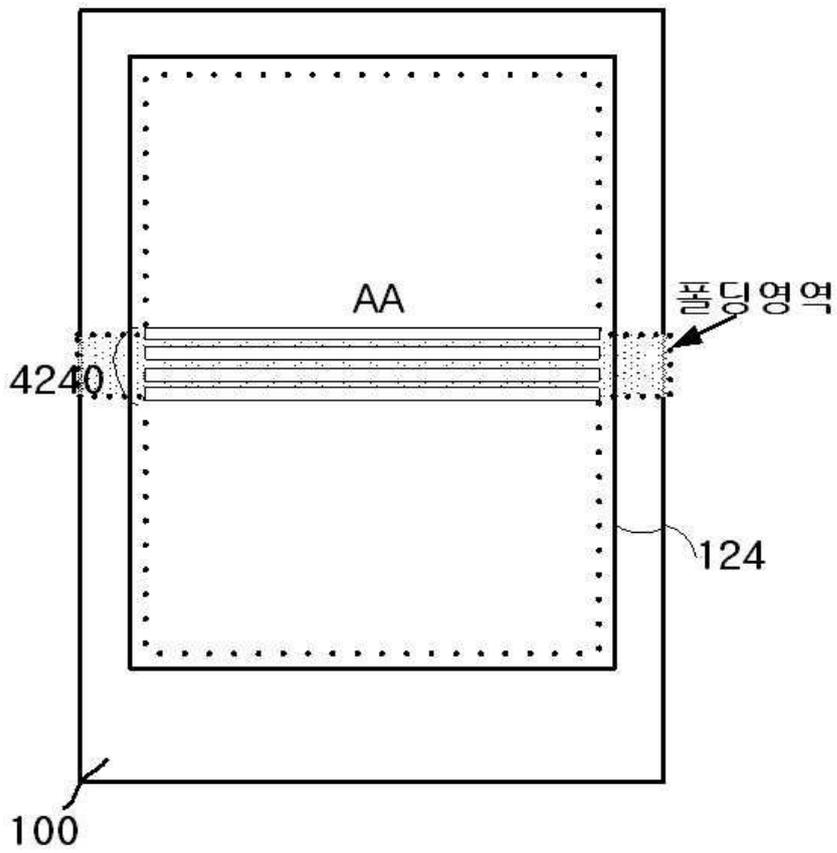
도면7a



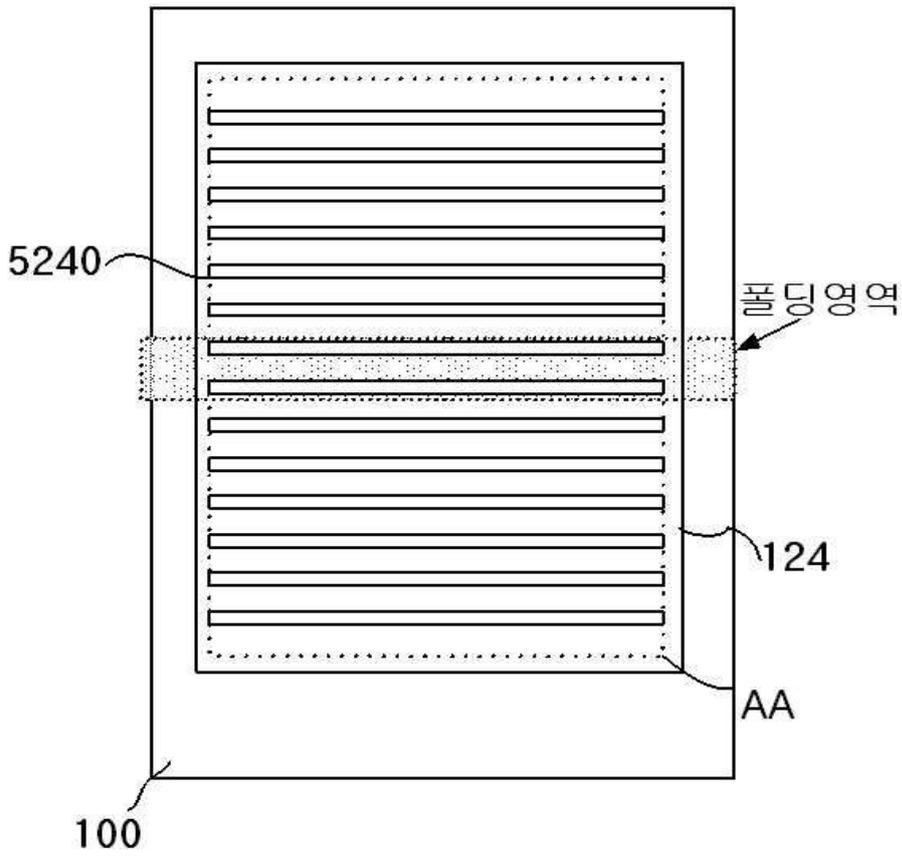
도면7b



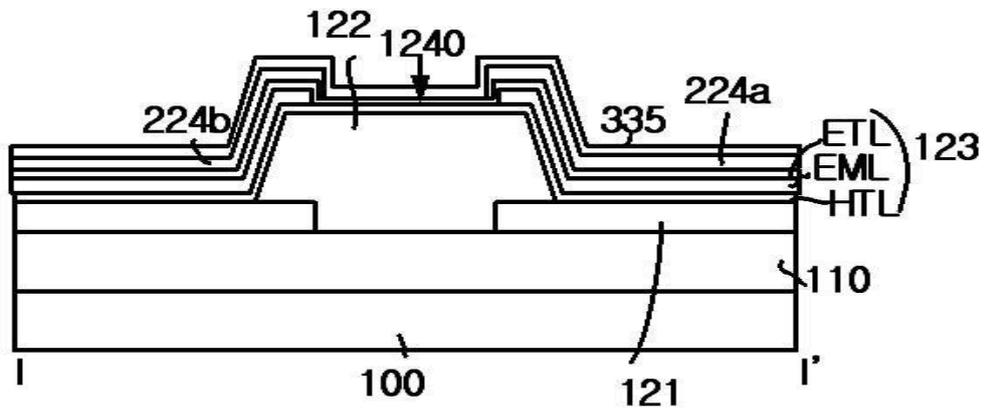
도면8a



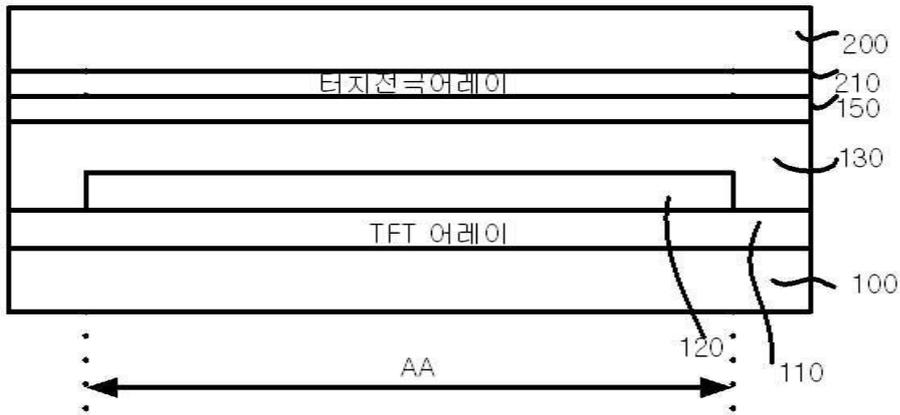
도면8b



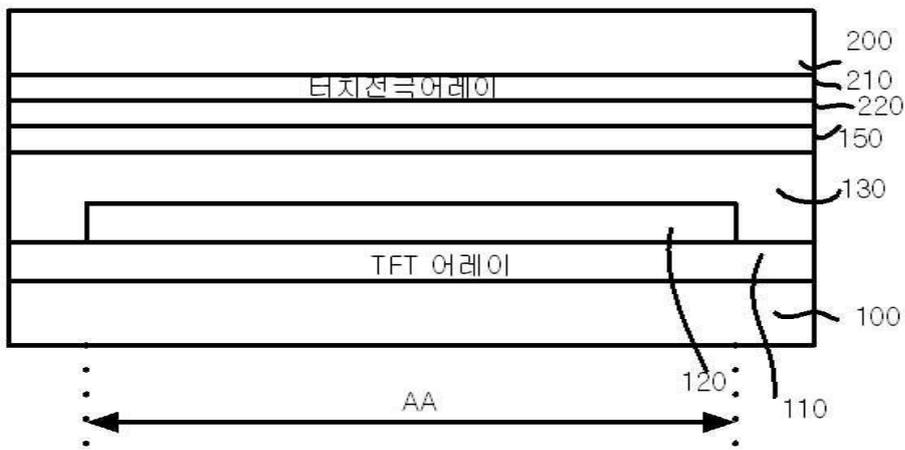
도면9



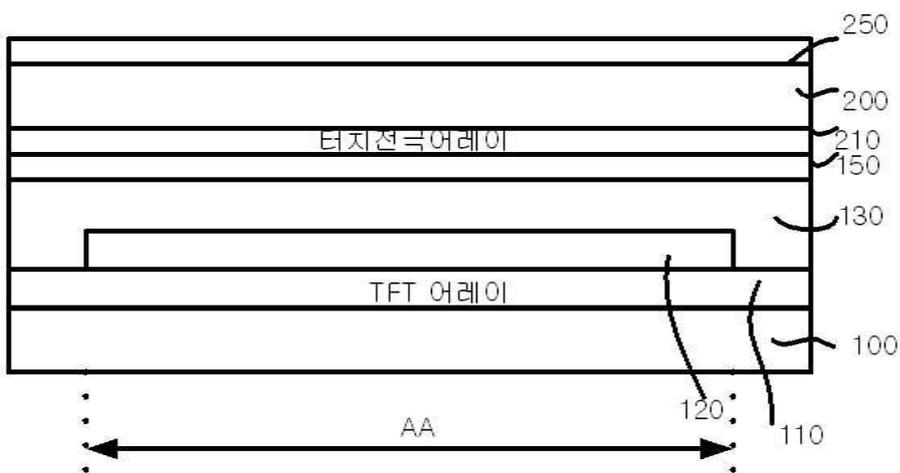
도면10a



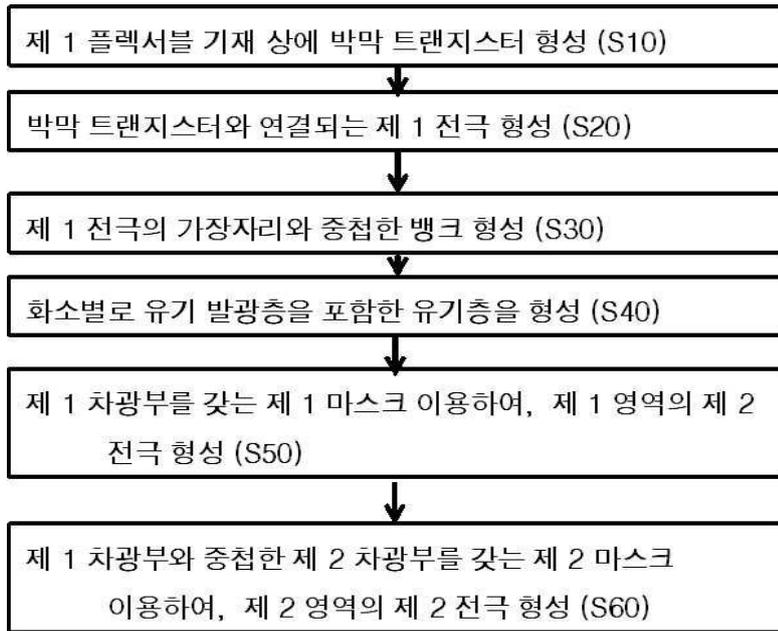
도면10b



도면10c



도면11



도면12a



도면12b

