



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0141357
(43) 공개일자 2016년12월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09F 9/30 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09F 9/301 (2013.01)
G06F 3/041 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0171680
(22) 출원일자 2015년12월03일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020150076440 2015년05월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
김경섭
경기도 화성시 병점2로 35 107동 1003호 (병점동, 주공1단지아파트)
한상윤
서울특별시 강남구 논현로 209 (도곡 경남아파트) 101동 1203호
(74) 대리인
특허법인 고려
(뒷면에 계속)

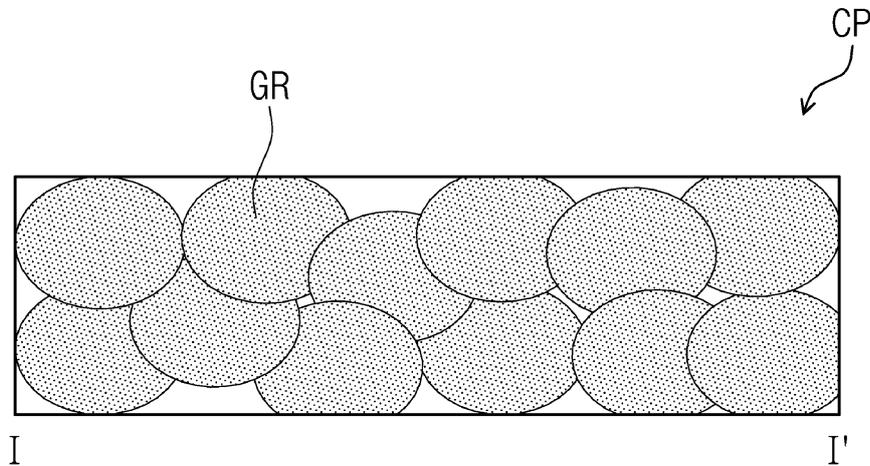
전체 청구항 수 : 총 41 항

(54) 발명의 명칭 플렉서블 표시 장치 및 이의 제조 방법

(57) 요약

플렉서블 표시 장치는 플렉서블(flexible) 기관 및 도전 패턴을 포함한다. 상기 플렉서블 기관은 벤딩이 발생하는 벤딩부를 포함한다. 상기 도전 패턴은 적어도 일부가 상기 벤딩부 상에 제공되고, 복수의 그레인(grain)들을 갖는다. 상기 그레인들은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

G09F 9/00 (2013.01)

(72) 발명자

최상규

대전광역시 유성구 엑스포로 448 405동 1305호 (전민동, 엑스포아파트)

강제욱

경기도 화성시 동탄숲속로 95 동탄광명메이루즈 821동 601호

박성균

경기도 수원시 영통구 영통로154번길 113 1101동 708호 (망포동, 마젤란아파트)

박용우

경기도 용인시 기흥구 서그대로16번길 14 105동 501호 (서천동, 용인서천아이파크)

손정하

서울특별시 도봉구 노해로70길 19, 1905동 1101호 (창동, 주공아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

벤딩부를 포함하는 플렉서블(flexible) 기관; 및
적어도 일부가 상기 벤딩부 상에 제공되고, 복수의 그레인(grain)들을 갖는 도전 패턴;을 포함하고,
상기 그레인들은
10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 도전 패턴은
단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내에
200 내지 1200개의 그레인들을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 도전 패턴은
금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것
인 플렉서블 표시 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 금속은
Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,
상기 투명 전도성 산화물은
ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어
도 하나를 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 도전 패턴은
각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 도전 패턴층들을 포함하는 것인
플렉서블 표시 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 도전 패턴층들 각각은

10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 도전 패턴층들 각각은

서로 동일한 물질로 구성되는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 도전 패턴은

제1 도전 패턴층;

상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되는 제1 공기층;

상기 제1 공기층 상에 제공되는 제2 도전 패턴층;

상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되는 제2 공기층; 및

상기 제2 공기층 상에 제공되는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 도전 패턴층 및 상기 제3 도전 패턴층 각각은 10 나노미터(nm) 이상 150 나노미터(nm) 이하의 두께를 갖고,

상기 제2 도전 패턴층은 5 나노미터(nm) 이상 10 나노미터(nm) 미만의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 도전 패턴은

Al을 포함하는 제1 도전 패턴층;

상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되고, Ti를 포함하는 제2 도전 패턴층; 및

상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 도전 패턴은

Al을 포함하는 제1 도전 패턴층;

상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되고, Cu를 포함하는 제2 도전 패턴층; 및

상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 13

제6항에 있어서,

상기 도전 패턴은

Ti를 포함하는 제1 도전 패턴층;

상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되고, Cu를 포함하는 제2 도전 패턴층; 및
상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 도전 패턴은

10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 배선; 및

상기 배선과 전기적으로 연결되고, 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 전극;을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 배선은

각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 배선층들을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 배선층들 각각은

10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 전극은

각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 전극층들을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 전극층들 각각은

10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 19

제1항에 있어서,

절연층을 더 포함하고,

상기 배선은

상기 플렉서블 기판 및 상기 절연층 사이에 제공되는 제1 배선; 및

상기 절연층 상에 제공되는 제2 배선;을 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제1 배선은

각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 제1 배선층들을 포함하고,
 상기 제2 배선은

각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 제2 배선층들을 포함하는 것인
 플렉서블 표시 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,
 상기 제1 배선층들 및 상기 제2 배선층들 각각은
 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 22

제1항에 있어서,
 상기 플렉서블 표시 장치는
 상기 플렉서블 기판 및 상기 도전 패턴의 적어도 일부가 벤딩(bending)되는 제1 모드 또는 상기 벤딩이 펼쳐지
 는 제2 모드로 동작하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 23

제21항에 있어서,
 상기 제1 모드는
 벤딩축을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩되는 제1 벤딩 모드; 및
 상기 벤딩축을 기준으로 상기 어느 한 방향과 반대 방향으로 벤딩되는 제2 벤딩 모드;를 포함하는 것인 플렉서
 블 표시 장치.

청구항 24

패널 벤딩부를 포함하는 플렉서블 표시 패널; 및
 터치 벤딩부를 포함하고, 상기 플렉서블 표시 패널 상에 제공되는 터치 스크린 패널을 포함하고,
 상기 플렉서블 표시 패널 및 상기 터치 스크린 패널 중 적어도 하나는
 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 복수의 도전 패턴층들을
 포함하는 도전 패턴을 포함하고,
 상기 도전 패턴은 패널 벤딩부 및 터치 벤딩부 적어도 하나에 포함되는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 25

제24항에 있어서,
 상기 도전 패턴은
 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것
 인 플렉서블 표시 장치.

청구항 26

제24항에 있어서,
 상기 도전 패턴층들 각각은
 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 27

제24항에 있어서,

상기 플렉서블 표시 패널은

복수의 게이트 배선들;

상기 게이트 배선들과 전기적으로 연결되는 복수의 데이터 배선들; 및

각각이 상기 게이트 배선들 중 적어도 하나 및 상기 데이터 배선들 중 적어도 하나와 연결되는 복수의 화소들; 을 포함하고,

상기 게이트 배선들 및 상기 데이터 배선들 중 적어도 하나는

상기 도전 패턴인 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 복수의 화소들은

반도체 패턴, 상기 반도체 패턴과 전기적으로 연결되는 소스 전극 및 상기 소스 전극과 이격되는 드레인 전극을 포함하는 박막 트랜지스터를 포함하고,

상기 반도체 패턴, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 중 적어도 하나는

상기 도전 패턴인 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 29

제24항에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은

감지 전극;

상기 감지 전극과 전기적으로 연결되는 패드부;

상기 감지 전극과 연결되는 연결 배선; 및

상기 연결 배선 및 상기 패드부와 연결되는 팬아웃 배선;을 포함하고,

상기 감지 전극, 상기 패드부, 상기 연결 배선 및 상기 팬아웃 배선 중 적어도 하나는

상기 도전 패턴인 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 30

제29항에 있어서,

상기 감지 전극은

메쉬(mesh) 형상을 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 31

제24항에 있어서,

상기 플렉서블 표시 장치는

상기 도전 패턴의 적어도 일부가 벤딩(bending)되는 제1 모드 또는 상기 벤딩이 펼쳐지는 제2 모드로 동작하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 제1 모드는

벤딩축을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩되는 제1 벤딩 모드; 및

상기 벤딩축을 기준으로 상기 어느 한 방향과 반대 방향으로 벤딩되는 제2 벤딩 모드;를 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 33

플렉서블 표시 패널; 및

터치 벤딩부를 포함하는 터치 스크린 패널;을 포함하고,

상기 터치 벤딩부는

메쉬 형상을 갖는 감지 전극을 포함하고,

상기 감지 전극은

복수의 감지 전극층들을 포함하고,

상기 감지 전극층들은

서로 동일한 물질로 구성되는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 물질은

Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 하나인 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 감지 전극층들 각각은

10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 36

제33항에 있어서,

상기 감지 전극층들 각각은

10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 37

제33항에 있어서,

상기 플렉서블 표시 장치는

상기 플렉서블 기관 및 상기 도전 패턴의 적어도 일부가 벤딩(bending)되는 제1 모드 또는 상기 벤딩이 펼쳐지는 제2 모드로 동작하고,

상기 제1 모드는

벤딩축을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩되는 제1 벤딩 모드; 및

상기 벤딩축을 기준으로 상기 어느 한 방향과 반대 방향으로 벤딩되는 제2 벤딩 모드;를 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치.

청구항 38

플렉서블 기판을 준비하는 단계; 및

상기 플렉서블 기판 상에 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 도전 패턴을 제공하는 단계;를 포함하는 플렉서블 표시 장치의 제조 방법.

청구항 39

제37항에 있어서,

상기 도전 패턴을 제공하는 단계는

금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 수행되는 것인 플렉서블 표시 장치의 제조 방법.

청구항 40

제38항에 있어서,

상기 도전 패턴을 제공하는 단계는

각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 도전 패턴층들을 형성하는 단계를 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치의 제조 방법.

청구항 41

제38항에 있어서,

상기 도전 패턴을 제공하는 단계는

금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 제1 도전층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 도전층 상에 직접적으로, 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 제2 도전층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 도전층 및 상기 제2 도전층의 일부를 마스크하고 식각하여 상기 도전 패턴을 형성하는 단계;를 포함하는 것인 플렉서블 표시 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플렉서블 표시 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 벤딩에 따른 크랙 발생을 줄일 수 있는 플렉서블 표시 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 표시 장치는 표시 화면에 다양한 이미지를 표시하여 사용자에게 정보를 제공한다. 최근 벤딩(bending) 가능한 표시 장치가 개발되고 있다. 플렉서블 표시 장치는 평판 표시 장치와 달리, 종이처럼 접거나 말거나 휘 수 있다. 형상이 다양하게 변경될 수 있는 플렉서블 표시 장치는 휴대가 용이하고 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 벤딩에 따른 크랙 발생을 줄일 수 있는 플렉서블 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0004] 본 발명의 다른 목적은 벤딩에 따른 크랙 발생을 줄일 수 있는 플렉서블 표시 장치의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 플렉서블(flexible) 기판 및 도전 패턴을 포함한다. 상기 플

렉서블 기판은 벤딩부를 포함한다. 상기 도전 패턴은 적어도 일부가 상기 벤딩부 상에 제공되고, 복수의 그레인 (grain)들을 갖는다. 상기 그레인들은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는다.

- [0006] 상기 도전 패턴은 단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내에 200 내지 1200개의 그레인들을 포함하는 것일 수 있다.
- [0007] 상기 도전 패턴은 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 금속은 Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0009] 상기 투명 전도성 산화물은 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0010] 상기 도전 패턴은 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 도전 패턴층들을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 도전 패턴층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0012] 상기 도전 패턴층들 각각은 서로 동일한 물질로 구성되는 것일 수 있다.
- [0013] 상기 도전 패턴은 제1 도전 패턴층, 상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되는 제1 공기층, 상기 제1 공기층 상에 제공되는 제2 도전 패턴층, 상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되는 제2 공기층 및 상기 제2 공기층 상에 제공되는 제3 도전 패턴층을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제1 도전 패턴층 및 상기 제3 도전 패턴층 각각은 10 나노미터(nm) 이상 150 나노미터(nm) 이하의 두께를 갖고, 상기 제2 도전 패턴층은 5 나노미터(nm) 이상 10 나노미터(nm) 미만의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0015] 상기 도전 패턴은 Al을 포함하는 제1 도전 패턴층, 상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되고, Ti를 포함하는 제2 도전 패턴층 및 상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것일 수 있다.
- [0016] 상기 도전 패턴은 Al을 포함하는 제1 도전 패턴층, 상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되고, Cu를 포함하는 제2 도전 패턴층 및 상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것일 수 있다.
- [0017] 상기 도전 패턴은 Ti를 포함하는 제1 도전 패턴층, 상기 제1 도전 패턴층 상에 제공되고, Cu를 포함하는 제2 도전 패턴층 및 상기 제2 도전 패턴층 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층을 포함하는 것일 수 있다.
- [0018] 상기 도전 패턴은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 배선 및 상기 배선과 전기적으로 연결되고, 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 전극을 포함하는 것일 수 있다.
- [0019] 상기 배선은 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 배선층들을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 배선층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0021] 상기 전극은 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 전극층들을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 전극층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 절연층을 더 포함할 수 있다. 상기 배선은 상기 플렉서블 기판 및 상기 절연층 사이에 제공되는 제1 배선 및 상기 절연층 상에 제공되는 제2 배선을 포함하는 것일 수 있다.
- [0024] 상기 제1 배선은 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 제1 배선층들을 포함할 수 있다. 상기 제2 배선은 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 제2 배선층들을 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 제1 배선층들 및 상기 제2 배선층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일

수 있다.

- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 제1 모드 또는 제2 모드로 동작할 수 있다. 상기 제1 모드에서 상기 플렉서블 기관 및 상기 도전 패턴의 적어도 일부가 벤딩(bending)된다. 상기 제2 모드에서 상기 벤딩이 펼쳐진다.
- [0027] 상기 제1 모드는 벤딩축을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩되는 제1 벤딩 모드 및 상기 벤딩축을 기준으로 상기 어느 한 방향과 반대 방향으로 벤딩되는 제2 벤딩 모드를 포함하는 것일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 플렉서블 표시 패널 및 터치 스크린 패널을 포함한다. 상기 플렉서블 표시 패널은 패널 벤딩부를 포함한다. 상기 터치 스크린 패널은 터치 벤딩부를 포함하고, 상기 플렉서블 표시 패널 상에 제공된다. 상기 플렉서블 표시 패널 및 상기 터치 스크린 패널 중 적어도 하나는 각각이 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 복수의 도전 패턴층들을 포함하는 도전 패턴을 포함한다. 상기 도전 패턴은 패널 벤딩부 및 터치 벤딩부 적어도 하나에 포함된다.
- [0029] 상기 도전 패턴은 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0030] 상기 도전 패턴층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0031] 상기 플렉서블 표시 패널은 복수의 게이트 배선들, 상기 게이트 배선들과 전기적으로 연결되는 복수의 데이터 배선들 및 각각이 상기 게이트 배선들 중 적어도 하나 및 상기 데이터 배선들 중 적어도 하나와 연결되는 복수의 화소들을 포함한다. 상기 게이트 배선들 및 상기 데이터 배선들 중 적어도 하나는 상기 도전 패턴인 것일 수 있다.
- [0032] 상기 복수의 화소들은 반도체 패턴, 상기 반도체 패턴과 전기적으로 연결되는 소스 전극 및 상기 소스 전극과 이격되는 드레인 전극을 포함하는 박막 트랜지스터를 포함한다. 상기 반도체 패턴, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 중 적어도 하나는 상기 도전 패턴인 것일 수 있다.
- [0033] 상기 터치 스크린 패널은 감지 전극, 상기 감지 전극과 전기적으로 연결되는 패드부, 상기 감지 전극과 연결되는 연결 배선 및 상기 연결 배선과 상기 패드부를 연결하는 펜아웃 배선을 포함한다. 상기 감지 전극, 상기 패드부, 상기 연결 배선 및 상기 펜아웃 배선중 적어도 하나는 상기 도전 패턴인 것일 수 있다.
- [0034] 상기 감지 전극은 메쉬(mesh) 형상을 갖는 것일 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 제1 모드 또는 제2 모드로 동작할 수 있다. 상기 제1 모드에서 상기 도전 패턴의 적어도 일부가 벤딩(bending)된다. 상기 제2 모드에서 상기 벤딩이 펼쳐진다.
- [0036] 상기 제1 모드는 벤딩축을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩되는 제1 벤딩 모드 및 상기 벤딩축을 기준으로 상기 어느 한 방향과 반대 방향으로 벤딩되는 제2 벤딩 모드를 포함하는 것일 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 플렉서블 표시 패널 및 터치 스크린 패널을 포함한다. 상기 터치 스크린 패널은 터치 벤딩부를 포함한다. 상기 터치 벤딩부는 메쉬 형상을 갖는 감지 전극을 포함한다. 상기 감지 전극은 상기 복수의 감지 전극층들을 포함한다. 상기 감지 전극층들은 서로 동일한 물질로 구성되는 것일 수 있다.
- [0038] 상기 물질은 Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 하나인 것일 수 있다.
- [0039] 상기 감지 전극층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다.
- [0040] 상기 감지 전극층들 각각은 10 나노미터(nm) 내지 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 제1 모드 또는 제2 모드로 동작할 수 있다. 상기 제1 모드에서 상기 도전 패턴의 적어도 일부가 벤딩(bending)된다. 상기 제2 모드에서 상기 벤딩이 펼쳐진다.
- [0042] 상기 제1 모드는 벤딩축을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩되는 제1 벤딩 모드 및 상기 벤딩축을 기준으로 상기 어느 한 방향과 반대 방향으로 벤딩되는 제2 벤딩 모드를 포함하는 것일 수 있다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법은 플렉서블 기관을 준비하는 단계 및 상기 플렉서블 기관 상에 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 도전 패턴을 제공하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0044] 상기 도전 패턴을 제공하는 단계는 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 수행되는 것일 수 있다.

[0045] 상기 도전 패턴을 제공하는 단계는 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 도전 패턴층들을 형성하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0046] 상기 도전 패턴을 제공하는 단계는 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 제1 도전층을 형성하는 단계, 상기 제1 도전층 상에 직접적으로, 금속, 상기 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 제2 도전층을 형성하는 단계 및 상기 제1 도전층 및 상기 제2 도전층의 일부를 마스크하고 식각하여 상기 도전 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0047] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 의하면, 벤딩에 따른 크랙 발생을 줄일 수 있다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법에 의하면 벤딩에 따른 크랙 발생을 줄일 수 있는 플렉서블 표시 장치의 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1a, 도 1b 및 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다.

도 2a 내지 도 2d는 도 1b의 I-I'선에 대응하는 개략적인 단면도이다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 배선의 개략적인 단면도이다.

도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 전극의 개략적인 단면도이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다.

도 4b는 도 4a의 II-II'선에 대응하는 개략적인 단면도이다.

도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 제1 배선의 개략적인 단면도이다.

도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 제2 배선의 개략적인 단면도이다.

도 5a, 도 5b 및 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다.

도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 패널에 포함되는 화소들 중 하나의 회로도이다.

도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 패널에 포함되는 화소들 중 하나를 나타낸 평면도이다.

도 6c는 도 6b의 III-III'선에 대응하여 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 7a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 단면도이다.

도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 터치 스크린 패널을 개략적으로 나타낸 평면도이다.

도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 단면도이다.

도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 터치 스크린 패널을 개략적으로 나타낸 평면도이다.

도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 터치 스크린 패널에 포함되는 감지 전극의 개략적인 단면도이다.

도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 터치 스크린 패널에 포함되는 배선의 개략적인 단면도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

도 11a 및 도 11b는 실시예 1 내지 4, 비교예 1 및 2의 SEM 사진이다.

도 12는 실시예 3 및 4, 비교예 1 및 2의 단면 사진이다.

도 13은 비교예 1 및 3의 내측 벤딩, 외측 벤딩에 따른 단선 여부를 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0051] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0052] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "하부에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.
- [0053] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0054] 도 1a, 도 1b 및 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다.
- [0055] 도 1a, 도 1b 및 도 1c를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 플렉서블(flexible) 기관(FB) 및 도전 패턴(CP)을 포함한다. 도전 패턴(CP)은 플렉서블 표시 기관(FB) 상에 제1 방향(DR1)으로 적층될 수 있다. 플렉서블이란 휘어질 수 있는 특성을 의미하며, 완전히 접히는 구조에서부터 수 나노미터 수준으로 휠 수 있는 구조까지 모두 포함하는 것일 수 있다. 플렉서블 기관(FB)은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 플라스틱, 유기 고분자 등을 포함할 수 있다. 플렉서블 기관(FB)을 이루는 유기 고분자로는 PET(Polyethylene terephthalate), PEN(Polyethylene naphthalate), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에테르술폰 등을 들 수 있다. 플렉서블 기관(FB)은 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성, 방수성 등을 고려하여 선택될 수 있다. 플렉서블 기관(FB)은 투명한 것일 수 있다.
- [0056] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 제1 모드 또는 제2 모드로 동작할 수 있다. 플렉서블 기관(FB)은 벤딩부(BF) 및 비벤딩부(NBF)를 포함한다. 벤딩부(BF)는 제1 모드에서 제2 방향(DR2)으로 연장되는 벤딩축(BX)을 기준으로, 벤딩이 발생하고 제2 모드에서 벤딩이 펼쳐진다. 벤딩부(NBF)는 비벤딩부(NBF)와 연결된다. 비벤딩부(NBF)는 제1 모드 및 제2 모드 각각에서 벤딩이 발생하지 않는다. 도전 패턴(CP)의 적어도 일부는 벤딩부(BF) 상에 제공된다. 벤딩이란 외력에 의해 플렉서블 기관(FB) 등이 특정 형태로 휘는 것을 의미하는 것일 수 있다.
- [0057] 도 1a 및 도 1c를 참조하면, 제1 모드에서 플렉서블 기관(FB) 및 도전 패턴(CP)의 적어도 일부가 벤딩(bending)된다. 도 1b를 참조하면, 제2 모드에서 제1 모드에서 벤딩부(BF)의 벤딩이 펼쳐진다.
- [0058] 제1 모드는 제1 벤딩 모드 및 제2 벤딩 모드를 포함한다. 도 1a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 제1 벤딩 모드에서, 벤딩축(BX)을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩될 수 있다. 플렉서블 표시 장치(10)는 제1 벤딩 모드에서 내측 벤딩된 것일 수 있다. 이하에서는, 벤딩축(BX)을 기준으로 플렉서블 표시 장치(10)가 벤딩되었을 때, 벤딩되어 서로 마주보는 도전 패턴(CP) 사이의 거리가 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 기관(FB) 사이의 거리보다 짧은 경우를 내측 벤딩(inner bending)이라 정의한다. 내측 벤딩시, 벤딩부(BF)의 일면은 제1 곡률 반경(R1)을 가질 수 있다. 제1 곡률 반경(R1)은 예를 들어, 약 1 밀리미터(mm) 내지 약 10 밀리미터(mm)일 수 있다.
- [0059] 도 1c를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 제2 벤딩 모드에서, 벤딩축(BX)을 기준으로 도 1a에서 벤딩된 방향과 반대 방향으로 벤딩될 수 있다. 플렉서블 표시 장치(10)는 제2 벤딩 모드에서

외측 벤딩된 것일 수 있다. 이하에서는, 벤딩축(BX)을 기준으로 플렉서블 표시 장치(10)가 벤딩되었을 때, 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 기관(FB) 사이의 거리가 벤딩되어 서로 마주보는 도전 패턴(CP) 사이의 거리보다 짧은 경우를 외측 벤딩(outer bending)이라 정의한다. 외측 벤딩시에, 벤딩부(BF)의 일면은 제2 곡률 반경(R2)을 가질 수 있다. 제2 곡률 반경(R2)은 제1 곡률 반경(R1)과 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다. 제2 곡률 반경(R2)은 예를 들어, 약 1 밀리미터(mm) 내지 약 10 밀리미터(mm)일 수 있다.

[0060] 도 1a 및 도 1c에서는 벤딩축(BX)을 기준으로 플렉서블 표시 장치(10)가 벤딩되었을 때, 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 기관(FB) 사이의 거리가 일정한 것을 예를 들어 도시하였으나, 이에 한정하는 것은 아니고, 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 기관(FB) 사이의 거리는 일정하지 않을 수도 있다. 또한, 도 1a 및 도 1c에서는 벤딩축(BX)을 기준으로 플렉서블 표시 장치(10)가 벤딩되었을 때, 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 기관(FB)의 면적이 서로 동일한 것을 예를 들어 도시하였으나, 이에 한정하는 것은 아니고, 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 기관(FB)의 면적은 서로 상이할 수도 있다.

[0061] 도 2a 내지 도 2d는 도 1b의 I-I'선에 대응하는 개략적인 단면도이다.

[0062] 도 1a 내지 도 1c 및 도 2a를 참조하면, 도전 패턴(CP)은 적어도 일부가 벤딩부 상에 제공된다. 도전 패턴(CP)은 복수의 그레인(grain)들을 갖는다. 그레인(grain)은 성분 원자 등이 규칙적으로 배열해서 만들어진 결정립으로 정의될 수 있다. 그레인들(GR)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는다.

[0063] 이하 후술하는 그레인 사이즈와 관련하여, 그레인 사이즈(grain size)는 그레인의 입경들의 평균, 최대 입경 등을 의미하는 것일 수 있다. 또한, 그레인들(GR) 각각의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)일 수 있고, 그레인들(GR)의 그레인 사이즈들의 평균이 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)일 수도 있고, 대표 값이 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)일 수도 있다.

[0064] 도전 패턴(CP)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 도전 패턴(CP)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 도전 패턴(CP)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.

[0065] 일반적으로 도전 패턴(CP)의 그레인 사이즈가 작아지면 도전 패턴(CP)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있으나 유연성이 확보되어 향상된 플렉서블 특성을 가질 수 있다. 또한, 반대로 도전 패턴(CP)의 그레인 사이즈가 커지면 저항은 감소될 수 있으나, 벤딩에 따른 유연성을 확보하기 어려워 크랙 또는 단선이 발생할 수 있다.

[0066] 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)의 도전 패턴(CP)은 약 10 나노미터(nm) 이상 약 90 나노미터 이하의 그레인 사이즈를 가질 수 있다. 이에 따라, 도전 패턴(CP)은 적정 구동 특성을 확보할 수 있는 크기의 저항을 가지면서 동시에 향상된 유연성을 가질 수 있다. 이에 따라 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 표시장치(10)의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0067] 도전 패턴(CP)은 단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내에 약 200 내지 약 1200개의 그레인들(GR)을 포함하는 것일 수 있다. "단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내"는 예를 들어, 도전 패턴(CP)의 평면 상에서 임의의 영역으로 정의될 수 있다. 평면상에서, 단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내에 그레인들(GR)이 약 200개 미만인 경우, 벤딩에 따른 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 또한, 평면상에서, 단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내 그레인들(GR)이 약 1200개 초과인 경우, 도전 패턴(CP)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다.

[0068] 도전 패턴(CP)은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그레인들(GR)은 금속의 그레인들, 합금의 그레인들 및 투명 전도성 산화물의 그레인들 중 적어도 하나인 것일 수 있다.

[0069] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

[0070] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하

는 것일 수 있다.

- [0071] 도 1a 내지 도 1c, 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 도전 패턴(CP)은 복수의 도전 패턴층들(CPL)을 포함할 수 있다. 도전 패턴(CP)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 도전 패턴층들(CPL)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 도전 패턴(CP)은 7개 이상의 도전 패턴층들(CPL)을 포함할 수도 있다. 서로 상이한 도전 패턴층들(CPL)에서 그레이들은 서로 연결되지 않는다. 즉, 그레이들은 도전 패턴층들(CPL) 각각에 포함된다.
- [0072] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 도전 패턴층들(CPL)의 그레이 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 도전 패턴층들(CPL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 도전 패턴층들(CPL)의 그레이 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레이 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 도전 패턴층들(CPL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0073] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께(t1)를 갖는 것일 수 있다. 도전 패턴층들(CPL) 각각의 두께(t1)가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께의 도전 패턴(CP) 내에서, 도전 패턴층들(CPL) 사이의 계면의 개수가 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 도전 패턴층들(CPL) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 도전 패턴층들(CPL) 각각의 두께(t1)가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 도전 패턴층들(CPL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0074] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0075] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0076] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0077] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 서로 동일한 물질로 구성되는 것일 수 있다. 예를 들어, 도전 패턴층들(CPL) 각각은 Al로 구성될 수 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니고, 도전 패턴층들(CPL) 각각은 Cu, ITO 등으로 구성될 수도 있다.
- [0078] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 서로 상이한 물질로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 도전 패턴(CP)이 2개의 도전 패턴층들(CPL)을 가질 때, 하나의 도전 패턴층은 Al로 구성될 수 있고, 다른 하나의 도전 패턴층은 Cu로 구성될 수 있다. 또한, 도전 패턴(CP)이 4개의 도전 패턴층들(CPL)을 가질 때, 도전 패턴(CP)은 순차적으로 Al로 구성된 도전 패턴층, Cu로 구성된 도전 패턴층, Al로 구성된 도전 패턴층 및 Cu로 구성된 도전 패턴층이 적층되어 형성되는 것일 수 있다. 또한, 도전 패턴(CP)이 4개의 도전 패턴층들(CPL)을 가질 때, 도전 패턴(CP)은 순차적으로 Al로 구성된 도전 패턴층, Ag로 구성된 도전 패턴층, Al로 구성된 도전 패턴층 및 Ag로 구성된 도전 패턴층이 적층되어 형성되는 것일 수 있다.
- [0079] 도 2c를 참조하면, 도전 패턴(CP)은 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3)을 포함할 수 있다. 제2 도전 패턴층(CPL2)은 제1 도전 패턴층(CPL1) 상에 제공된다. 제3 도전 패턴층(CPL3)은 제2 도전 패턴층(CPL2) 상에 제공된다.
- [0080] 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3) 각각은 서로 동일한 물질로 구성되는 것일 수 있다. 예를 들어, 도전 패턴층들(CPL) 각각은 Al로 구성될 수 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니고, 도전 패턴층들(CPL) 각각은 Cu로 구성될 수도 있다. 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3) 각각의 두께는 서로 동일할 수도 있고, 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3)의 두께 중 적어도 하나는 다른 도전 패턴층의 두께와 상이한 것일 수도 있다.
- [0081] 예를 들어, 도전 패턴(CP)은 Al을 포함하는 제1 도전 패턴층(CPL1), 제1 도전 패턴층(CPL1) 상에 제공되고, Cu를 포함하는 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제2 도전 패턴층(CPL2) 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층(CPL3)을 포함하는 것일 수도 있다. 이 때, 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3) 각각의 두께는 예를 들어, 100 나노미터(nm), 100 나노미터(nm), 100 나노미터(nm)인 것일 수 있

다. 예를 들어, 도전 패턴(CP)은 Ti를 포함하는 제1 도전 패턴층(CPL1), 제1 도전 패턴층(CPL1) 상에 제공되고, Cu를 포함하는 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제2 도전 패턴층(CPL2) 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층(CPL3)을 포함하는 것일 수도 있다. 이 때, 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3) 각각의 두께는 예를 들어, 200 나노 미터(nm), 150 나노 미터(nm), 150 나노 미터(nm)인 것일 수도 있다.

- [0082] 도 2d를 참조하면, 도전 패턴(CP)은 제1 도전 패턴층(CPL1), 제1 공기층(AIL1), 제2 도전 패턴층(CPL2), 제2 공기층(AIL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3)을 포함할 수 있다.
- [0083] 제1 공기층(AIL1)은 제1 도전 패턴층(CPL1) 상에 제공된다. 제2 도전 패턴층(CPL2)은 제1 공기층(AIL1) 상에 제공된다. 제2 공기층(AIL2)은 제2 도전 패턴층(CPL2) 상에 제공된다. 제3 도전 패턴층(CPL3)은 제2 공기층(AIL2) 상에 제공된다.
- [0084] 제1 도전 패턴층(CPL1) 및 제3 도전 패턴층(CPL3) 각각은 10 나노미터(nm) 이상 150 나노미터(nm) 이하의 두께를 갖고, 제2 도전 패턴층(CPL2)은 5 나노미터(nm) 이상 10 나노미터(nm) 미만의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0085] 제1 도전 패턴층(CPL1)에서, 제1 공기층(AIL1)에 인접하는 영역은 산화될 수 있다. 제2 도전 패턴층(CPL2)에서, 제1 공기층(AIL1)과 인접하는 영역 및 제2 공기층(AIL2)과 인접하는 영역 각각은 산화될 수 있다. 제3 도전 패턴층(CPL3)에서, 제2 공기층(AIL2)과 인접하는 영역은 산화될 수 있다.
- [0086] 예를 들어, 도전 패턴(CP)은 Al을 포함하는 제1 도전 패턴층(CPL1), 제1 도전 패턴층(CPL1) 상에 제공되고, Ti를 포함하는 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제2 도전 패턴층(CPL2) 상에 제공되고, Al을 포함하는 제3 도전 패턴층(CPL3)을 포함하는 것일 수도 있다. 이 때, 제1 도전 패턴층(CPL1), 제2 도전 패턴층(CPL2) 및 제3 도전 패턴층(CPL3) 각각의 두께는 예를 들어, 150 나노 미터(nm), 5 나노 미터(nm), 150 나노 미터(nm)인 것일 수도 있다.
- [0087] 제1 도전 패턴층(CPL1)에서, 제1 공기층(AIL1)에 인접하는 영역은 산화되어 산화 알루미늄 형태로 존재할 수 있고, 제2 도전 패턴층(CPL2)에서, 제1 공기층(AIL1)과 인접하는 영역 및 제2 공기층(AIL2)과 인접하는 영역 각각은 산화되어, 산화 티타늄 형태로 존재할 수 있고, 제3 도전 패턴층(CPL3)에서, 제2 공기층(AIL2)과 인접하는 영역은 산화되어 산화 알루미늄 형태로 존재할 수 있다.
- [0088] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다. 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 배선의 개략적인 단면도이다. 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 전극의 개략적인 단면도이다.
- [0089] 도 1a 내지 도 1c 및 도 3a를 참조하면, 도전 패턴(CP)은 배선(WI) 및 전극(EL)을 포함할 수 있다. 배선(WI)은 예를 들어, 터치 스크린 패널(도 5a의 TSP), 플렉서블 표시 패널(도 5a의 DP) 등에 포함될 수 있다.
- [0090] 배선(WI)은 플렉서블 기판(FB) 상에 제공될 수 있다. 배선(WI)의 적어도 일부는 벤딩부(BF) 상에 제공될 수 있다. 예를 들어, 배선(WI)은 벤딩부(BF) 상에 제공되고, 비벤딩부(NBF)에는 제공되지 않을 수 있다. 예를 들어, 배선(WI)은 벤딩부(BF) 및 비벤딩부(NBF) 상에 제공될 수 있다.
- [0091] 배선(WI)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 배선(WI)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 배선(WI)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 배선(WI)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 배선(WI)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0092] 도 1a 내지 도 1c, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 배선(WI)은 복수의 배선층들(WIL)을 포함할 수 있다. 배선(WI)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 배선층들(WIL)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 배선(WI)은 7개 이상의 배선층들(WIL)을 포함할 수도 있다. 서로 상이한 배선층들(WIL)에서 그레인들은 서로 연결되지 않는다. 즉, 그레인들은 배선층들(WIL) 각각에 포함된다.
- [0093] 배선층들(WIL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 배선층들(WIL)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 배선층들(WIL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 배선층들(WIL)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 배선층들(WIL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.

- [0094] 배선층들(WIL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다. 배선층들(WIL) 각각의 두께가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께의 배선(WI) 내에서, 배선층들(WIL) 사이의 계면의 개수가 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 배선층들(WIL) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 배선층들(WIL) 각각의 두께가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 배선층들(WIL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0095] 배선층들(WIL) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0096] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0097] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0098] 도 1a 내지 도 1c, 도 3a 및 도 3c를 참조하면, 전극(EL)은 플렉서블 기판(FB) 상에 제공될 수 있다. 전극(EL)의 적어도 일부는 벤딩부(BF) 상에 제공될 수 있다. 예를 들어, 전극(EL)은 벤딩부(BF) 상에 제공되고, 비벤딩부(NBF)에는 제공되지 않을 수 있다. 예를 들어, 전극(EL)은 벤딩부(BF) 및 비벤딩부(NBF) 상에 제공될 수 있다.
- [0099] 전극(EL)은 배선(WI)과 전기적으로 연결된다. 전극(EL)은 배선(WI)과 이격되는 것일 수 있다. 다만 이에 한정하는 것은 아니고, 전극(EL)은 배선(WI)과 연결되어 일체형으로 형성되는 것일 수도 있다.
- [0100] 전극(EL)과 배선(WI)은 동일한 층 상에 제공될 수 있다. 다만 이에 한정하는 것은 아니고, 전극(EL)과 배선(WI)은 서로 상이한 층 상에 제공될 수도 있다. 도시하지는 않았으나, 예를 들어, 배선(WI) 및 전극(EL) 사이에 중간층이 제공될 수 있다.
- [0101] 전극(EL)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 전극(EL)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 전극(EL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 전극(EL)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 전극(EL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0102] 전극(EL)은 복수의 전극층들(ELL)을 포함할 수 있다. 전극(EL)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 전극층들(ELL)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 전극(EL)은 7개 이상의 전극층들(ELL)을 포함할 수도 있다. 서로 상이한 전극층들(ELL)에서 그레인들은 서로 연결되지 않는다. 즉, 그레인들은 전극층들(ELL) 각각에 포함된다.
- [0103] 전극층들(ELL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 전극층들(ELL)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 전극층들(ELL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 전극층들(ELL)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 전극층들(ELL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0104] 전극층들(ELL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다. 전극층들(ELL) 각각의 두께가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께의 전극(EL) 내에서, 전극층들(ELL) 사이의 계면의 개수가 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 전극층들(ELL) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 전극층들(ELL) 각각의 두께가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 전극층들(ELL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0105] 전극층들(ELL) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0106] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd,

Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.

- [0107] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0108] 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다. 도 4b는 도 4a의 II-II'선에 대응하는 개략적인 단면도이다. 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 제1 배선의 개략적인 단면도이다. 도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 제2 배선의 개략적인 단면도이다.
- [0109] 도 1a 내지 도 1c 및 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 배선(WI)은 제1 배선(WI1) 및 제2 배선(WI2)을 포함할 수 있다. 제1 배선(WI1) 및 제2 배선(WI2) 사이에는 절연층(IL)이 제공될 수 있다. 제1 배선(WI1)은 플렉서블 기판 및 절연층(IL) 사이에 제공될 수 있고, 제2 배선(WI2)은 절연층(IL) 상에 제공될 수 있다. 절연층(IL)은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 유기 절연물 또는 무기 절연물로 이루어질 수 있다.
- [0110] 도 4c를 참조하면, 제1 배선(WI1)은 복수의 제1 배선층들(WIL1)을 포함할 수 있다. 제1 배선(WI1)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 제1 배선층들(WIL1)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 제1 배선(WI1)은 7개 이상의 제1 배선층들(WIL1)을 포함할 수도 있다. 도 4d를 참조하면, 제2 배선(WI2)은 복수의 제2 배선층들(WIL2)을 포함할 수 있다. 제2 배선(WI2)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 제2 배선층들(WIL2)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 제2 배선(WI2)은 7개 이상의 제2 배선층들(WIL2)을 포함할 수도 있다.
- [0111] 도 1a 내지 도 1c 및 도 4a 내지 도 4d를 참조하면, 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0112] 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다. 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2) 각각의 두께가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께의 제1 배선(WI1) 내에서, 제1 배선층들(WIL1) 사이의 계면의 개수, 동일한 두께의 제2 배선(WI2) 내에서, 제2 배선층들(WIL2) 사이의 계면의 개수가 각각 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2) 각각의 두께가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0113] 제1 배선층들(WIL1) 및 제2 배선층들(WIL2) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0114] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0115] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0116] 도 5a, 도 5b 및 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 사시도이다.
- [0117] 도 5 a 내지 도 5c를 참조하면, 앞서 언급한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 제1 모드 또는 제2 모드로 동작할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 터치 스크린 패널(TSP) 및 플렉서블 표시 패널(DP)을 포함한다. 터치 스크린 패널(TSP)은 플렉서블 표시 패널(DP) 상에 제1

방향(DR1)으로 적층될 수 있다.

- [0118] 터치 스크린 패널(TSP)은 터치 벤딩부(BF2) 및 터치 비벤딩부(NBF2)를 포함한다. 터치 벤딩부(BF2)는 제1 모드에서 제2 방향(DR2)으로 연장되는 벤딩축(BX1)을 기준으로, 벤딩이 발생하고 제2 모드에서 벤딩이 펼쳐진다. 터치 벤딩부(BF2)는 터치 비벤딩부(NBF2)와 연결된다. 터치 비벤딩부(NBF2)는 제1 모드 및 제2 모드 각각에서 벤딩이 발생하지 않는다.
- [0119] 플렉서블 표시 패널(DP)은 패널 벤딩부(BF1) 및 패널 비벤딩부(NBF1)를 포함한다. 패널 벤딩부(BF1)는 제1 모드에서 제2 방향(DR2)으로 연장되는 벤딩축(BX1)을 기준으로, 벤딩이 발생하고 제2 모드에서 벤딩이 펼쳐진다. 패널 벤딩부(BF1)는 패널 비벤딩부(NBF1)와 연결된다. 패널 비벤딩부(NBF1)는 제1 모드 및 제2 모드 각각에서 벤딩이 발생하지 않는다.
- [0120] 도 5a 및 도 5c를 참조하면, 제1 모드에서 터치 스크린 패널(TSP) 및 플렉서블 표시 패널(DP)의 적어도 일부가 벤딩(bending)된다. 도 5b를 참조하면, 제2 모드에서 제1 모드에서 터치 스크린 패널(TSP)의 터치 벤딩부(BF2) 및 플렉서블 표시 패널(DP)의 패널 벤딩부(BF1)의 벤딩이 펼쳐진다.
- [0121] 제1 모드는 제1 벤딩 모드 및 제2 벤딩 모드를 포함한다. 도 5a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 제1 벤딩 모드에서, 벤딩축(BX1)을 기준으로 어느 한 방향으로 벤딩될 수 있다. 플렉서블 표시 장치(10)는 제1 벤딩 모드에서 내측 벤딩된 것일 수 있다. 내측 벤딩되면, 플렉서블 표시 장치(10)가 벤딩되었을 때, 벤딩되어 서로 마주보는 터치 스크린 패널(TSP) 사이의 거리가 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 패널(DP) 사이의 거리보다 짧다. 내측 벤딩시에, 터치 스크린 패널(TSP)의 터치 벤딩부(BF2)의 일면은 제3 곡률 반경(R3)을 가질 수 있다. 제3 곡률 반경(R3)은 예를 들어, 약 1 나노미터(nm) 내지 약 10 나노미터(nm)일 수 있다.
- [0122] 도 5c를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)는 제2 벤딩 모드에서, 벤딩축(BX1)을 기준으로 도 5a에서 벤딩된 방향과 반대 방향으로 벤딩될 수 있다. 플렉서블 표시 장치(10)는 제2 벤딩 모드에서 외측 벤딩된 것일 수 있다. 외측 벤딩되면, 플렉서블 표시 장치(10)가 벤딩되었을 때, 벤딩되어 서로 마주보는 플렉서블 표시 패널(DP) 사이의 거리가 벤딩되어 서로 마주보는 터치 스크린 패널(TSP) 사이의 거리보다 짧다. 외측 벤딩시에, 플렉서블 표시 패널(DP)의 패널 벤딩부(BF1)의 일면은 제4 곡률 반경(R4)을 가질 수 있다. 제4 곡률 반경(R4)은 예를 들어, 약 1 나노미터(nm) 내지 약 10 나노미터(nm)일 수 있다.
- [0123] 도 1a 내지 도 1c 및 도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 플렉서블 표시 패널(DP) 및 상기 터치 스크린 패널(TSP) 중 적어도 하나는 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 도전 패턴(CP)을 포함할 수 있다. 도전 패턴(CP)은 패널 벤딩부(BF1) 및 터치 벤딩부(BF2) 적어도 하나에 포함되는 것일 수 있다. 도전 패턴(CP)은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 복수의 도전 패턴층들(도 2b의 CPL)을 포함할 수 있다.
- [0124] 도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 패널에 포함되는 화소들 중 하나의 회로도이다. 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 패널에 포함되는 화소들 중 하나를 나타낸 평면도이다. 도 6c는 도 6b의 III-III'선에 대응하여 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0125] 이하에서는 플렉서블 표시 패널(DP)이 유기 발광 표시 패널인 것을 예를 들어 설명하였으나, 이에 한정하는 것은 아니고, 플렉서블 표시 패널은 액정 표시 패널(liquid crystal display panel), 플라즈마 표시 패널(plasma display panel), 전기영동 표시 패널(electrophoretic display panel), MEMS 표시 패널(microelectromechanical system display panel) 및 일렉트로웨팅 표시 패널(electrowetting display panel) 등일 수도 있다.
- [0126] 도 1a 내지 도 1c, 도 5a 내지 도 5c 및 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 플렉서블 표시 패널(DP)은 플렉서블 기관(FB) 및 플렉서블 기관(FB) 상에 제공되는 도전 패턴(CP)을 포함할 수 있다. 도전 패턴(CP)의 적어도 일부는 패널 벤딩부(BF1)에 포함될 수 있다. 도전 패턴(CP)은 패널 벤딩부(BF1)에 포함되고, 패널 비벤딩부(NBF1)에 포함되지 않는 것일 수 있다. 도전 패턴(CP)은 패널 벤딩부(BF1) 및 패널 비벤딩부(NBF1) 각각에 포함될 수 있다. 도전 패턴(CP)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 것일 수 있다. 도전 패턴(CP)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 복수의 도전 패턴층들(도 2b의 CPL)을 포함할 수 있다.
- [0127] 도전 패턴(CP)은 후술하는 게이트 배선들(GL), 데이터 배선들(DL), 구동 전압 배선들(DVL), 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1), 구동 박막 트랜지스터(TFT2), 커패시터(Cst), 제1 반도체 패턴(SM1), 제2 반도체 패턴(SM2) 및 제

1 전극(EL1) 및 제2 전극(EL2)를 포함할 수 있다. 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1)는 제1 게이트 전극(GE1), 제1 소스 전극(SE1) 및 제1 드레인 전극(DE1)을 포함할 수 있다. 구동 박막 트랜지스터(TFT2)는 제2 게이트 전극(GE2), 제2 소스 전극(SE2) 및 제2 드레인 전극(DE2)을 포함할 수 있다. 커패시터(Cst)는 제1 공통 전극(CE1) 및 제2 공통 전극(CE2)을 포함할 수 있다.

- [0128] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 화소들(PX) 각각은 게이트 배선들(GL), 데이터 배선들(DL) 및 구동 전압 배선들(DVL)으로 이루어진 배선부와 연결될 수 있다. 화소들(PX) 각각은 배선부에 연결된 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2), 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2)에 연결된 유기 발광 소자(OEL) 및 커패시터(Cst)를 포함한다.
- [0129] 본 발명의 일 실시예에서는 하나의 화소가 하나의 게이트 배선, 하나의 데이터 배선 및 하나의 구동 전압 배선과 연결되는 것을 예를 들어 도시하였으나, 이에 한정하는 것은 아니고, 복수 개의 화소들(PX)이 하나의 게이트 배선, 하나의 데이터 배선 및 하나의 구동 전압 배선과 연결될 수 있다. 또한, 하나의 화소는 적어도 하나의 게이트 배선, 적어도 하나의 게이트 배선 및 적어도 하나의 구동 전압 배선과 연결될 수도 있다.
- [0130] 게이트 배선들(GL)은 제3 방향(DR3)으로 연장된다. 데이터 배선들(DL)은 게이트 배선들(GL)과 교차하는 제4 방향(DR4)으로 연장된다. 구동 전압 배선들(DVL)은 데이터 배선들(DL)과 실질적으로 동일한 방향, 즉 제4 방향(DR4)으로 연장된다. 게이트 배선들(GL)은 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2)에 주사 신호를 전달하고, 데이터 배선들(DL)은 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2)에 데이터 신호를 전달하며, 구동 전압 배선들(DVL)은 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2)에 구동 전압을 제공한다.
- [0131] 게이트 배선들(GL), 데이터 배선들(DL) 및 구동 전압 배선들(DVL) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 게이트 배선들(GL), 데이터 배선들(DL) 및 구동 전압 배선들(DVL) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 게이트 배선들(GL), 데이터 배선들(DL) 및 구동 전압 배선들(DVL) 중 적어도 하나에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0132] 화소들(PX) 각각은 특정 컬러의 광, 예를 들어, 적색광, 녹색광, 청색광 중 하나를 출사할 수 있다. 컬러 광의 종류는 상기한 것에 한정된 것은 아니며, 예를 들어, 백색광, 시안광, 마젠타광, 옐로우광 등이 추가될 수 있다.
- [0133] 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2)는 유기 발광 소자(OEL)를 제어하기 위한 구동 박막 트랜지스터(TFT2)와, 구동 박막 트랜지스터(TFT2)를 스위칭 하는 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1)를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 화소들(PX) 각각이 두 개의 박막 트랜지스터(TFT1, TFT2)를 포함하는 것을 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니고, 화소들(PX) 각각이 하나의 박막 트랜지스터와 커패시터를 포함할 수도 있고, 화소들(PX) 각각이 셋 이상의 박막 트랜지스터와 둘 이상의 커패시터를 구비할 수도 있다.
- [0134] 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1), 구동 박막 트랜지스터(TFT2) 및 커패시터(Cst) 중 적어도 하나는 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1), 구동 박막 트랜지스터(TFT2) 및 커패시터(Cst) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1), 구동 박막 트랜지스터(TFT2) 및 커패시터(Cst) 중 적어도 하나에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0135] 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1)는 제1 게이트 전극(GE1), 제1 소스 전극(SE1) 및 제1 드레인 전극(DE1)을 포함한다. 제1 게이트 전극(GE1)은 게이트 배선들(GL)에 연결되며, 제1 소스 전극(SE1)은 데이터 배선들(DL)에 연결된다. 제1 드레인 전극(DE1)은 제5 콘택홀(CH5)에 의해 제1 공통 전극(CE1)과 연결된다. 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1)는 게이트 배선들(GL)에 인가되는 주사 신호에 따라 데이터 배선들(DL)에 인가되는 데이터 신호를 구동 박막 트랜지스터(TFT2)에 전달한다.
- [0136] 제1 게이트 전극(GE1), 제1 소스 전극(SE1) 및 제1 드레인 전극(DE1) 중 적어도 하나는 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제1 게이트 전극(GE1), 제1 소스 전극(SE1) 및 제1 드레인 전극(DE1) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 제1 게이트 전극(GE1), 제1 소스 전극(SE1) 및 제1 드레인 전극(DE1) 중 적어도 하나에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0137] 구동 박막 트랜지스터(TFT2)는 제2 게이트 전극(GE2), 제2 소스 전극(SE2) 및 제2 드레인 전극(DE2)을

포함한다. 제2 게이트 전극(GE2)은 제1 공통 전극(CE1)에 연결된다. 제2 소스 전극(SE2)은 구동 전압 배선들(DVL)에 연결된다. 제2 드레인 전극(DE2)은 제3 콘택홀(CH3)에 의해 제1 전극(EL1)과 연결된다.

- [0138] 제2 게이트 전극(GE2), 제2 소스 전극(SE2) 및 제2 드레인 전극(DE2) 중 적어도 하나는 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제2 게이트 전극(GE2), 제2 소스 전극(SE2) 및 제2 드레인 전극(DE2) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 제2 게이트 전극(GE2), 제2 소스 전극(SE2) 및 제2 드레인 전극(DE2) 중 적어도 하나에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0139] 제1 전극(EL1)은 구동 박막 트랜지스터(TFT2)의 제2 드레인 전극(DE2)과 연결된다. 제2 전극(EL2)에는 공통 전압이 인가되며, 발광층(EML)은 구동 박막 트랜지스터(TFT2)의 출력 신호에 따라 블루 광을 출사함으로써 영상을 표시한다. 제1 전극(EL1) 및 제2 전극(EL2)에 대해서는 보다 구체적으로 후술한다.
- [0140] 커패시터(Cst)는 구동 박막 트랜지스터(TFT2)의 제2 게이트 전극(GE2)과 제2 소스 전극(SE2) 사이에 연결되며, 구동 박막 트랜지스터(TFT2)의 제2 게이트 전극(GE2)에 입력되는 데이터 신호를 충전하고 유지한다. 커패시터(Cst)는 제1 드레인 전극(DE1)과 제6 콘택홀(CH6)에 의해 연결되는 제1 공통 전극(CE1) 및 구동 전압 배선들(DVL)과 연결되는 제2 공통 전극(CE2)을 포함할 수 있다.
- [0141] 제1 공통 전극(CE1) 및 제2 공통 전극(CE2) 중 적어도 하나는 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제1 공통 전극(CE1) 및 제2 공통 전극(CE2) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 제1 공통 전극(CE1) 및 제2 공통 전극(CE2) 중 적어도 하나에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0142] 도 6a 내지 도 6c를 참조하면, 제1 플렉서블 기관(FB1)은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 플라스틱, 유기 고분자 등을 포함할 수 있다. 제1 플렉서블 기관(FB1)을 이루는 유기 고분자로는 PET(Polyethylene terephthalate), PEN(Polyethylene naphthalate), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에테르술폰 등을 들 수 있다. 제1 플렉서블 기관(FB1)은 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성, 방수성 등을 고려하여 선택될 수 있다. 제1 플렉서블 기관(FB1)은 투명한 것일 수 있다.
- [0143] 제1 플렉서블 기관(FB1) 상에는 기관 버퍼층(미도시)이 제공될 수 있다. 기관 버퍼층(미도시)은 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1) 및 구동 박막 트랜지스터(TFT2)에 불순물이 확산되는 것을 막는다. 기관 버퍼층(미도시)은 질화규소(SiNx), 산화규소(SiOx), 질산화규소(SiOxNy) 등으로 형성될 수 있으며, 제1 플렉서블 기관(FB1)의 재료 및 공정 조건에 따라 생략될 수도 있다.
- [0144] 제1 플렉서블 기관(FB1) 상에는 제1 반도체 패턴(SM1)과 제2 반도체 패턴(SM2)이 제공된다. 제1 반도체 패턴(SM1)과 제2 반도체 패턴(SM2)은 반도체 소재로 형성되며, 각각 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1)와 구동 박막 트랜지스터(TFT2)의 활성층으로 동작한다. 제1 반도체 패턴(SM1)과 제2 반도체 패턴(SM2)은 각각 소스부(SA), 드레인부(DA) 및 소스부(SA)과 드레인부(DA) 사이에 제공된 채널부(CA)를 포함한다. 제1 반도체 패턴(SM1)과 제2 반도체 패턴(SM2)은 각각 무기 반도체 또는 유기 반도체로부터 선택되어 형성될 수 있다. 소스부(SA) 및 드레인부(DA)은 n형 불순물 또는 p형 불순물이 도핑될 수 있다.
- [0145] 제1 반도체 패턴(SM1) 및 제2 반도체 패턴(SM2) 중 적어도 하나는 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제1 반도체 패턴(SM1) 및 제2 반도체 패턴(SM2) 중 적어도 하나는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 제1 반도체 패턴(SM1) 및 제2 반도체 패턴(SM2) 중 적어도 하나에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0146] 제1 반도체 패턴(SM1) 및 제2 반도체 패턴(SM2) 상에는 게이트 절연층(GI)이 제공된다. 게이트 절연층(GI)은 제1 반도체 패턴(SM1) 및 제2 반도체 패턴(SM2)을 커버한다. 게이트 절연층(GI)은 유기 절연물 또는 무기 절연물로 이루어질 수 있다.
- [0147] 게이트 절연층(GI) 상에는 제1 게이트 전극(GE1)과 제2 게이트 전극(GE2)이 제공된다. 제1 게이트 전극(GE1)과 제2 게이트 전극(GE2)은 각각 제1 반도체 패턴(SM1)과 제2 반도체 패턴(SM2)의 드레인부(DA)에 대응되는 영역을 커버하도록 형성된다.

- [0148] 제1 게이트 전극(GE1) 및 제2 게이트 전극(GE2) 상에는 제1 절연층(IL1)이 제공된다. 제1 절연층(IL1)은 제1 게이트 전극(GE1) 및 제2 게이트 전극(GE2)을 커버한다. 제1 절연층(IL1)은 유기 절연물 또는 무기 절연물로 이루어질 수 있다.
- [0149] 제1 절연층(IL1)의 상에는 제1 소스 전극(SE1)과 제1 드레인 전극(DE1), 제2 소스 전극(SE2)과 제2 드레인 전극(DE2)이 제공된다. 제2 드레인 전극(DE2)은 게이트 절연층(GI) 및 제1 절연층(IL1)에 형성된 제1 콘택홀(CH1)에 의해 제2 반도체 패턴(SM2)의 드레인부(DA)과 접촉하고, 제2 소스 전극(SE2)은 게이트 절연층(GI) 및 제1 절연층(IL1)에 형성된 제2 콘택홀(CH2)에 의해 제2 반도체 패턴(SM2)의 소스부(SA)과 접촉한다. 제1 소스 전극(SE1)은 게이트 절연층(GI) 및 제1 절연층(IL1)에 형성된 제4 콘택홀(CH4)에 의해 제1 반도체 패턴(SM1)의 소스부(미도시)와 접촉하고, 제1 드레인 전극(DE1)은 게이트 절연층(GI) 및 제1 절연층(IL1)에 형성된 제5 콘택홀(CH5)에 의해 제1 반도체 패턴(SM1)의 드레인부(미도시)와 접촉한다.
- [0150] 제1 소스 전극(SE1)과 제1 드레인 전극(DE1), 제2 소스 전극(SE2)과 제2 드레인 전극(DE2) 상에는 패시베이션층(PL)이 제공된다. 패시베이션층(PL)은 스위칭 박막 트랜지스터(TFT1) 및 구동 박막 트랜지스터(TFT2)를 보호하는 보호막의 역할을 할 수도 있고, 그 상면을 평탄화시키는 평탄화막의 역할을 할 수도 있다.
- [0151] 패시베이션층(PL) 상에는 제1 전극(EL1)이 제공된다. 제1 전극(EL1)은 예를 들어 양극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 패시베이션층(PL)에 형성되는 제3 콘택홀(CH3)을 통해 구동 박막 트랜지스터(TR2)의 제2 드레인 전극(DE2)에 연결된다.
- [0152] 패시베이션층(PL) 상에는 화소들(PX) 각각에 대응하도록 발광층(EML)을 구획하는 화소 정의막(PDL)이 제공된다. 화소 정의막(PDL)은 제1 전극(EL1)의 상면을 노출하며, 제1 플렉서블 기판(FB1)으로부터 돌출된다. 화소 정의막(PDL)은 이에 한정하는 것은 아니나, 금속-불소 이온 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 화소 정의막(PDL)은 LiF, BaF₂, 및 CsF 중 어느 하나의 금속-불소 이온 화합물로 구성될 수 있다. 금속-불소 이온 화합물은 소정의 두께를 가질 경우, 절연 특성을 갖는다. 화소 정의막(PDL)의 두께는 예를 들어, 10 nm 내지 100 nm일 수 있다. 화소 정의막(PDL)에 대해서는 보다 구체적으로 후술하도록 한다.
- [0153] 화소 정의막(PDL)에 의해 둘러싸인 영역에는 유기 발광 소자(OEL)가 제공된다. 유기 발광 소자(OEL)는 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR) 및 제2 전극(EL2)을 포함한다.
- [0154] 제1 전극(EL1)은 도전성을 갖는다. 제1 전극(EL1)은 화소 전극 또는 양극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 제1 전극(EL1)에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0155] 제1 전극(EL1)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)이 투과형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 이루어질 수 있다. 제1 전극(EL1)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0156] 제1 전극(EL1) 상에는 유기층이 배치될 수 있다. 유기층은 발광층(EML)을 포함한다. 유기층은 정공 수송 영역(HTR) 및 전자 수송 영역(ETR)을 더 포함할 수 있다.
- [0157] 정공 수송 영역(HTR)은 제1 전극(EL1) 상에 제공된다. 정공 수송 영역(HTR)은, 정공 주입층, 정공 수송층, 버퍼층 및 전자 저지층 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0158] 정공 수송 영역(HTR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0159] 예를 들어, 정공 수송 영역(HTR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층들의 구조를 갖거나, 제1 전극(EL1)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층/정공 수송층, 정공 주입층/정공 수송층/버퍼층, 정공 주입층/버퍼층, 정공 수송층/버퍼층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층들의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0160] 정공 수송 영역(HTR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형

성될 수 있다.

- [0161] 정공 수송 영역(HTR)이 정공 주입층을 포함할 경우, 정공 수송 영역(HTR)은 구리프탈로시아닌(copper phthalocyanine) 등의 프탈로시아닌(phthalocyanine) 화합물; DNTPD (N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine), m-MTDATA(4,4',4''-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine), TDATA(4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine), 2TNATA(4,4',4''-tris{N,-(2-naphthyl)-N-phenylamino}-triphenylamine), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate), PANI/DBSA(Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid), PANI/CSA(Polyaniline/Camphor sulfonic acid), PANI/PSS((Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0162] 정공 수송 영역(HTR)이 정공 수송층을 포함할 경우, 정공 수송 영역(HTR)은 N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸계 유도체, 플루오렌(fluorine)계 유도체, TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1-biphenyl]-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine) 등과 같은 트리페닐아민계 유도체, NPB(N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine), TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis[N,N-bis(4-methylphenyl)benzenamine]) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0163] 정공 수송 영역(HTR)은 앞서 언급한 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하 생성 물질을 더 포함할 수 있다. 전하 생성 물질은 정공 수송 영역(HTR) 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다. 전하 생성 물질은 예를 들어, p-도펀트(dopant)일 수 있다. p-도펀트는 퀴논(quinone) 유도체, 금속 산화물 및 시아노(cyano)기 함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, p-도펀트의 비제한적인 예로는, TCNQ(Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체, 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0164] 발광층(EML)은 정공 수송 영역(HTR) 상에 제공된다. 발광층(EML)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0165] 발광층(EML)은 통상적으로 사용하는 물질이라면 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어, 적색, 녹색 및 청색을 발광하는 물질로 이루어질 수 있으며, 형광 물질 또는 인광물질을 포함할 수 있다. 또한, 발광층(EML)은 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0166] 호스트는 통상적으로 사용하는 물질이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), PVK(poly(n-vinylcarbazole), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine), TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene), TBADN(3-tert-butyl-9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), DSA(distyrylarylene), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl), MADN(2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene) 등을 사용될 수 있다.
- [0167] 발광층(EML)이 적색을 발광할 때, 발광층(EML)은 예를 들어, PBD:Eu(DBM)3(Phen)(tris(dibenzoylmethanato)phenanthroline europium) 또는 퍼릴렌(Perylene)을 포함하는 형광 물질을 포함할 수 있다. 발광층(EML)이 적색을 발광할 때, 발광층(EML)에 포함되는 도펀트는 예를 들어, PIr(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(acac)(bis(1-phenylquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(tris(1-phenylquinoline)iridium) 및 PtOEP(octaethylporphyrin platinum)과 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex)에서 선택할 수 있다.
- [0168] 발광층(EML)이 녹색을 발광할 때, 발광층(EML)은 예를 들어, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)을 포함하는 형광 물질을 포함할 수 있다. 발광층(EML)이 녹색을 발광할 때, 발광층(EML)에 포함되는 도펀트는 예를 들어, Ir(ppy)3(fac-tris(2-phenylpyridine)iridium)와 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex)에서 선택할 수 있다.
- [0169] 발광층(EML)이 청색을 발광할 때, 발광층(EML)은 예를 들어, 스피로-DPVBi(spiro-DPVBi), 스피로-6P(spiro-6P), DSB(distyryl-benzene), DSA(distyryl-arylene), PFO(Polyfluorene)계 고분자 및 PPV(poly(p-phenylene vinylene)계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광 물질을 포함할 수 있다. 발광층(EML)

L)이 청색을 발광할 때, 발광층(EML)에 포함되는 도펀트는 예를 들어, (4,6-F2ppy)2Irpic와 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex)에서 선택할 수 있다. 발광층(EML)에 대해서는 보다 구체적으로 후술하도록 한다.

- [0170] 전자 수송 영역(ETR)은 발광층(EML) 상에 제공된다. 전자 수송 영역은, 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0171] 전자 수송 영역이 전자 수송층을 포함할 경우, 전자 수송 영역은 Alq3(Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum), TPBi(1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazol-2-yl)phenyl), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), TAZ(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), NTAZ(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole), tBu-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BA1q(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum), Bebq2(berylliumbis(benzoquinolin-10-olate), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene) 및 이들의 혼합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송층들의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들어 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 전자 수송층들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.
- [0172] 전자 수송 영역이 전자 주입층을 포함할 경우, 전자 수송 영역은 LiF, LiQ (Lithium quinolate), Li₂O, BaO, NaCl, CsF, Yb와 같은 란타넘족 금속, 또는 RbCl, RbI와 같은 할로겐화 금속 등이 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 주입층은 또한 전자 수송 물질과 절연성의 유기 금속염(organo metal salt)이 혼합된 물질로 이루어질 수 있다. 유기 금속염은 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 대략 4eV 이상의 물질이 될 수 있다. 구체적으로 예를 들어, 유기 금속염은 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 벤조에이트(metal benzoate), 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate) 또는 금속 스테아레이트(stearate)를 포함할 수 있다. 전자 주입층들의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 전자 주입층들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.
- [0173] 전자 수송 영역은 앞서 언급한 바와 같이, 정공 저지층을 포함할 수 있다. 정공 저지층은 예를 들어, BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 및 Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0174] 제2 전극(EL2)은 전자 수송 영역(ETR) 상에 제공된다. 제2 전극(EL2)은 공통 전극 또는 음극일 수 있다. 제2 전극(EL2)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제2 전극(EL2)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 제2 전극(EL2)에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0175] 제2 전극(EL2)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제2 전극(EL2)이 투과형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Mg, BaF, Ba, Ag 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다.
- [0176] 제2 전극(EL2)은 보조 전극을 포함할 수 있다. 보조 전극은 상기 물질이 발광층(EML)을 향하도록 증착하여 형성된 막, 및 상기 막 상에 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide), Mo, Ti 등을 포함할 수 있다.
- [0177] 제2 전극(EL2)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다.
- [0178] 유기 발광 소자(OEL)가 전면 발광형일 경우, 제1 전극(EL1)은 반사형 전극이고, 제2 전극(EL2)은 투과형 전극 또는 반투과형 전극일 수 있다. 유기 발광 소자가 배면 발광형일 경우, 제1 전극(EL1)은 투과형 전극 또는 반투과형 전극이고, 제2 전극(EL2)은 반사형 전극일 수 있다.
- [0179] 유기 발광 소자(OEL)에서, 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2)에 각각 전압이 인가됨에 따라 제1 전극(EL1)으로부터

주입된 정공(hole)은 정공 수송 영역(HTR)을 거쳐 발광층(EML)으로 이동되고, 제2 전극(EL2)으로부터 주입된 전자가 전자 수송 영역(ETR)을 거쳐 발광층(EML)으로 이동된다. 전자와 정공은 발광층(EML)에서 재결합하여 여기자(exciton)을 생성하며, 여기자가 여기 상태에서 바닥 상태로 떨어지면서 발광하게 된다.

- [0180] 제2 전극(EL2) 상에는 봉지층(SL)이 제공된다. 봉지층(SL)은 제2 전극(EL2)을 커버한다. 봉지층(SL)은 유기층 및 무기층 중 적어도 하나의 층을 포함할 수 있다. 봉지층(SL)은 예를 들어 박막 봉지층일 수 있다. 봉지층(SL)은 유기 발광 소자(OEL)를 보호한다.
- [0181] 도 7a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 터치 스크린 패널을 개략적으로 나타낸 평면도이다.
- [0182] 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 터치 스크린 패널을 개략적으로 나타낸 평면도이다.
- [0183] 도 7a, 도 7b, 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 터치 스크린 패널(TSP)은 플렉서블 표시 패널(DP) 상에 제공된다. 터치 스크린 패널(TSP)은 봉지층(도 6c의 SL) 상에 제공될 수 있다. 터치 스크린 패널(TSP)은 사용자의 직접 터치, 사용자의 간접 터치, 물체의 직접 터치 또는 물체의 간접 터치를 인식할 수 있다. 간접 터치란 사용자 또는 물체가 터치 스크린 패널(TSP)을 직접적으로 접촉하지 않아도, 터치 스크린 패널(TSP)이 사용자 또는 물체가 터치하는 것으로 인식할 수 있는 거리에 있어, 터치 스크린 패널(TSP)이 터치를 인식하는 것을 의미한다.
- [0184] 직접 터치 또는 간접 터치가 발생되면, 예를 들어 감지 전극(TE)에 포함되는 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx) 사이에 정전 용량의 변화가 발생된다. 정전 용량의 변화에 따라 제1 감지 전극들(Tx)에 인가되는 감지 신호는 딜레이되어 제2 감지 전극들(Rx)에 제공될 수 있다. 터치 스크린 패널(TSP)은 감지 신호의 딜레이 값으로부터 터치 좌표를 센싱할 수 있다.
- [0185] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(10)에서는 터치 스크린 패널(TSP)이 정전 용량 방식으로 구동되는 것을 예를 들어 설명하였으나, 이에 한정하는 것은 아니고, 터치 스크린 패널(TSP)은 저항막 방식으로 구동될 수도 있다. 또한, 터치 스크린 패널(TSP)은 셀프 컵(Self cap) 방식 또는 뮤츄얼 컵(Mutual cap) 방식 중 어느 하나의 방식으로 구동될 수 있다.
- [0186] 도 1a 내지 도 1c, 도 5a 내지 도 5c, 도 7a, 도 7b, 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 터치 스크린 패널(TSP)은 도전 패턴(CP)의 적어도 일부는 터치 벤딩부(BF2)에 포함될 수 있다. 도전 패턴(CP)은 터치 벤딩부(BF2)에 포함되고, 터치 비벤딩부(NBF2)에 포함되지 않는 것일 수 있다. 도전 패턴(CP)은 터치 벤딩부(BF2) 및 터치 비벤딩부(NBF2) 각각에 포함될 수 있다. 도전 패턴(CP)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 것일 수 있다. 도전 패턴(CP)은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈(grain size)를 갖는 복수의 도전 패턴층들(도 2b의 CPL)을 포함할 수 있다.
- [0187] 도전 패턴(CP)은 후술하는 감지 전극(TE), 제1 연결 배선(TL1), 제2 연결 배선(TL2), 제1 팬아웃 배선(PO1), 제2 팬아웃 배선(PO2), 제1 브릿지(BD1), 제2 브릿지(BD2)를 포함할 수 있다.
- [0188] 감지 전극(TE)은 봉지층(SL) 상에 제공된다. 도시하지는 않았으나, 감지 전극(TE) 및 봉지층(SL) 사이에는 별도의 플렉서블 기판이 제공될 수도 있다. 감지 전극(TE)은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다.
- [0189] 감지 전극(TE)은 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx)을 포함한다. 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx) 각각은 서로 전기적으로 절연된다. 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx) 각각은 대략적으로 마름모, 정사각형, 직사각형, 원 또는 정형화되지 않은 모양(예를 들면, 덴드라이트(dendrite) 구조와 같이 나뭇가지들이 얽혀 있는 모양) 등의 다양한 형상을 가질 수 있다. 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx) 각각은 메쉬 형상을 갖는 것일 수 있다.
- [0190] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx)은 서로 상이한 층 상에 제공될 수 있다. 예를 들어, 제1 감지 전극들(Tx)은 봉지층(SL) 상에 제공되고, 제1 감지 전극들(Tx) 상에는 절연층(IL2)이 제공될 수 있다. 제2 감지 전극들(Rx)은 제1 감지 전극들(Tx) 상에 제공될 수 있다.
- [0191] 제1 감지 전극들(Tx)은 예를 들어, 제5 방향(DR5)으로 연장되고, 제6 방향(DR6)으로 서로 이격될 수 있다. 제2 감지 전극들(Rx)은 예를 들어, 제6 방향(DR6)으로 연장되고, 제5 방향(DR5)으로 서로 이격될 수 있다.
- [0192] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx)은 서로 동일한 층 상에 제공될 수 있

다. 제1 감지 전극들(Tx) 및 제2 감지 전극들(Rx) 각각은 봉지층(SL) 상에 제공될 수 있다. 제1 감지 전극들(Tx)은 제5 방향(DR5) 및 제6 방향(DR6)으로 이격되어 제공될 수 있다.

- [0193] 제5 방향(DR5)으로 이격된 제1 감지 전극들(Tx)은 제1 브릿지(BD1)에 의해 연결될 수 있다. 제2 감지 전극들(Rx)은 제5 방향(DR5) 및 제6 방향(DR6)으로 이격되어 제공될 수 있다. 제6 방향(DR6)으로 이격된 제2 감지 전극들(Rx)은 제2 브릿지(BD2)에 의해 연결될 수 있다. 제2 브릿지(BD2)는 제1 브릿지(BD1) 상에 제공될 수 있다. 도시하지는 않았으나, 제2 브릿지(BD2) 및 제1 브릿지(BD1) 사이에는 절연층이 제공될 수 있다.
- [0194] 제1 브릿지(BD1) 및 제2 브릿지(BD2) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 제1 브릿지(BD1) 및 제2 브릿지(BD2) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 복수의 층으로 구성될 수 있다. 제1 브릿지(BD1) 및 제2 브릿지(BD2) 각각에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0195] 연결 배선(TL1, TL2)은 감지 전극(TE)과 전기적으로 연결된다. 연결 배선(TL1, TL2)은 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 것일 수 있다.
- [0196] 연결 배선(TL1, TL2)은 제1 연결 배선들(TL1) 및 제2 연결 배선들(TL2)을 포함한다. 제1 연결 배선들(TL1)은 제1 감지 전극들(Tx) 및 제1 팬아웃 배선들(PO1)과 연결될 수 있다. 제2 연결 배선들(TL2)은 제2 감지 전극들(Rx) 및 제2 팬아웃 배선들(PO2)과 연결될 수 있다.
- [0197] 팬아웃 배선(PO1, PO2)은 연결 배선(TL1, TL2) 및 패드부(PD1, PD2)와 연결된다. 팬아웃 배선(PO1, PO2)은 제1 팬아웃 배선들(PO1) 및 제2 팬아웃 배선들(PO2)을 포함한다. 제1 팬아웃 배선들(PO1)은 제1 연결 배선들(TL1) 및 제1 패드부(PD1)와 연결된다. 제2 팬아웃 배선들(PO2)은 제2 연결 배선들(TL2) 및 제2 패드부(PD2)와 연결된다.
- [0198] 패드부(PD1, PD2)는 감지 전극(TE)와 전기적으로 연결된다. 패드부(PD1, PD2)는 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 패드부(PD1, PD2)는 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 복수의 층들을 포함할 수 있다. 패드부(PD1, PD2)에 포함되는 복수의 층들 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0199] 패드부(PD1, PD2)는 제1 패드부(PD1) 및 제2 패드부(PD2)를 포함한다. 제1 패드부(PD1)는 제1 팬아웃 배선들(PO1)과 연결된다. 제1 패드부(PD1)는 제1 감지 전극들(Tx)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 패드부(PD2)는 제2 팬아웃 배선들(PO2)과 연결된다. 제2 패드부(PD2)는 제2 감지 전극들(Rx)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0200] 도 9a는 본 발명의 일 실시예에 따른 터치 스크린 패널에 포함되는 감지 전극의 개략적인 단면도이다.
- [0201] 도 9a를 참조하면, 감지 전극(TE)은 복수의 감지 전극층들(TEL)을 포함할 수 있다. 감지 전극(TE)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 감지 전극층들(TEL)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 감지 전극(TE)은 7개 이상의 감지 전극층들(TEL)을 포함할 수도 있다. 감지 전극층들(TEL) 사이에는 공기층이 제공될 수 있다.
- [0202] 감지 전극층들(TEL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레이н 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 감지 전극층들(TEL)의 그레이н 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 감지 전극층들(TEL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(도 5a의 10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 감지 전극층들(TEL)의 그레이н 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레이н 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 감지 전극층들(TEL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0203] 감지 전극층들(TEL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다. 감지 전극층들(TEL) 각각의 두께가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께의 감지 전극(TE) 내에서, 감지 전극층들(TEL) 사이의 계면의 개수가 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(도 5a의 10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 감지 전극층들(TEL) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 감지 전극층들(TEL) 각각의 두께가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 감지 전극층들(TEL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0204] 감지 전극층들(TEL) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0205] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0206] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0207] 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 터치 스크린 패널에 포함되는 배선의 개략적인 단면도이다.
- [0208] 도 9b를 참조하면, 배선(TL1, TL2, P01, P02)은 복수의 배선층들(TLL)을 포함할 수 있다. 배선(TL1, TL2, P01, P02)은 예를 들어, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개의 배선층들(TLL)을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정하는 것은 아니고, 배선(TL1, TL2, P01, P02)은 7개 이상의 배선층들(TLL)을 포함할 수도 있다. 배선층들(TLL) 사이에는 공기층이 제공될 수 있다.
- [0209] 배선층들(TLL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 것일 수 있다. 배선층들(TLL)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 배선층들(TLL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(도 5a의 10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 배선층들(TLL)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 배선층들(TLL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0210] 배선층들(TLL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께를 갖는 것일 수 있다. 배선층들(TLL) 각각의 두께가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께의 배선(TL1, TL2, P01, P02) 내에서, 배선층들(TLL) 사이의 계면의 개수가 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(도 5a의 10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 배선층들(TLL) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 배선층들(TLL) 각각의 두께가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 배선층들(TLL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0211] 배선층들(TLL) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0212] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0213] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0214] 종래의 플렉서블 표시 장치에 포함되는 도전 패턴들은 본 발명의 일 실시예에 따른 도전 패턴보다 큰 그레인 사이즈를 가져, 벤딩이 따른 유연성을 확보하기 어려웠다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치에 벤딩이 반복되면, 도전 패턴에 크랙 또는 단선이 발생하여 플렉서블 표시 장치의 신뢰성이 떨어지는 문제가 있었다.
- [0215] 또한, 벤딩에 따른 유연성을 확보하기 어려워, 어느 한 방향으로 벤딩 및 상기 어느 한 "넙꺾? 반대 방향으로 벤딩이 반복적으로 발생하는 경우, 도전 패턴에 크랙 또는 단선이 발생하는 경우가 많았다.
- [0216] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 포함되는 도전 패턴들은 앞서 언급한 범위의 그레인 사이즈를 가지거나, 앞서 언급한 범위의 그레인 사이즈들을 갖는 복수의 도전 패턴층들을 포함하여, 도전 패턴의 저항을 크게 증가시키지 않으면서, 벤딩에 따른 유연성을 확보할 수 있다. 따라서, 플렉서블 표시 장치에 벤딩이 반복되더라도, 도전 패턴에 크랙 또는 단선의 발생 빈도가 종래의 플렉서블 표시 장치에서의 크랙 또는 단선의 발생 빈도보다 현저히 낮다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 신뢰성을 확보할 수 있다.
- [0217] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치는 벤딩에 따른 유연성이 확보되어, 어느 한 방향으로 벤딩 및 상기 어느 한 "넙꺾? 반대 방향으로 벤딩이 반복적으로 발생하는 경우에도, 도전 패턴에 크랙 또는 단선이 발생하는 빈도를 현저히 낮출 수 있다.
- [0218] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법에 대하여 설명한다. 이하에서는 앞서 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치와의 차이점을 위주로 구체적으로 설명하고, 설명되지 않은 부분은 앞서 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치에 따른다.

- [0219] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.
- [0220] 도 1a 내지 도 1c, 도 2a, 도 2b 및 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치(10)의 제조 방법은 플렉서블 기판(FB)을 준비하는 단계(S100) 및 플렉서블 기판(FB) 상에 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 도전 패턴(CP)을 제공하는 단계(S200)를 포함하는 것일 수 있다.
- [0221] 플렉서블 기판(FB)은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 플라스틱, 유기 고분자 등을 포함할 수 있다. 플렉서블 기판(FB)을 이루는 유기 고분자로는 PET(Polyethylene terephthalate), PEN(Polyethylene naphthalate), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에테르술폰 등을 들 수 있다. 플렉서블 기판(FB)은 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성, 방수성 등을 고려하여 선택될 수 있다. 플렉서블 기판(FB)은 투명한 것일 수 있다.
- [0222] 플렉서블 기판(FB) 상에 도전 패턴(CP)을 제공한다. 도전 패턴(CP)을 제공하는 단계(S200)는 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 수행되는 것일 수 있다. 예를 들어, 도전 패턴(CP)은 상온에서 약 1분 내지 약 3분 동안 스퍼터링하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 도전 패턴(CP)은 약 50℃ 내지 60℃에서 약 1분 내지 약 3분 동안 스퍼터링하여 형성될 수 있다.
- [0223] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0224] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0225] 도전 패턴(CP)을 제공하는 단계(S200)에서, 도전 패턴(CP)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 도전 패턴(CP)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 도전 패턴(CP)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0226] 도전 패턴(CP)을 제공하는 단계(S200)는 10 나노미터(nm) 내지 100 나노미터(nm)의 그레인 사이즈를 갖는 복수의 도전 패턴층들(CPL)을 형성하는 단계를 포함하는 것일 수 있다. 도전 패턴(CP)을 제공하는 단계(S200)는 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 제1 도전층을 형성하는 단계, 제1 도전층 상에 직접적으로, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물 중 적어도 하나를 스퍼터링하여 제2 도전층을 형성하는 단계 및 제1 도전층 및 상기 제2 도전층의 일부를 마스크하고 식각하여 도전 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.
- [0227] 도전 패턴층들(CPL)의 그레인 사이즈가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 도전 패턴층들(CPL)의 저항이 증가하여, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 도전 패턴층들(CPL)의 그레인 사이즈가 약 100 나노미터(nm) 초과이면, 그레인 사이즈가 커서, 벤딩에 따른 도전 패턴층들(CPL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0228] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 약 10 나노미터(nm) 내지 약 150 나노미터(nm)의 두께(t1)를 갖는 것일 수 있다. 도전 패턴층들(CPL) 각각의 두께(t1)가 약 10 나노미터(nm) 미만이면, 동일한 두께(t1)의 도전 패턴(CP) 내에서, 도전 패턴층들(CPL) 사이의 계면의 개수가 증가하여 저항이 증가할 수 있다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치(10)의 구동을 위한 소비 전력이 증가할 수 있다. 또한, 도전 패턴층들(CPL) 각각을 제조하는 과정 또는 제공하는 과정에서 신뢰성에 문제가 생길 수 있다. 도전 패턴층들(CPL) 각각의 두께(t1)가 약 150 나노미터(nm) 초과이면, 벤딩에 따른 도전 패턴층들(CPL)의 유연성을 확보하기 어렵고, 이에 따라 크랙 또는 단선이 발생하여 신뢰성에 문제가 생길 수 있다.
- [0229] 도전 패턴층들(CPL) 각각은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, 금속, 금속의 합금 및 투명 전도성 산화물(Transparent conducting oxide) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0230] 금속은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, Al, Cu, Ti, Mo, Ag, Mg, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir 및 Cr 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0231] 투명 전도성 산화물은 통상적으로 사용하는 것이라면 특별히 한정하지 않으나, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide) 및 ITZO(indium tin zinc oxide) 중 적어도 하나를 포함하

는 것일 수 있다.

- [0232] 종래의 플렉서블 표시 장치의 제조 방법에 의해 제조된 플렉서블 표시 장치에 포함되는 도전 패턴들은 본 발명의 일 실시예에 따른 도전 패턴보다 큰 그래인 사이즈를 가져, 벤딩이 따른 유연성을 확보하기 어려웠다. 이에 따라, 플렉서블 표시 장치에 벤딩이 반복되면, 도전 패턴에 크랙 또는 단선이 발생하여 플렉서블 표시 장치의 신뢰성이 떨어지는 문제가 있었다.
- [0233] 또한, 벤딩에 따른 유연성을 확보하기 어려워, 어느 한 방향으로 벤딩 및 상기 어느 한 "넙穰? 반대 방향으로 벤딩이 반복적으로 발생하는 경우, 도전 패턴에 크랙 또는 단선이 발생하는 경우가 많았다.
- [0234] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법에 의해 제조된 플렉서블 표시 장치에 포함되는 도전 패턴들은 앞서 언급한 범위의 그래인 사이즈를 가지거나, 앞서 언급한 범위의 그래인 사이즈들을 갖는 복수의 도전 패턴층들을 포함하여, 도전 패턴의 저항을 크게 증가시키지 않으면서, 벤딩에 따른 유연성을 확보할 수 있다. 따라서, 플렉서블 표시 장치에 벤딩이 반복되더라도, 도전 패턴에 크랙 또는 단선의 발생 빈도가 종래의 플렉서블 표시 장치에서의 크랙 또는 단선의 발생 빈도보다 현저히 낮다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 신뢰성을 확보할 수 있다.
- [0235] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 표시 장치의 제조 방법에 의해 제조된 플렉서블 표시 장치는 벤딩에 따른 유연성이 확보되어, 어느 한 방향으로 벤딩 및 상기 어느 한 "넙穰? 반대 방향으로 벤딩이 반복적으로 발생하는 경우에도, 도전 패턴에 크랙 또는 단선이 발생하는 빈도를 현저히 낮출 수 있다.
- [0237] 이하, 구체적인 실시예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 예시에 불과하며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0239] 실시예
- [0241] 실시예 1
- [0242] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Al을 약 50nm 두께로 스퍼터링하여 도전 패턴을 형성하였다. 도전 패턴 상에 절연층을 형성하였다.
- [0244] 실시예 2
- [0245] Al을 약 100nm 두께로 하여 도전 패턴을 형성하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 수행하였다.
- [0247] 실시예 3
- [0248] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Al을 약 60°C에서 약 2분 동안 스퍼터링하여 50nm 두께의 도전 패턴층을 형성하는 공정을 6회 수행하여, 도전 패턴층을 6개 포함하는 도전 패턴을 형성하였다.
- [0250] 실시예 4
- [0251] 실시예 3에서 약 60°C가 아닌 약 20°C에서 스퍼터링을 수행한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일하게 수행하였다.
- [0253] 실시예 5
- [0254] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Cu을 스퍼터링하여 50nm 두께의 도전 패턴층을 형성하는 공정을 6회 수행하여, 도전 패턴층을 6개 포함하는 도전 패턴을 형성하였다.

- [0256] 실시예 6
- [0257] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Al을 스퍼터링하여 150nm 두께의 제1 Al 도전 패턴층을 형성하고, 제1 Al 도전 패턴층 상에 Ti를 스퍼터링하여 5nm 두께의 Ti 도전 패턴층을 형성하고, Ti 도전 패턴층 상에 Al을 스퍼터링하여 150nm 두께의 제2 Al 도전 패턴층을 형성하였다.
- [0259] 실시예 7
- [0260] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Al을 스퍼터링하여 100nm 두께의 제1 Al 도전 패턴층을 형성하고, 제1 Al 도전 패턴층 상에 Cu를 스퍼터링하여 100nm 두께의 Cu 도전 패턴층을 형성하고, Cu 도전 패턴층 상에 Al을 스퍼터링하여 100nm 두께의 제2 Al 도전 패턴층을 형성하였다.
- [0262] 실시예 8
- [0263] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Ti를 스퍼터링하여 20nm 두께의 Ti 도전 패턴층을 형성하고, Ti 도전 패턴층 상에 Cu를 스퍼터링하여 150nm 두께의 Cu 도전 패턴층을 형성하고, Cu 도전 패턴층 상에 Al을 스퍼터링하여 150nm 두께의 Al 도전 패턴층을 형성하였다.
- [0265] 비교예 1
- [0266] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Al을 약 60℃에서 약 2분 동안 스퍼터링하여 300nm 두께로 도전 패턴을 형성하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 수행하였다.
- [0268] 비교예 2
- [0269] 비교예 1에서 약 60℃가 아닌 약 20℃에서 스퍼터링을 수행한 것을 제외하고는 비교예 1과 동일하게 수행하였다.
- [0271] 비교예 3
- [0272] PC(PolyCarbonate) 기판 상에 Al을 200nm 두께로 하여 도전 패턴을 형성하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 수행하였다.
- [0274] 1. 측정.
- [0275] 1) 그레인 사이즈 측정
- [0276] 실시예 1 내지 3, 실시예 5 내지 8, 비교예 1 및 2 각각의 도전 패턴의 단면을 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 촬영하여, 그레인 사이즈를 측정하였다. SEM 사진은 FEI사의 Helios 450을 사용하여 촬영하였다. 측정된 SEM 이미지들을 도 11a, 도 11b에 도시하였고, 그레인 사이즈를 하기 표 1에 나타내었다. 또한, 실시예 3 및 4, 비교예 1 및 2의 단면을 촬영하여 도 12에 나타내었다.

표 1

	그레인의 사이즈(nm)
실시예 1	29
실시예 2	58
실시예 3	32
실시예 5	38.6

실시예 6	97.7
실시예 7	69.9
실시예 8	88.1
비교예 1	196
비교예 3	119

[0280] 2) 그레인의 개수 측정

[0281] 실시예 1 및 2, 비교예 1 및 2 각각의 도전 패턴의 단면을 SEM으로 촬영하여, 단위 면적 1 제곱마이크로미터(μm^2) 내에 그레인의 개수를 측정하였다. 그레인의 개수를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0283]

	그레인의 개수(개)
실시예 1	1189
실시예 2	297
비교예 1	26
비교예 3	71

[0285] 3) 내측 벤딩 및 외측 벤딩에 따른 단선 여부 확인

[0286] 실시예 1 내지 8, 비교예 1 및 3 각각의 내측 벤딩에 따른 단선 여부, 외측 벤딩에 따른 단선 여부를 확인하였다. 비교예 1 및 3 각각의 내측 벤딩에 따른 단선 여부를 도 13에 나타내었다.

[0288] 4) 내측 벤딩 및 외측 벤딩에 따른 저항 변화율 측정

[0289] 실시예 1, 2 및 5, 비교예 1 및 3 각각의 내측 벤딩에 따른 저항 변화율, 외측 벤딩에 따른 저항 변화율을 측정하였다. 내측 벤딩에 따른 저항 변화율을 표 3에 나타내었고, 외측 벤딩에 따른 저항 변화율을 표 4에 나타내었다.

표 3

[0290]

내측 벤딩 횟수	저항 변화율(%)				
	실시예 1	실시예 2	실시예 5	비교예 1	비교예 3
0	0	0	0	0	0
50000	0	0	0	500	0
100000	0	0	0	500	9
150000	0	0	0	500	19
200000	0	0	0	500	24

표 4

[0292]

외측 벤딩 횟수	저항 변화율(%)				
	실시예 1	실시예 2	실시예 5	비교예 1	비교예 3
0	0	0	0	0	0
50000	0	0	0	303	0
100000	2	4	5	448	11
150000	3	6	5	506	27
200000	3	10	5	528	54

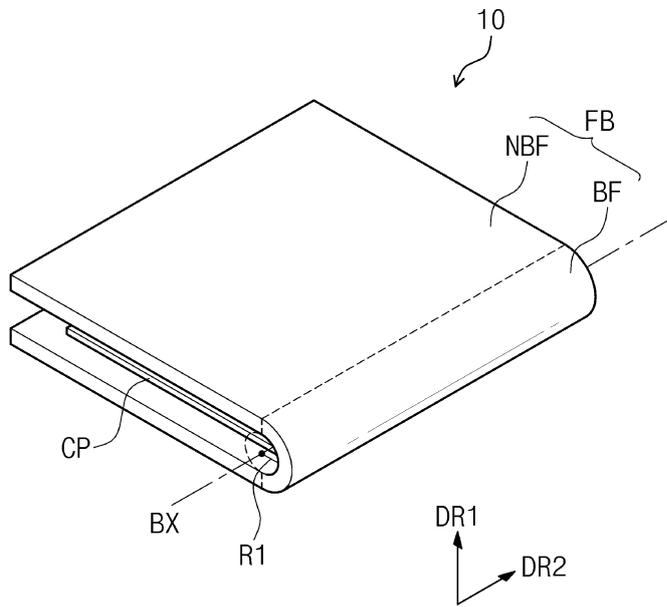
- [0294] 2. 측정 결과
- [0295] 1) 그레인 사이즈 측정
- [0296] 도 11a, 도 11b 및 도 12와 상기 표 1을 참조하면, 실시예 1 내지 8 각각의 그레인 사이즈가, 비교예 1 및 2의 그레인 사이즈보다 작은 것을 확인할 수 있었다.
- [0298] 2) 그레인의 개수 측정
- [0299] 상기 표 2에서 확인할 수 있듯이, 실시예 1 및 2의 그레인의 개수가 비교예 1 및 3의 그레인의 개수보다 많은 것을 확인할 수 있었다.
- [0301] 3) 내측 벤딩 및 외측 벤딩에 따른 단선 여부 확인
- [0302] 실시예 1 내지 8에서는 내측 벤딩, 외측 벤딩에 따른 단선이 일어나지 않았으나, 비교예 1 및 3에서는 도 13에서 확인할 수 있듯이, 내측 벤딩, 외측 벤딩에서 모두 단선이 발생하였다.
- [0304] 4) 내측 벤딩 및 외측 벤딩에 따른 저항 변화율 측정
- [0305] 상기 표 3 및 상기 표 4를 참조하면, 실시예 1, 2 및 5에서는 내측 벤딩에 따른 저항 변화율, 외측 벤딩에 따른 저항 변화율이 거의 일어나지 않았으나, 비교예 1 및 3에서는 내측 벤딩에 따른 저항 변화율, 외측 벤딩에 따른 저항 변화율이 큰 것을 확인할 수 있었다.
- [0307] 이상, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징으로 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

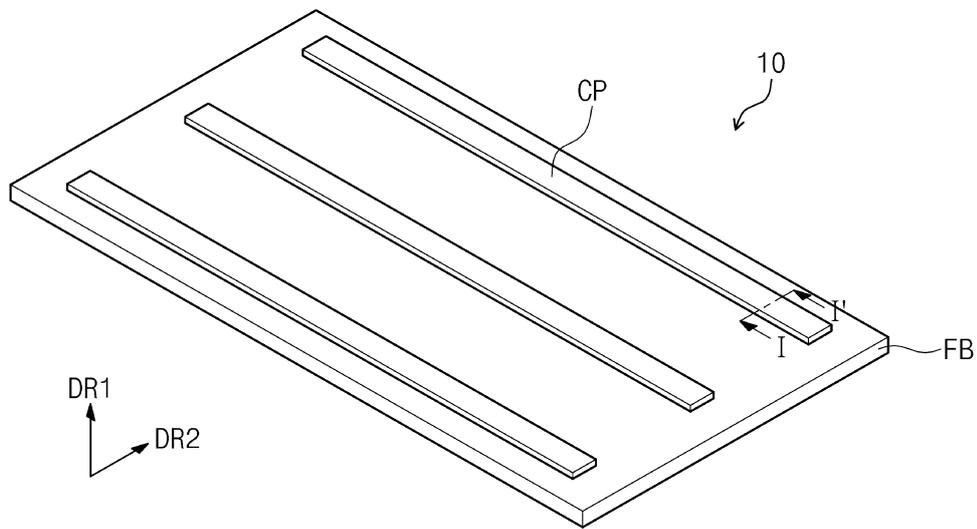
- [0309] 10: 플렉서블 표시 장치 FB: 플렉서블 기판
 CP: 도전 패턴 DP: 표시 패널
 TSP: 터치 스크린 패널

도면

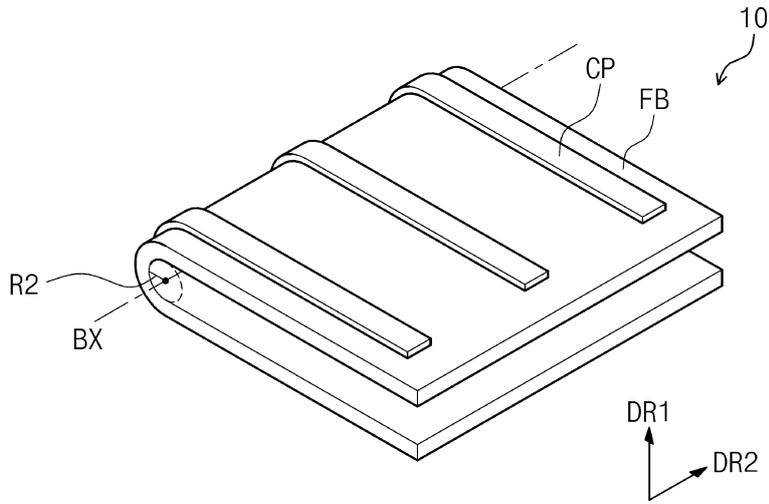
도면1a



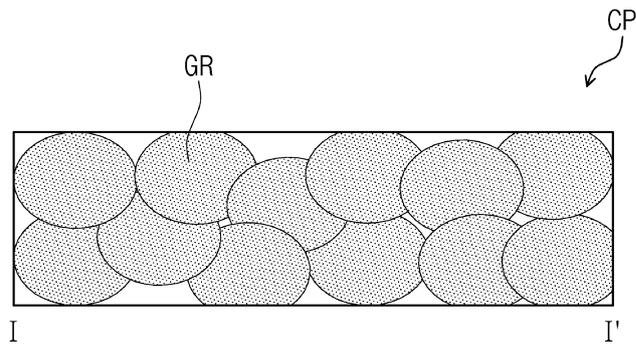
도면1b



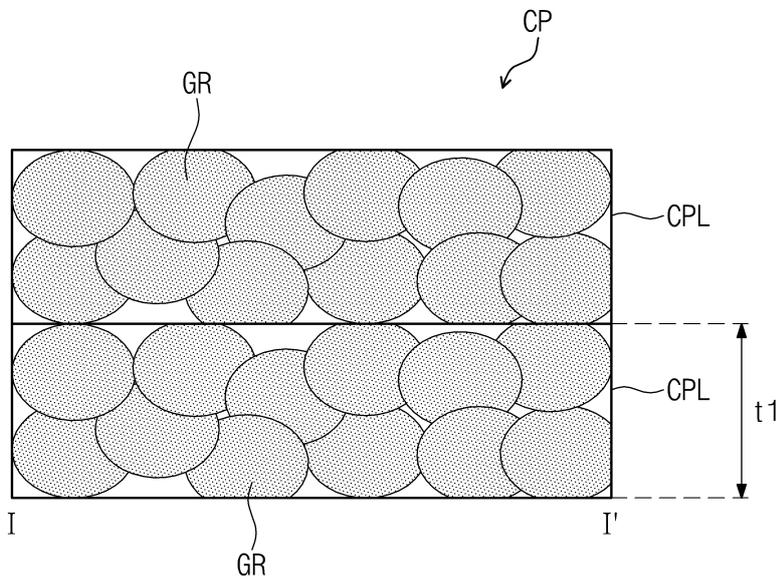
도면1c



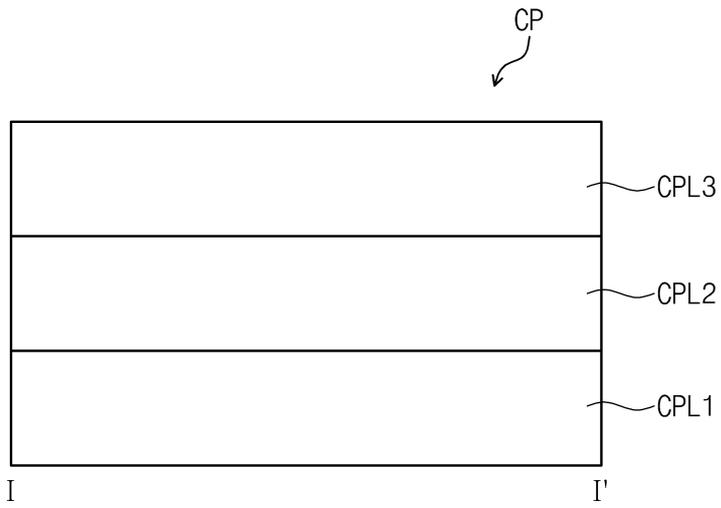
도면2a



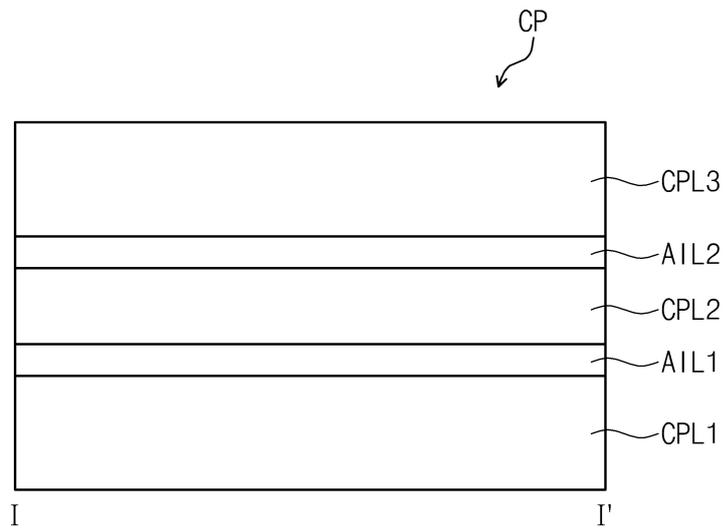
도면2b



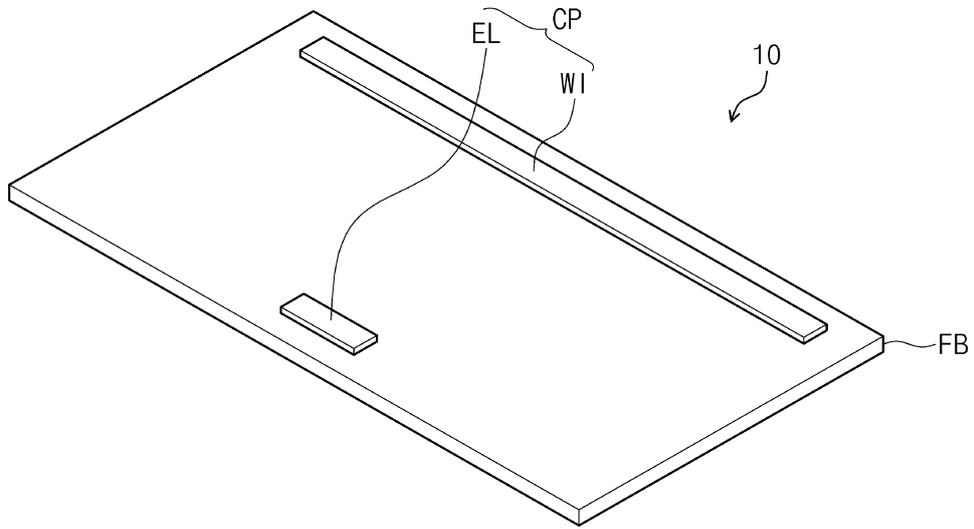
도면2c



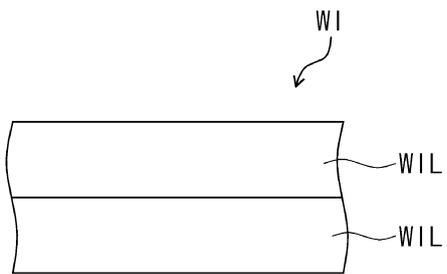
도면2d



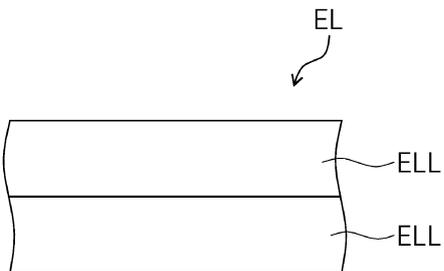
도면3a



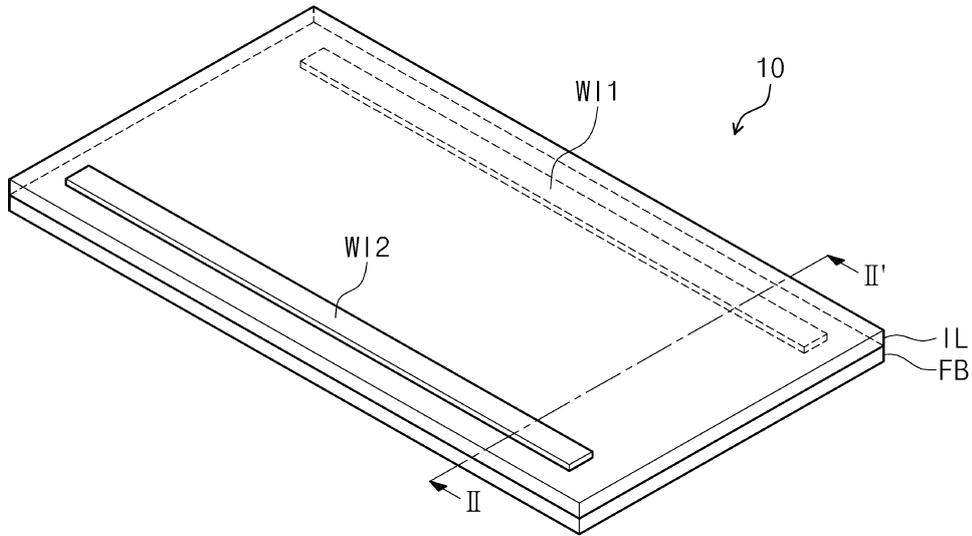
도면3b



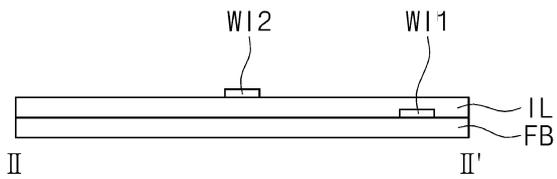
도면3c



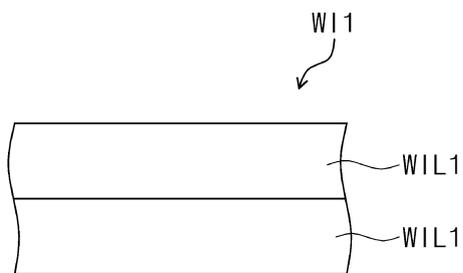
도면4a



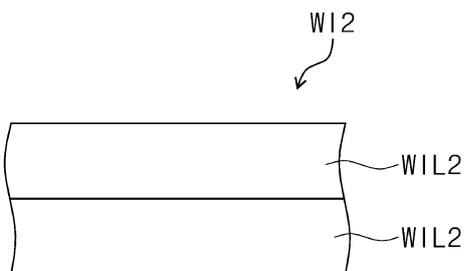
도면4b



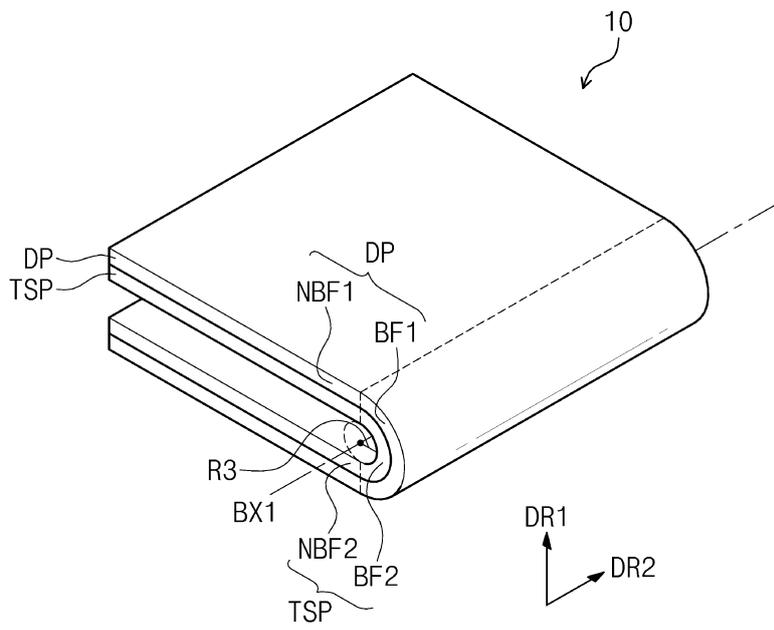
도면4c



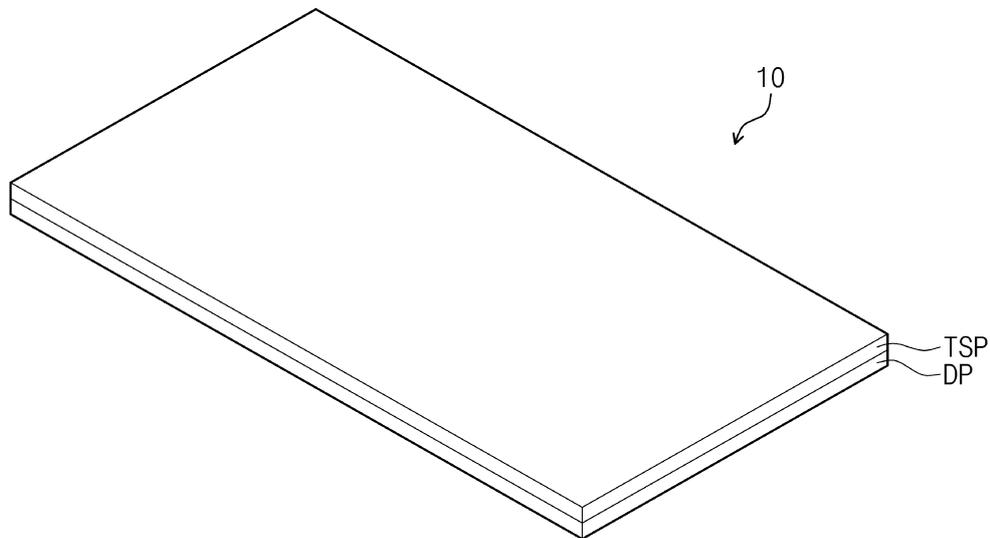
도면4d



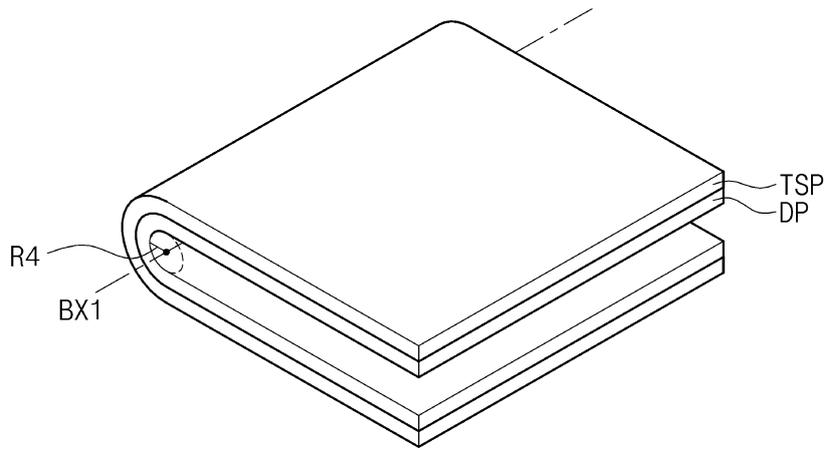
도면5a



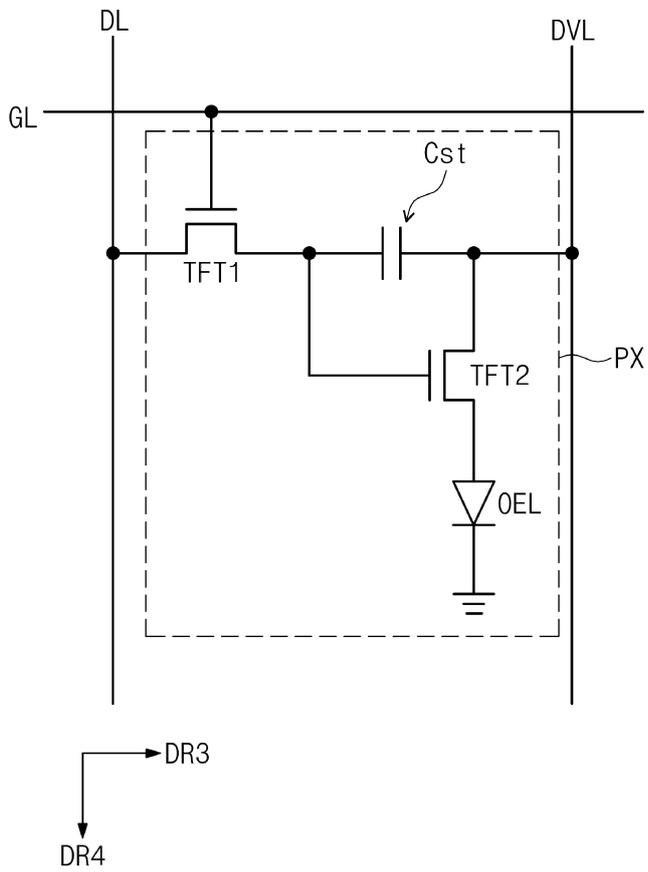
도면5b



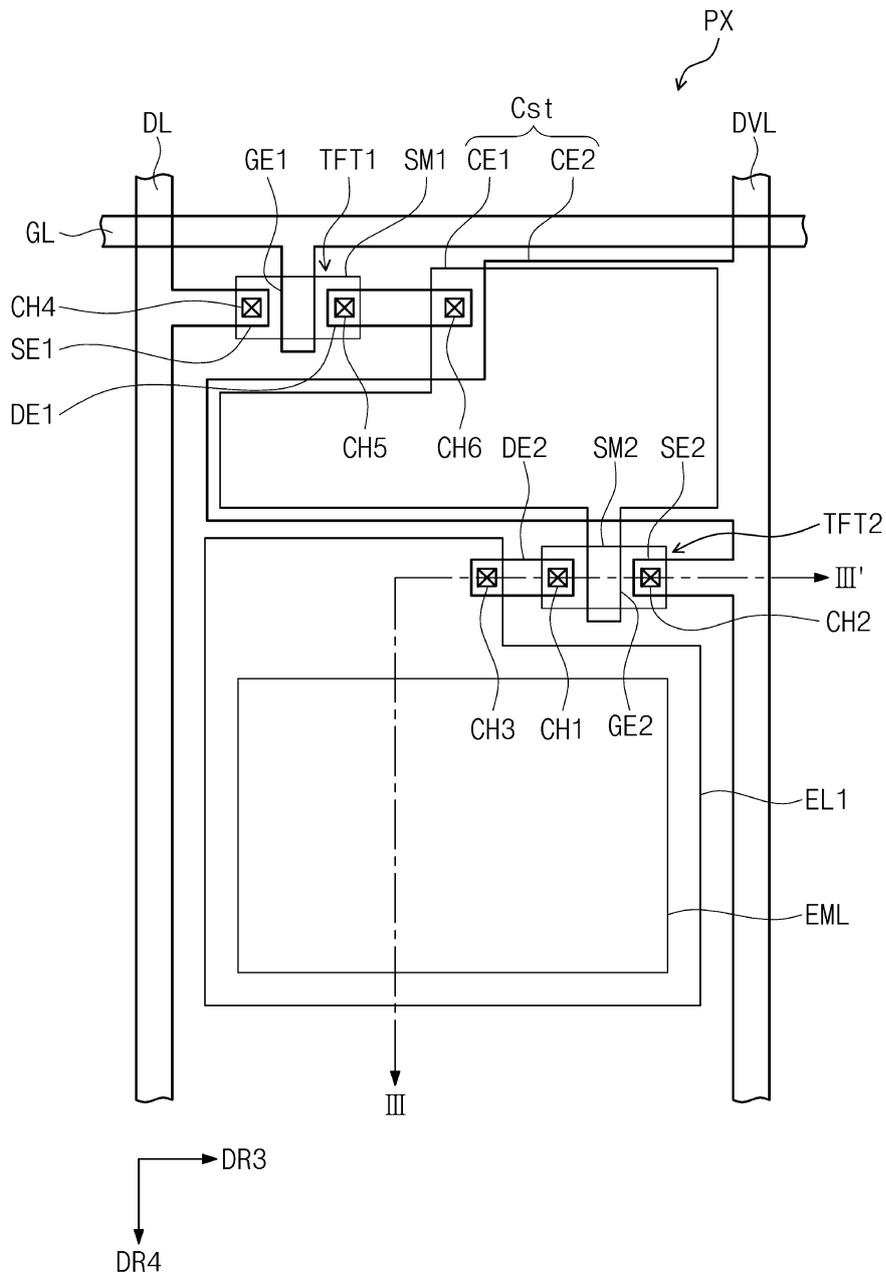
도면5c



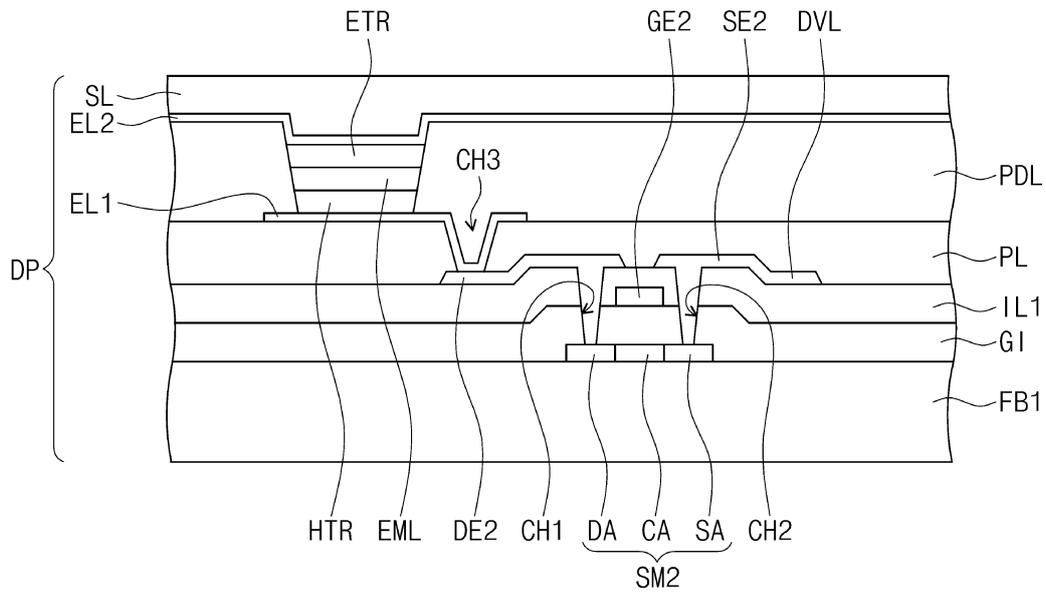
도면6a



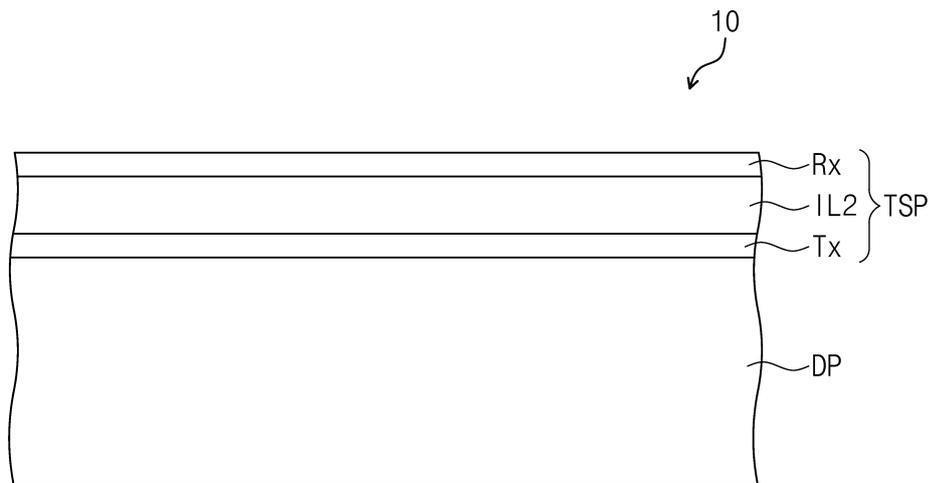
도면6b



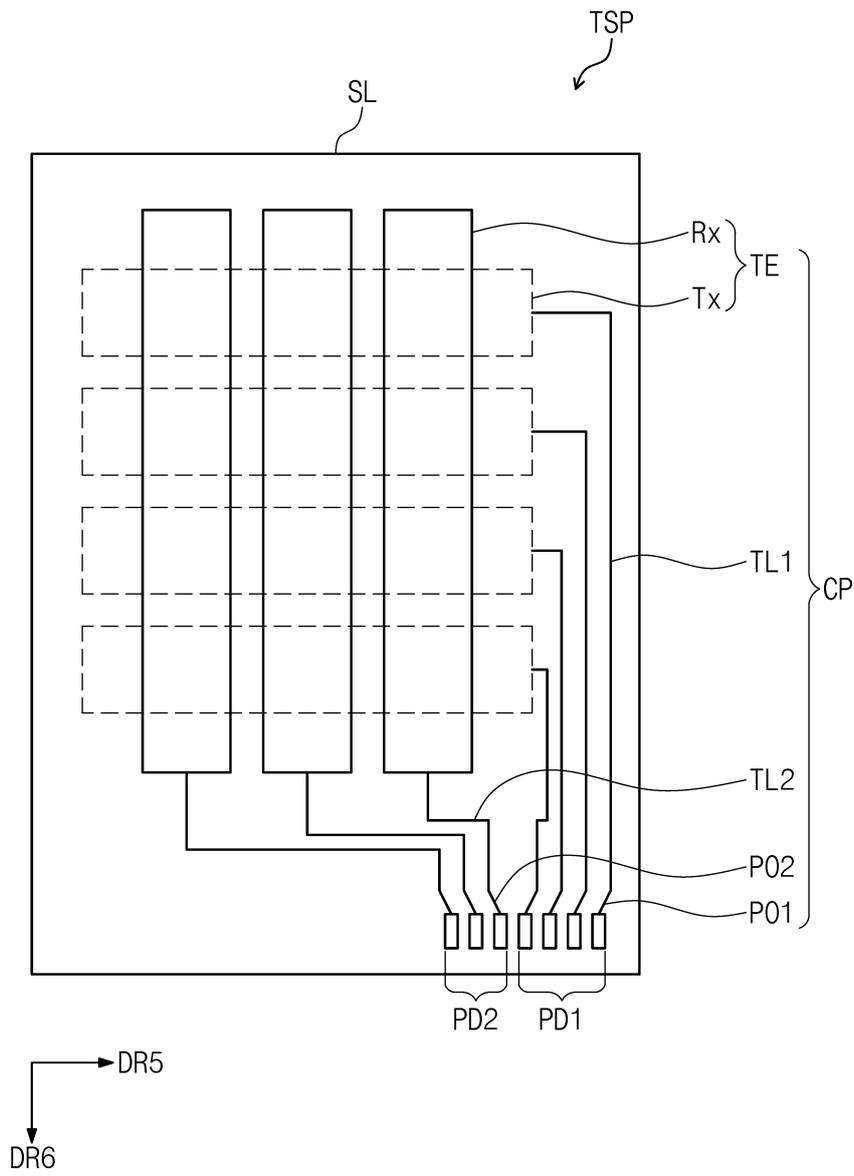
도면6c



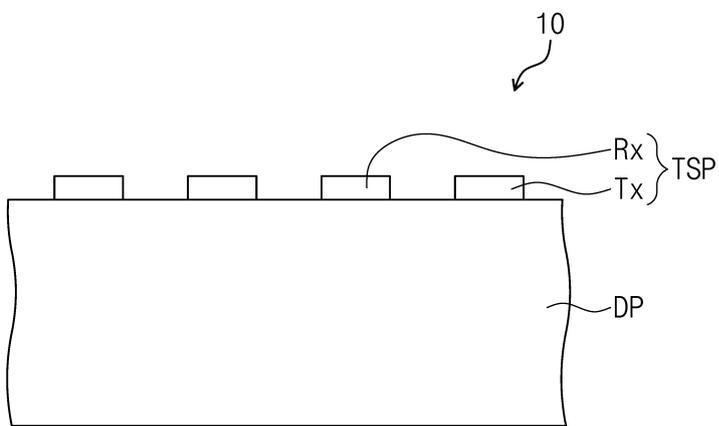
도면7a



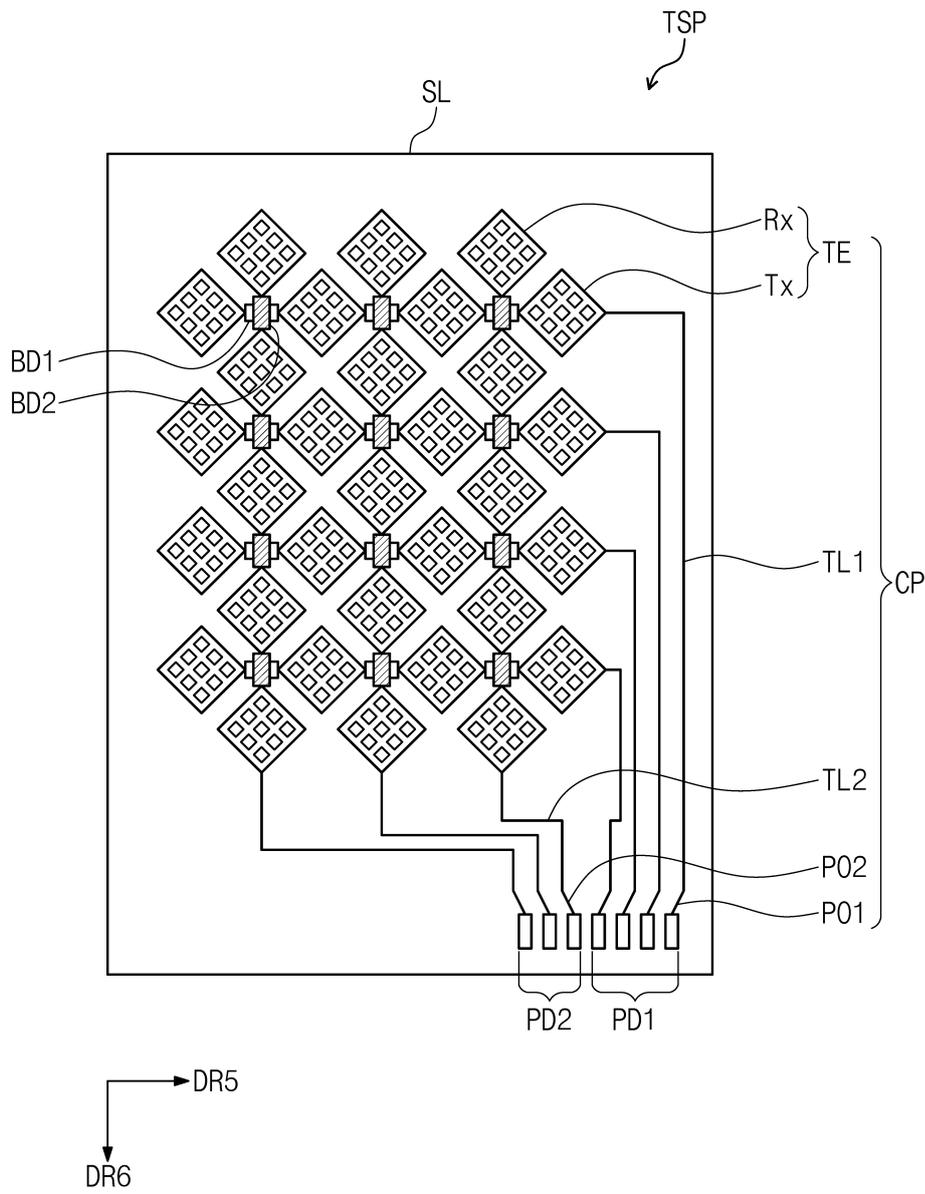
도면7b



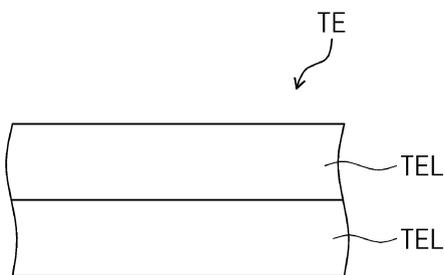
도면8a



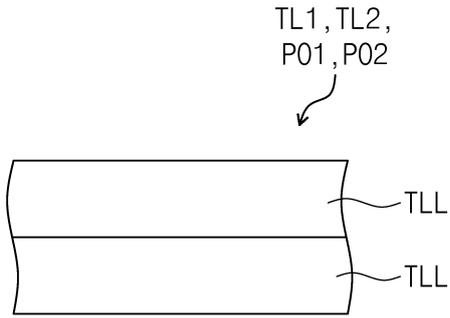
도면8b



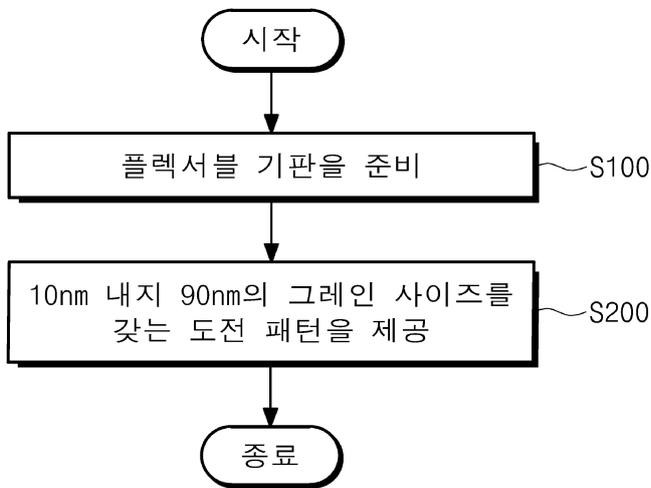
도면9a



도면9b



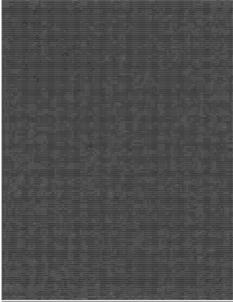
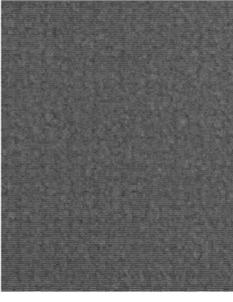
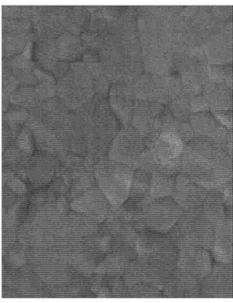
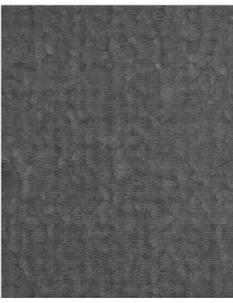
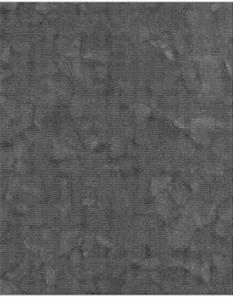
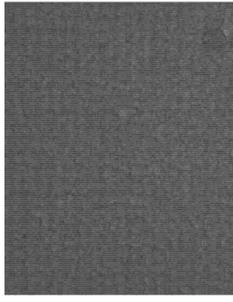
도면10



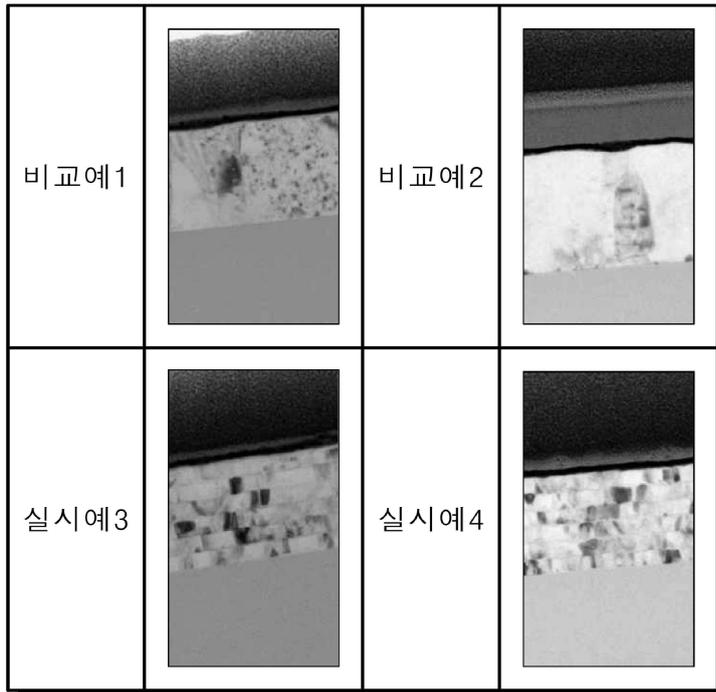
도면11a

비교예1		비교예2	
실시예3		실시예4	

도면11b

신시예5		신시예1	
비교예1		신시예2	
비교예3		신시예3	

도면12



도면13

