



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월12일
(11) 등록번호 10-2385327
(24) 등록일자 2022년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09F 9/30 (2006.01) G09F 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09F 9/301 (2013.01)
G09F 9/00 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2015-0048540
(22) 출원일자 2015년04월06일
심사청구일자 2020년04월01일
(65) 공개번호 10-2016-0119922
(43) 공개일자 2016년10월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030029054 A*
KR1020140046372 A*
KR1020150003308 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김기현
대구광역시 수성구 달구벌대로661길 7, 102동 905호 (사월동, 대구 시지 푸르지오)
김태웅
경기 용인시 수지구 죽전1동 현대홈타운4차4단지 아파트 554동603호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 12 항

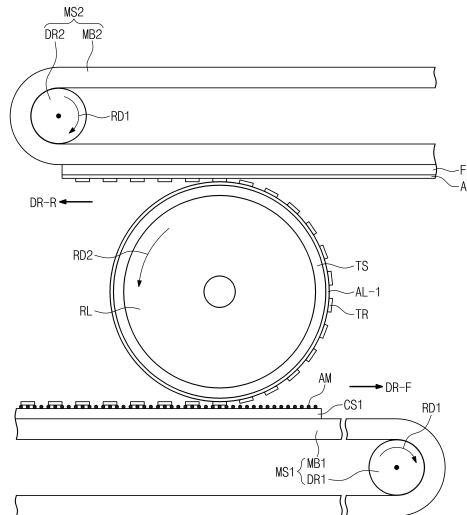
심사관 : 김우영

(54) 발명의 명칭 플렉서블 표시 장치 및 이의 제조 방법

(57) 요약

플렉서블 표시장치는, 플렉서블 기관, 상기 플렉서블 기관 위에 배치된 접착층, 및 상기 접착층 위에 배치된 다수의 화소들을 포함한다. 또한, 상기 다수의 화소들 각각은 발광 다이오드 및 박막 트랜지스터를 포함하고, 상기 발광 다이오드는 무기 발광층을 포함하고, 상기 박막 트랜지스터는 상기 발광 다이오드와 전기적으로 연결되어 상기 발광 다이오드의 구동을 스위칭한다.

대표도 - 도3e



(72) 발명자

안종현

경기도 수원시 팔달구 권광로 243, 208동 1602호
(인계동 래미안노블클래스)

이원호

서울특별시 서대문구 성산로 400, 503호 (창천동,
혜화빌)

최민우

경기도 수원시 장안구 경수대로 1102, 2동 305호
(파장동, 삼익아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1 캐리어 기판 위에 적어도 하나의 박막 트랜지스터를 형성하는 단계;

제2 캐리어 기판 위에 적어도 하나의 발광 다이오드를 형성하는 단계;

상기 박막 트랜지스터를 롤러를 사용하여 상기 제1 캐리어 기판으로부터 플렉서블 기판 측으로 전사하는 단계; 및

상기 발광 다이오드를 상기 롤러를 사용하여 상기 제2 캐리어 기판으로부터 상기 플렉서블 기판 측으로 전사하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 박막 트랜지스터를 상기 플렉서블 기판 측으로 전사하는 단계는,

상기 제1 캐리어 기판 위에 형성된 상기 박막 트랜지스터를 상기 롤러로 롤링하여 상기 박막 트랜지스터를 상기 롤러 측으로 전사하는 단계; 및

상기 플렉서블 기판을 상기 롤러로 롤링하여 상기 박막 트랜지스터를 상기 롤러로부터 상기 플렉서블 기판 측으로 전사하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 발광 다이오드를 상기 플렉서블 기판 위에 전사하는 단계는,

상기 제2 캐리어 기관 위에 형성된 상기 발광 다이오드를 상기 롤러로 롤링하여 상기 발광 다이오드를 상기 롤러 측으로 전사하는 단계; 및

상기 플렉서블 기관을 상기 롤러로 롤링하여 상기 발광 다이오드를 상기 롤러로부터 상기 플렉서블 기관 측으로 전사하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 상기 플렉서블 기관 측으로 상기 박막 트랜지스터 및 상기 발광 다이오드가 전사된 이후에, 상기 플렉서블 기관 위에 연결 전극을 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 연결 전극에 의해 상기 박막 트랜지스터의 드레인 전극이 상기 발광 다이오드의 제1 전극과 연결되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 플렉서블 기관 위에 상기 발광 다이오드의 제2 전극과 연결된 전원 라인을 형성하는 단계;

상기 플렉서블 기관 위에 상기 박막 트랜지스터의 게이트 전극과 연결된 게이트 라인을 형성하는 단계; 및

상기 플렉서블 기관 위에 상기 박막 트랜지스터의 소오스 전극과 연결된 데이터 라인을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 연결 전극, 상기 게이트 라인, 상기 데이터 라인 및 상기 전원 라인 중 적어도 하나는 잉크젯 방법으로 형성되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서, 상기 플렉서블 기관이 신장된 상태에서, 상기 게이트 라인, 상기 데이터 라인 및 상기 전원 라인이 형성되는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 16

제 9 항에 있어서, 상기 플렉서블 기관은 신축성(stretchability)을 갖는 기관인 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 17

제 9 항에 있어서, 상기 플렉서블 기관의 전면(全面) 위에 접착층을 형성하는 단계를 더 포함하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 접착층 위에서 상기 발광 다이오드 및 상기 박막 트랜지스터를 수평하게 형성하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 19

제 9 항에 있어서, 상기 발광 다이오드는 상기 제2 캐리어 기관 위에 무기 발광층을 적층하여 형성된 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

청구항 20

제 9 항에 있어서, 상기 제1 캐리어 기관 위에 상기 박막 트랜지스터를 형성하는 단계는,

상기 제1 캐리어 기관 위에 희생층을 형성하는 단계;

상기 희생층 위에 공정 기판을 형성하는 단계;

상기 공정 기판에 대해 공정을 수행하여 상기 희생층 위에 상기 박막 트랜지스터를 형성하는 단계; 및

상기 희생층을 제거하여 상기 박막 트랜지스터 및 상기 제1 캐리어 기판간의 접착력을 약화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉서블 표시장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플렉서블 표시장치 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 발광 다이오드를 포함하는 화소를 갖는 표시 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 평판형 표시장치에 이어서, 최근에 다양한 형상을 갖는 표시장치들이 개발되고 있다. 예를 들어, 벤딩된 표시 장치, 접히는 표시 장치, 말리는 표시 장치, 및 신축성을 갖는 표시 장치가 개발되고 있다. 이러한 표시 장치들은 미리 설정된 형태 또는 사용자의 요구에 따라 다양한 형태로 변형될 수 있어, 상기 표시 장치들은 보다 다양한 방식으로 사용자에게 화상의 정보를 제공할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 플렉서블 기판 위에 발광 다이오드 및 박막 트랜지스터로 화소를 구현하는 플렉서블 표시장치를 제공하는 데 있다.

[0004] 본 발명의 다른 목적은 상기 플렉서블 표시장치를 용이하게 제조할 수 있는 제조 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 본 발명의 일 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따른 플렉서블 표시장치는, 플렉서블 기판, 상기 플렉서블 기판 위에 배치된 접착층, 및 상기 접착층 위에 배치된 다수의 화소들을 포함한다. 또한, 상기 다수의 화소들 각각은 발광 다이오드 및 박막 트랜지스터를 포함하고, 상기 발광 다이오드는 무기 발광층을 포함하고, 상기 박막 트랜지스터는 상기 발광 다이오드와 전기적으로 연결되어 상기 발광 다이오드의 구동을 스위칭한다.

[0006] 상술한 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 플렉서블 표시장치의 제조 방법은 다음과 같다. 제1 캐리어 기판 위에 적어도 하나의 박막 트랜지스터를 형성하고, 제2 캐리어 기판 위에 적어도 하나의 발광 다이오드를 형성한다. 그 이후에, 상기 박막 트랜지스터를 상기 제1 캐리어 기판으로부터 플렉서블 기판 측으로 전사하고, 상기 발광 다이오드를 상기 제2 캐리어 기판으로부터 상기 플렉서블 기판 측으로 전사한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따르면, 발광 다이오드 및 박막 트랜지스터 각각에 대해 전사 공정을 적용하여 플렉서블 표시장치를 용이하게 제조할 수 있다. 이에 따라, 고온 공정이 적용되기 어려운 플렉서블 기판 위에 상기 발광 다이오드 및 상기 박막 트랜지스터를 포함하는 액티브 매트릭스형 화소를 용이하게 제조할 수 있고, 플렉서블 표시장치의 플렉서블한 특성을 용이하게 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 표시장치의 신축성을 설명하는 도면들이다.

도 2a는 도 1b에 도시된 플렉서블 표시장치가 갖는 화소의 평면도이다.

도 2b는 도 2a에 도시된 I-I'을 따라 절취된 면을 나타내는 단면도이다.

도 3a 내지 도 3g들은 도 2b에 도시된 박막 트랜지스터를 플렉서블 기판에 형성하는 방법을 나타내는 도면들이다.

도 4a는 플렉서블 기판 위에 전사된 박막 트랜지스터 및 발광 다이오드를 연결시키는 연결 전극과 라인들을 형성하는 방법을 나타내는 도면이다.

도 4b는 도 4a에 도시된 II-II'을 절취한 부분을 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 살펴보기로 한다. 상기한 본 발명의 목적, 특징 및 효과는 도면과 관련된 실시예들을 통해서 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 다만, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고, 다양한 형태로 응용되어 변형될 수도 있다. 오히려 후술될 본 발명의 실시예들은 본 발명에 의해 개시된 기술 사상을 보다 명확히 하고, 나아가 본 발명이 속하는 분야에서 평균적인 지식을 가진 당업자에게 본 발명의 기술 사상이 충분히 전달될 수 있도록 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명의 범위가 후술될 실시예들에 의해 한정되는 것으로 해석되어서는 안 될 것이다. 한편, 하기 실시예와 도면 상에 동일한 참조 번호들은 동일한 구성 요소를 나타낸다.
- [0010] 또한, 본 명세서에서 ‘제1’, ‘제2’ 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다. 또한, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 ‘위에’ 또는 ‘상에’ 있다고 할 때, 다른 부분 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0011] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 표시장치의 신축성을 설명하는 도면들이다.
- [0012] 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 플렉서블 표시장치(200)는 표시 영역(DA)을 통해 영상을 표시한다. 상기 플렉서블 표시장치(200)는 플렉서블한 특성을 갖고, 이 실시예에서는 상기 플렉서블 표시장치(200)는 신축성(stretchability)을 갖는 플렉서블 기판(도 2b의 FS)을 포함하여 신축성을 가질 수 있다.
- [0013] 상기 플렉서블 표시장치(200)가 신축성을 갖는 경우에, 상기 플렉서블 표시장치(200)는 적어도 하나의 방향으로 신장될 수 있고, 상기 플렉서블 표시장치(200)는 상기 신장된 방향의 역의 방향으로 수축될 수 있다.
- [0014] 예를 들면, 상기 플렉서블 표시장치(200)에 외력이 가해져 상기 플렉서블 표시장치(200)의 일 부분이 제1 방향(D1)으로 신장될 수 있다. 또한, 상기 플렉서블 표시장치(200)로부터 상기 외력이 제거되면, 상기 제1 방향(D1)으로 신장된 상기 플렉서블 표시장치(200)의 상기 부분은 상기 제1 방향(D1)의 역 방향인 제2 방향(D2)으로 수축될 수 있다.
- [0015] 마찬가지로, 상기 플렉서블 표시장치(200)에 외력이 가해져 상기 플렉서블 표시장치(200)의 다른 부분이 제3 방향(D3)으로 신장될 수 있다. 또한, 상기 플렉서블 표시장치(200)으로부터 상기 외력이 제거되면, 상기 제3 방향(D3)으로 신장된 상기 플렉서블 표시장치(200)의 상기 다른 부분은 상기 제3 방향(D3)의 역 방향인 제4 방향(D4)으로 수축될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 플렉서블 표시장치(200)는 복수의 방향으로 동시에 확장될 수 있다. 예를 들면, 상기 플렉서블 표시장치(200)는 상기 제1 내지 제4 방향들(D1, D2, D3, D4)로 동시에 확장될 수 있다. 따라서, 상기 플렉서블 표시장치(200)가 신장된 상태에서 상기 플렉서블 표시장치(200)는 확장된 표시 영역(DA')을 가질 수 있고, 그 결과 상기 플렉서블 표시장치(200)는 상기 확장된 표시 영역(DA')을 통해 사용자에게 보다 확장된 영상을 제공할 수 있다.
- [0017] 도 2a는 도 1b에 도시된 플렉서블 표시장치(200)가 갖는 화소의 평면도이고, 도 2b는 도 2a에 도시된 I-I'을 따라 절취된 면을 나타내는 단면도이다.
- [0018] 도 2a 및 도 2b를 설명함에 있어서, 상기 플렉서블 표시장치(200)는 다수의 화소들을 포함하나, 이 실시예에서는 상기 다수의 화소들의 구조는 서로 유사할 수 있다. 따라서, 도 2a에서는 상기 다수의 화소들 중 하나의 화소(PX)가 그 예로 도시되고, 나머지 화소들에 대한 도시 및 설명은 생략된다.
- [0019] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 플렉서블 표시장치(200)는 플렉서블 기판(FS), 접촉층(AL), 화소(PX), 연결전극(BE), 게이트 라인(GL), 데이터 라인(DL) 및 전원 라인(PL)을 포함한다.
- [0020] 상기 플렉서블 기판(FS)은 플렉서블한 특성을 가질 수 있다. 이 실시예에서는 상기 플렉서블 기판(FS)은 신축성

을 가질 수 있다. 상기 플렉서블 기판(FS)은 폴리다이메틸실록세인(polydimethylsiloxane, PDMS)과 같은 탄성중합체(elastomer)를 포함할 수 있다.

- [0021] 상기 접착층(AL)은 상기 플렉서블 기판(FS) 위에 배치된다. 보다 상세하게는, 상기 접착층(AL)은 상기 화소(PX) 및 상기 플렉서블 기판(FS) 사이에 배치되어 상기 화소(PX)를 상기 플렉서블 기판(FS)에 고정시킨다.
- [0022] 이 실시예에서는, 상기 접착층(AL)은 상기 플렉서블 기판(FS)의 전면(全面) 위에 배치될 수 있다.
- [0023] 이 실시예에서는, 상기 접착층(AL)은 수지를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 접착층(AL)은 폴리에스테르계 수지, 에폭시계 수지, 우레탄계 수지, 아크릴계 수지, 폴리에테르계 수지 및 폴리아크릴계 수지 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 이 실시예에서는 상기 접착층(AL)은 상기 수지 외에 광중합 개시제를 더 포함하여 광경화 특성을 가질 수 있다.
- [0024] 상기 화소(PX)는 발광 다이오드(LD) 및 박막 트랜지스터(TR)를 포함한다.
- [0025] 이 실시예에서는, 상기 접착층(AL) 위에 상기 발광 다이오드(LD) 및 상기 박막 트랜지스터(TR)가 수평하게 배열될 수 있다. 따라서, 상기 발광 다이오드(LD) 및 상기 박막 트랜지스터(TR) 각각은 상기 접착층(AL)과 직접적으로 접촉되고, 상기 접착층(AL)에 의해 상기 발광 다이오드(LD) 및 상기 박막 트랜지스터(TR)가 상기 플렉서블 기판(FS)에 고정될 수 있다.
- [0026] 상기 발광 다이오드(LD)는 상기 박막 트랜지스터(TR)와 전기적으로 연결되고, 상기 발광 다이오드(LD)가 발광하는 동작은 상기 박막 트랜지스터(TR)의 스위칭 동작에 의해 제어될 수 있다. 이 실시예에서는, 상기 발광 다이오드(LD)를 포함하는 다수의 발광 다이오드들은 상기 박막 트랜지스터(TR)를 포함하는 다수의 박막 트랜지스터들과 일대일 대응하여 전기적으로 연결된다. 따라서, 상기 다수의 발광 다이오드들 및 상기 다수의 박막 트랜지스터들을 포함하는 화소들은 액티브 매트릭스(active matrix) 방식으로 구동될 수 있다.
- [0027] 이 실시예에서는 상기 발광 다이오드(LD)는 제1 전극(E1), 제2 전극(E2)과 상기 제1 및 제2 전극들(E1, E2) 사이에 위치한 무기 발광층(EL)을 포함한다. 상기 제1 전극(E1)은 상기 전원 라인(PL)과 전기적으로 연결되고, 상기 제2 전극(E2)은 연결 전극(BE)을 통해 상기 박막 트랜지스터(TR)의 드레인 전극(DE)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0028] 이 실시예에서는, 상기 무기 발광층(EL)은 II족-VI족 화합물 반도체, III족-V족 화합물 반도체 및 IV족-VI족 화합물 반도체 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 II족-VI족 화합물 반도체의 재료의 예로는 CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe 및 ZnTe 등이 있고, 상기 III족-V족 화합물 반도체의 재료의 예로는 GaN, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs 및 InSb 등이 있고, 상기 IV족-VI족 화합물 반도체의 물질의 예로는 PbS, PbSe 및 PbTe 등이 있다.
- [0029] 다른 실시예에서는, 상기 발광 다이오드(LD)는 정공 수송층 및 전자 수송층을 더 포함할 수 있다. 상기 전자 수송층은 상기 제1 전극(E1) 및 상기 무기 발광층(EL) 사이에 배치되어 상기 제1 전극(E1)을 통해 주입되는 전자를 수송할 수 있고, 상기 정공 수송층은 상기 제2 전극(E2) 및 상기 무기 발광층(EL) 사이에 배치되어 상기 제2 전극(E2)을 통해 주입되는 정공을 수송할 수 있다.
- [0030] 상기 박막 트랜지스터(TR)는 버퍼층(BL), 반도체층(AP), 게이트 전극(GE), 소오스 전극(SE) 및 드레인 전극(DE)을 포함한다. 상기 박막 트랜지스터(TR)의 배면은 상기 접착층(AL)에 접촉되어, 상기 박막 트랜지스터(TR)는 상기 접착층(AL)에 의해 상기 플렉서블 기판(FS)에 고정될 수 있다.
- [0031] 이 실시예에서는 상기 박막 트랜지스터(TR)는 탑-게이트형(top-gate type)일 수 있고, 이 실시예에 따른 상기 박막 트랜지스터(TR)의 구조를 설명하면 다음과 같다.
- [0032] 상기 버퍼층(BL)은 상기 접착층(AL) 위에 배치되고, 상기 버퍼층(BL)은 실리콘 옥사이드와 같은 절연물을 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 반도체층(AP)은 상기 접착층(AL) 위에 배치된다. 상기 반도체층(AP)은 소오스 영역(SA), 채널 영역(CA) 및 드레인 영역(DA)을 포함한다. 상기 채널 영역(CA)은 상기 소오스 영역(SA) 및 상기 드레인 영역(DA) 사이에 위치한다. 상기 소오스 영역(SA) 및 상기 드레인 영역(DA) 각각에 도핑된 도펀트의 농도는 상기 채널 영역(CA)에 도핑된 도펀트의 농도보다 크다.
- [0034] 이 실시예에서는, 상기 반도체층(AP)은 단결정 실리콘을 포함할 수 있다. 하지만, 본 발명이 상기 반도체층(AP)이 갖는 반도체 물질에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 다른 실시예에서는 상기 반도체층(AP)은 다결정 실리콘 또는 비정질 실리콘을 포함할 수 있고, 또 다른 실시예에서는 상기 반도체층(AP)은 산화물 반도체 또는

화합물 반도체를 포함할 수도 있다.

- [0035] 상기 반도체층(AP) 위에 제1 절연층(L1)이 배치된다. 상기 게이트 전극(GE)은 상기 제1 절연층(L1) 위에 배치되어 상기 반도체층(AP)과 중첩된다. 상기 제1 절연층들(L1)에는 상기 소오스 영역(SA) 및 상기 드레인 영역(DA) 각각과 대응하는 개구부가 정의된다.
- [0036] 상기 소오스 전극(SE)은 상기 제1 절연층(L1) 위에 배치되어 상기 소오스 영역(SA)과 접촉되고, 상기 드레인 전극(DE)은 상기 제1 절연층(L1) 위에 배치되어 상기 드레인 전극(DA)과 접촉된다.
- [0037] 이 실시예에서는 상기 플렉서블 표시장치(200)는 연결 전극(BE)을 더 포함할 수 있다. 상기 연결 전극(BE)은 상기 발광 다이오드(LED)의 상기 제2 전극(E2)을 상기 드레인 전극(DE)에 전기적으로 연결시킨다.
- [0038] 이 실시예에서는 상기 연결 전극(BE)은 상기 드레인 전극(DE)의 일 부분 및 상기 제2 전극(E2)의 일 부분을 커버하여 상기 드레인 전극(DE) 및 상기 제2 전극(E2)과 접촉되고, 상술한 상기 연결 전극(BE)의 구조는 상기 연결 전극(BE)의 형성 방법과 관련된다. 보다 상세하게는, 이 실시예에서는 상기 플렉서블 기판(FS) 위에 상기 제2 전극(E2) 및 상기 드레인 전극(DE)이 형성된 이후에, 상기 제2 전극(E2) 및 상기 드레인 전극(DE) 위에 상기 연결 전극(BE)이 잉크젯 방법으로 형성될 수 있다. 그 결과, 상기 연결 전극(BE)은 상기 드레인 전극(DE)의 상기 일 부분 및 상기 제2 전극(E2)의 상기 일 부분을 커버하고, 상기 연결 전극(BE)은 상기 드레인 전극(DE) 및 상기 제2 전극(E2)와 접촉될 수 있다.
- [0039] 상기 게이트 라인(GL)은 일 방향으로 연장되어 상기 게이트 전극(GE)과 전기적으로 연결되고, 상기 게이트 라인(GL)은 게이트 신호를 전송한다. 또한, 상기 데이터 라인(DL)은 상기 게이트 라인(GL)과 교차하는 방향으로 연장되어 상기 소오스 전극(SE)과 전기적으로 연결되고, 상기 데이터 라인(DL)은 데이터 신호를 전송한다.
- [0040] 상기 전원 라인(PL)은 상기 게이트 라인(GL)과 교차하는 방향으로 연장되어 상기 발광 다이오드(LED)의 상기 제1 전극(E1)과 전기적으로 연결된다. 이 실시예에서는, 상기 전원 라인(PL)은 상기 데이터 라인(DL)과 동일한 공정에서 형성되어 상기 데이터 라인(DL)과 동일한 물질을 포함할 수 있고, 상기 전원 라인(PL)은 상기 데이터 라인(DL)과 평행할 수 있다.
- [0041] 이 실시예에서는 상기 게이트 라인(GL), 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL)은 상기 플렉서블 기판(FS)이 갖는 상기 신축성에 대응하는 형상을 가질 수 있다. 보다 상세하게는, 도 2a에서는 상기 플렉서블 표시장치(200)가 신장된 상태가 도시된 것으로, 이 경우에는 상기 게이트 라인(GL), 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL) 각각은 직선의 형상을 가질 수 있다. 하지만, 상기 플렉서블 표시장치(200)가 수축된 상태에서는, 상기 게이트 라인(GL), 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL) 각각은 평면상에서 웨이브(wave)의 형상을 가질 수 있다.
- [0042] 제2 절연막(L2)은 상기 플렉서블 기판(FS) 위에 제공되어 상기 발광 다이오드(LED) 및 상기 박막 트랜지스터(TR)를 커버한다. 이 실시예에서는, 상기 제2 절연막(L2)은 폴리이미드와 같은 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0043] 도 3a 내지 도 3g들은 도 2b에 도시된 박막 트랜지스터를 플렉서블 기판에 형성하는 방법을 나타내는 도면들이다. 도 3a 내지 도 3g들을 설명함에 있어서, 앞서 설명된 구성 요소들에 대해서는 도면 부호를 병기하고, 상기 구성 요소들에 대한 중복된 설명은 생략된다.
- [0044] 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 제1 캐리어 기판(CS1) 위에 희생층(SL)을 형성하고, 상기 희생층(SL)을 사이에 두고 예비 기판(S0)을 상기 제1 캐리어 기판(CS1)과 결합시킨다.
- [0045] 이 실시예에서는 상기 제1 캐리어 기판(CS1)은 실리콘 웨이퍼 또는 유리 기판일 수 있고, 상기 예비 기판(S0)은 SOI(silicon on insulator) 웨이퍼일 수 있다. 또한, 상기 희생층(SL)은 SiGe와 같은 반도체 물질을 포함할 수 있다.
- [0046] 그 이후에, 상기 예비 기판(S0)에 대해 식각 공정을 수행하여 공정 기판(S1)이 형성된다. 상기 공정 기판(S1)은 상기 예비 기판(S0)이 두께가 감소되어 구현된 기판이다.
- [0047] 도 3c를 참조하면, 공정 기판(도 3b의 S1)에 대해 다수의 공정들을 수행하여 상기 희생층(SL) 위에 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 제조된다. 이 실시예에서는 상기 다수의 공정들은 상기 공정 기판 위에 형성된 실리콘층에 도펀트를 주입하여 반도체층(도 2b의 AP)의 소오스 영역(도 2b의 SA) 및 드레인 영역(도 2b의 DA)을 정의하는 공정, 상기 공정 기판을 열처리하여 제1 절연층(도 2b의 L1)을 형성하는 공정, 상기 제1 절연층을 패터닝하는 공정, 게이트 전극(도 2b의 GE)을 형성하는 공정, 소오스 전극(도 2b의 SE)을 형성하는 공정, 및 드레인 전극

(도 2b의 DE)을 형성하는 공정, 및 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR) 각각에 대응되도록 상기 공정 기관(S1)을 스크라이빙(scribing)하는 공정을 포함할 수 있다.

[0048] 도 3d를 참조하면, 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 제조된 이후에, 식각 물질을 희생층(도 3c의 SL)에 제공하여 상기 희생층을 제거한다. 그 결과, 상기 희생층이 제거된 이후에, 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR) 각각과 제1 캐리어 기관(CS1) 사이에 상기 희생층의 부산물인 접착성 물질(AM)이 개재될 수 있다.

[0049] 상기 희생층에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR) 각각 및 상기 제1 캐리어 기관(CS1)이 제1 결합력으로 결합되고, 상기 접착성 물질(AM)에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR) 각각 및 상기 제1 캐리어 기관(CS1)이 제2 결합력으로 결합될 때, 상기 제2 결합력은 상기 제1 결합력보다 약하다. 즉, 상기 희생층이 상기 접착성 물질(AM)로 치환됨에 따라 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR) 각각 및 상기 제1 캐리어 기관(CS1) 간의 결합력은 현저하게 약해질 수 있다.

[0050] 도 3e를 참조하면, 제1 이송 시스템(MS1) 및 제2 이송 시스템(MS2) 사이에 압착 롤러(RL)를 배치한다. 이 실시예에서는, 상기 제1 이송 시스템(MS1)은 제1 구동 롤러(DR1) 및 상기 제1 구동 롤러(DR1)와 결합된 제1 이송 벨트(MB1)를 포함하고, 상기 제2 이송 시스템(MS2)은 제2 구동 롤러(DR2) 및 상기 제2 구동 롤러(DR2)와 결합된 제2 이송 벨트(MB2)를 포함한다.

[0051] 그 이후에, 전사 기관(TS)의 표면에 접착부재(AL-1)를 형성하고, 상기 압착 롤러(RL)의 표면에 상기 전사 기관(TS)을 부착한다. 이 실시예에서는, 상기 접착부재(AL-1)는 에폭시계 수지 및 우레탄계 수지와 같은 접착성 수지이거나, 필름 형태로 제공되는 접착성 필름일 수 있다.

[0052] 그 이후에, 상기 제1 이송 벨트(MB1) 위에 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 형성된 제1 캐리어 기관(CS1)을 배치하고, 상기 제2 이송 벨트(MB2) 위에 접착층(AL)이 형성된 플렉서블 기관(FS)을 배치한다.

[0053] 그 이후에, 상기 압착 롤러(RL), 상기 제1 및 제2 이송 시스템들(MS1, MS2)을 구동한다. 보다 상세하게는, 상기 제1 구동 롤러(DR1)를 제1 회전 방향(RD1)으로 회전시켜 상기 제1 이송 벨트(MB1)를 구동시키고, 상기 압착 롤러(RL)는 상기 제1 회전 방향(RD1)의 역 방향인 제2 회전 방향(RD2)으로 회전한다. 또한, 상기 제2 구동 롤러(RD2)를 상기 제1 회전 방향(RD1)으로 회전시켜 상기 제2 이송 벨트(MB2)를 구동시킨다.

[0054] 그 결과, 상기 제1 이송 벨트(MB1) 위에 놓인 상기 제1 캐리어 기관(CS1)이 전방향(DR-F)으로 진행하고, 상기 제2 이송 벨트(MB2) 위에 놓인 상기 플렉서블 기관(FS)은 상기 후방향(DR-R)으로 진행한다. 또한, 상기 제1 및 제2 이송 벨트들(MB1, MB2)이 구동되는 동안에, 상기 압착 롤러(RL)는 상기 제1 캐리어 기관(CS1) 위에 배치된 다수의 박막 트랜지스터들(TR)을 롤링한다. 따라서, 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)은 상기 압착 롤러(RL)에 의해 상기 제1 캐리어 기관(CS1)으로부터 상기 전사 기관(TS) 측으로 전사된다.

[0055] 이 실시예에서는, 상기 접착부재(AL-1)에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 상기 전사 기관(TS)에 접촉되는 제1 접착력은 접착 물질(AM-1)에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 상기 제1 캐리어 기관(CS1)에 접촉되는 제2 접착력보다 크다. 따라서, 상기 압착 롤러(RL)가 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)을 롤링할 때, 상기 접착부재(AL-1)에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)은 상기 전사 기관(TS) 측으로 용이하게 전사될 수 있다.

[0056] 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 상기 전사 기관(TS) 측에 전사된 이후에, 상기 압착 롤러(RL)는 상기 접착층(AL)이 형성된 상기 플렉서블 기관(FS)을 롤링한다. 그 결과, 상기 전사 기관(TS) 측으로 전사된 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)은 상기 플렉서블 기관(FS) 측으로 전사된다.

[0057] 이 실시예에서는 상기 접착층(AL)에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 상기 플렉서블 기관(FS)에 접촉되는 제3 접착력은 상기 제1 접착력보다 크다. 따라서, 상기 압착 롤러(RL)에 의해 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 상기 접착층(AL)에 압착될 때, 상기 다수의 박막 트랜지스터들(TR)은 상기 플렉서블 기관(FS) 측으로 용이하게 전사될 수 있다.

[0058] 도 3f를 참조하면, 제2 캐리어 기관(CS2) 위에 다수의 발광 다이오드들(LED)을 제조한다.

[0059] 이 실시예에서는, 앞서 도 3a 내지 도 3d들을 참조하여 설명된 바와 유사하게, 상기 제2 캐리어 기관(CS2) 위에 희생층을 형성하고, 상기 희생층을 사이에 두고 상기 제2 캐리어 기관(CS2) 및 공정 기관(미도시)을 서로 결합시키고, 상기 공정 기관 위에 무기 발광층을 증착하는 단위 공정을 포함하는 다수의 공정들을 수행하여 상기 제2 캐리어 기관(CS2) 위에 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)을 제조할 수 있다. 또한, 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)을 제조한 이후에, 상기 희생층을 식각하여 상기 다수의 발광 다이오드들(LED) 및 상기 제2 캐리어

기판(CS2) 사이에 접착 물질(AM-1)이 개재될 수 있다.

- [0060] 도 3g를 참조하면, 제1 이송 벨트(MB1) 위에 다수의 발광 다이오드들(LED)이 형성된 제2 캐리어 기판(CS2)을 배치하고, 상기 제2 이송 벨트(MB2) 위에 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 전사된 플렉서블 기판(FS)을 배치한다.
- [0061] 그 이후에, 앞서 도 3e를 참조하여 설명된 바와 동일하게, 상기 압착 롤러(RL), 상기 제1 및 제2 이송 시스템들(MS1, MS2)을 구동한다. 그 결과, 상기 제1 이송 벨트(MB1) 위에 놓인 상기 제2 캐리어 기판(CS2)이 전방향(DR-F)으로 진행하고, 상기 제2 이송 벨트(MB2) 위에 놓인 상기 플렉서블 기판(FS)이 후 방향(DR-R)으로 진행한다.
- [0062] 또한, 상기 제1 및 제2 이송 벨트들(MB1, MB2)이 구동되는 동안에, 상기 압착 롤러(RL)는 상기 제2 캐리어 기판(CS2) 위에 배치된 다수의 발광 다이오드들(LED)을 롤링한다. 따라서, 상기 압착 롤러(RL)에 의해 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)은 상기 제2 캐리어 기판(CS2)으로부터 전사 기판(TS) 측으로 전사된다.
- [0063] 이 실시예에서는, 상기 접착부재(AL-1)에 의해 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)이 상기 전사 기판(TS)에 접착되는 제4 접착력은 접착 물질(AM-1)에 의해 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)이 상기 제2 캐리어 기판(CS2)에 접착되는 제5 접착력보다 크다. 따라서, 상기 압착 롤러(RL)가 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)을 롤링할 때, 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)은 상기 전사 기판(TS) 측으로 용이하게 전사될 수 있다.
- [0064] 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)이 상기 전사 기판(TS) 측으로 전사된 이후에, 상기 압착 롤러(RL)는 상기 접착층(AL) 및 다수의 박막 트랜지스터들(TR)이 형성된 상기 플렉서블 기판(FS)을 롤링한다. 그 결과, 상기 전사 기판(TS) 측으로 전사된 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)은 상기 플렉서블 기판(FS) 측으로 전사된다.
- [0065] 이 실시예에서는 상기 접착층(AL)에 의해 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)이 상기 플렉서블 기판(FS)에 접착되는 제6 접착력은 상기 제4 접착력보다 크다. 따라서, 상기 압착 롤러(RL)에 의해 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)이 상기 접착층(AL)에 압착될 때, 상기 다수의 발광 다이오드들(LED)은 상기 플렉서블 기판(FS) 측으로 용이하게 전사될 수 있다.
- [0066] 도 4a는 플렉서블 기판 위에 전사된 박막 트랜지스터 및 발광 다이오드를 연결시키는 연결 전극과 라인들을 형성하는 방법을 나타내는 도면이고, 도 4b는 도 4a에 도시된 II-II'을 절취한 부분을 나타내는 단면도이다.
- [0067] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 발광 다이오드(LED) 및 박막 트랜지스터(TR)가 전사된 플렉서블 기판(FS) 위에 게이트 라인(GL)을 형성한다. 상기 게이트 라인(GL)은 게이트 전극(GE)과 접촉되어 상기 게이트 라인(GL)은 상기 게이트 전극(GE)과 접촉될 수 있다.
- [0068] 이 실시예에서는 상기 게이트 라인(GL)은 잉크젯 방법으로 형성될 수 있다. 보다 상세하게는, 토출 장치의 헤드(HD)를 통해 도전성 잉크(CM)를 상기 플렉서블 기판(FS) 측으로 제공하하고, 상기 도전성 잉크(CM)를 경화시켜 상기 게이트 라인(GL)이 형성될 수 있다.
- [0069] 이 실시예에서는, 상기 플렉서블 기판(FS)이 제1 내지 제4 방향들(D1, D2, D3, D4)로 신장된 상태에서, 상기 게이트 라인(GL)이 형성될 수 있다. 따라서, 도 4a에 도시된 바와 같이, 상기 플렉서블 기판(FS)이 신장된 상태에서는 상기 게이트 라인(GL)이 직선의 형상을 가지나, 상기 플렉서블 기판(FS)이 상기 제1 내지 제4 방향들(D1, D2, D3, D4) 각각의 역 방향으로 수축된 상태에서 상기 게이트 라인(GL)은 웨이브(wave)의 형상을 가질 수 있다.
- [0070] 그 이후에, 상기 게이트 라인(GL) 및 상기 게이트 전극(GE) 위에 절연층(미도시)을 형성하고, 상기 플렉서블 기판(FS) 위에 데이터 라인(DL) 및 전원 라인(PL)을 형성한다. 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL) 각각은 상기 게이트 라인(GL)과 교차하나, 상기 절연층에 의해 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL) 각각은 상기 게이트 라인(GL)과 절연될 수 있다.
- [0071] 이 실시예에서는, 상기 게이트 라인(GL)의 형성 방법과 동일하게, 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL)은 잉크젯 방법으로 형성될 수 있다. 상기 데이터 라인(DL)은 소오스 전극(SE)과 접촉되고, 상기 전원 라인(PL)은 상기 제1 전극(E1)과 접촉될 수 있다.
- [0072] 이 실시예에서는, 연결 전극(BE)은 상기 데이터 라인(DL) 및 상기 전원 라인(PL)과 함께 잉크젯 방법으로 형성될 수 있다. 이 경우에, 상기 헤드(HD)는 상기 드레인 전극(DE)으로부터 상기 발광 다이오드(LED)의 제2 전극(E2)을 향해 이동하면서 도전성 잉크(CM)를 토출하고, 그 결과 상기 연결 전극(BE)은 상기 드레인 전극(DE)의 일 부분 및 상기 제2 전극(E2)의 일 부분을 커버하고, 이와 동시에 상기 연결 전극(BE)은 상기 드레인

전극(DE) 및 상기 제2 전극(E2)과 접촉될 수 있다.

[0073] 그 이후에, 상기 박막 트랜지스터(TR) 및 상기 발광 다이오드(LED)를 커버하는 제2 절연막(도 2b의 L2)을 형성하여, 플렉서블 표시장치를 완성할 수 있다.

[0074] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면, 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

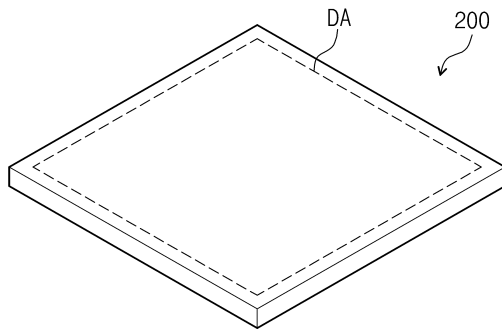
부호의 설명

[0075]

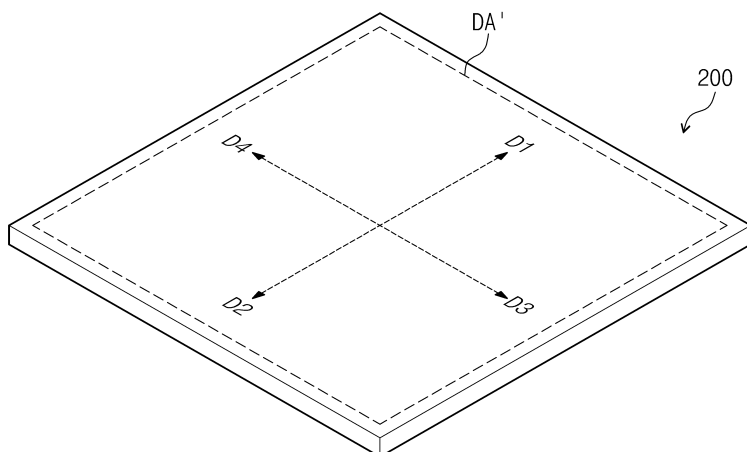
200:	플렉서블 표시장치	AP:	반도체층
AL:	접착층	FS:	플렉서블 기판
DL:	데이터 라인	PL:	전원 라인
LED:	발광 다이오드	TR:	박막 트랜지스터
PX:	화소	BE:	연결 전극
E1:	제1 전극	EL:	무기 발광층
E2:	제2 전극	BL:	버퍼층

도면

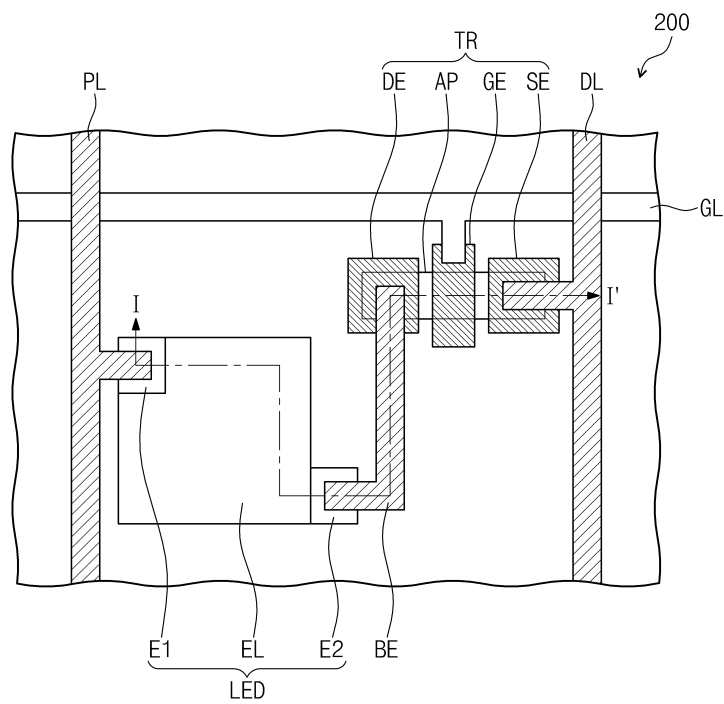
도면1a



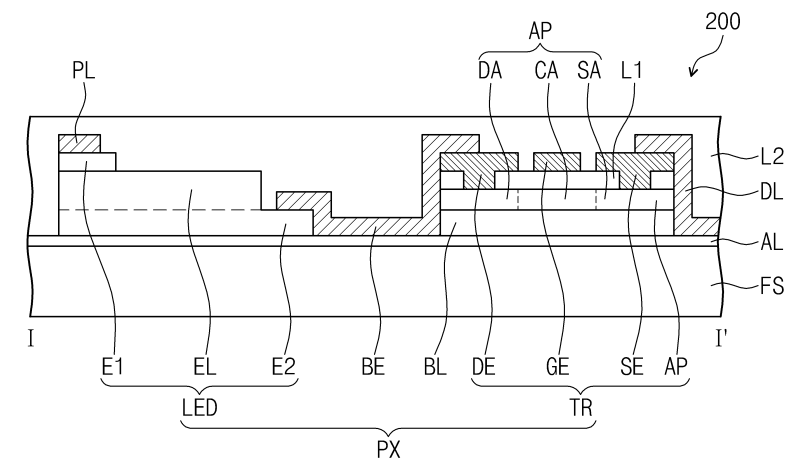
도면1b



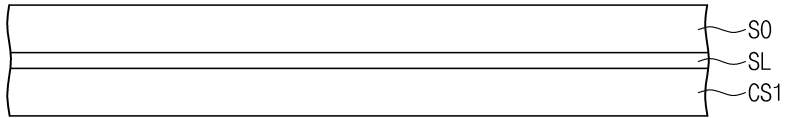
도면2a



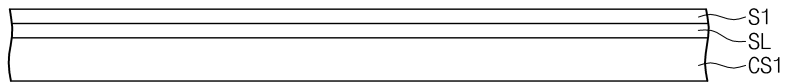
도면2b



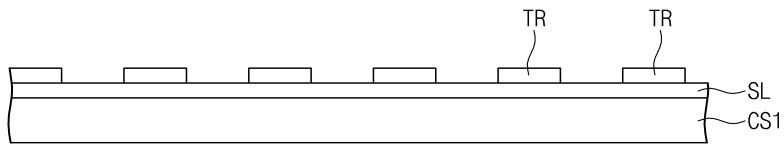
도면3a



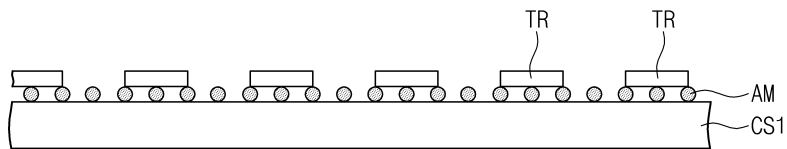
도면3b



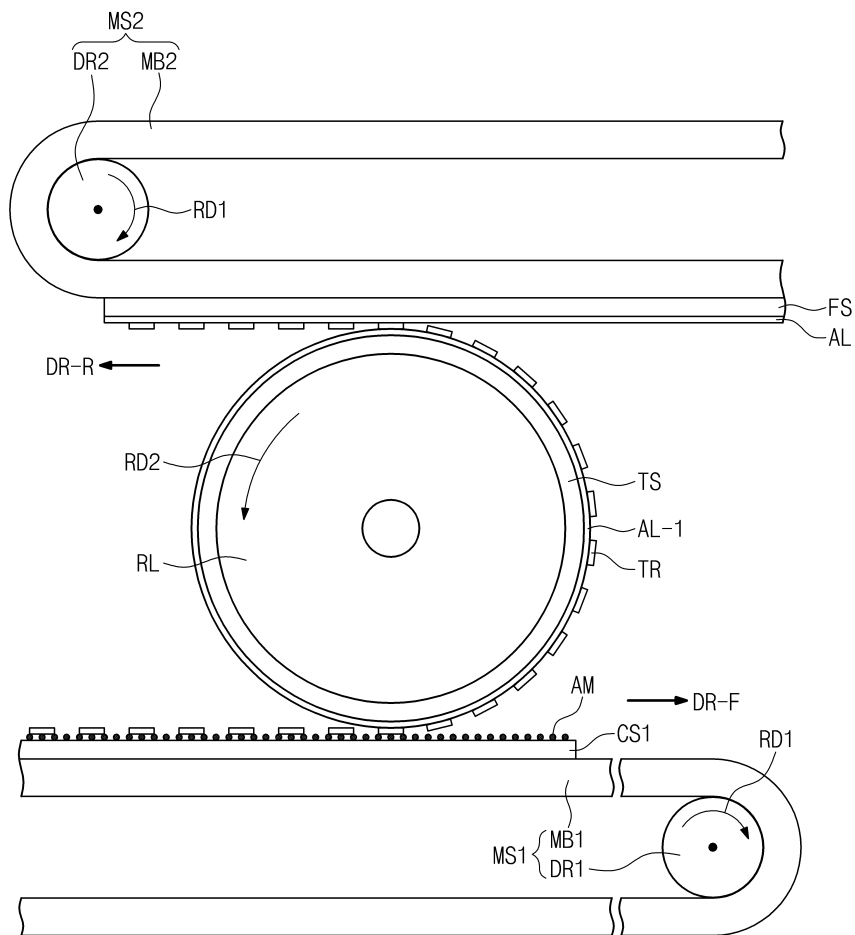
도면3c



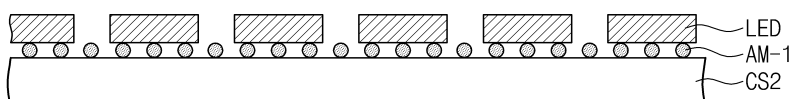
도면3d



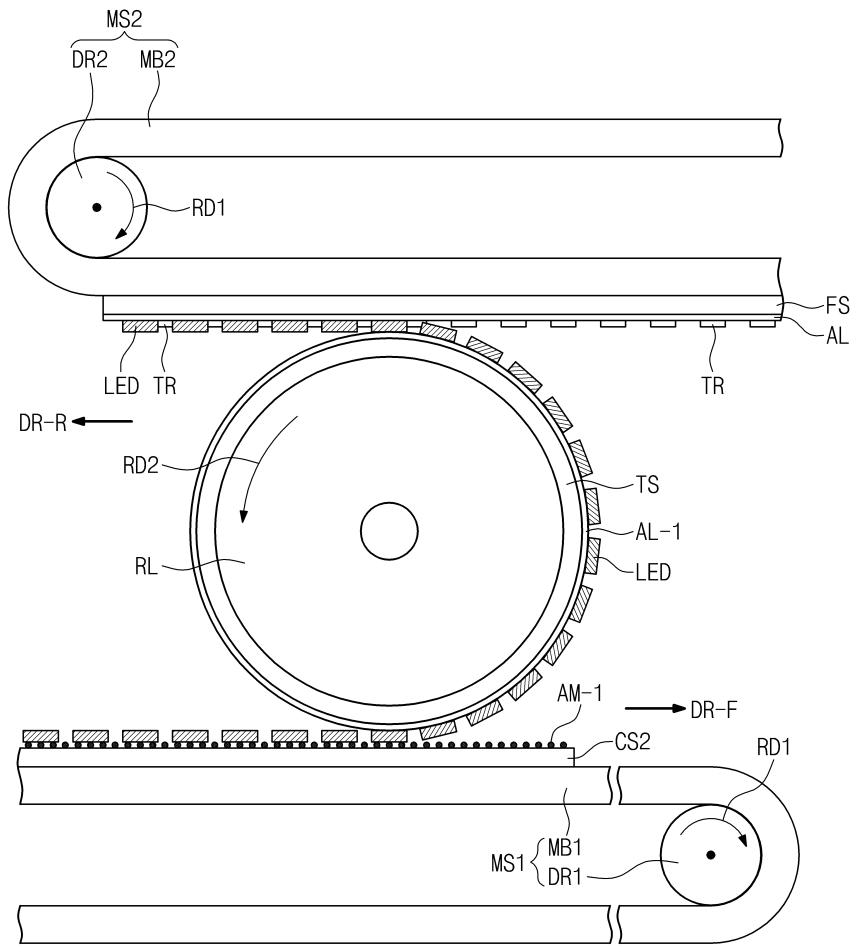
도면3e



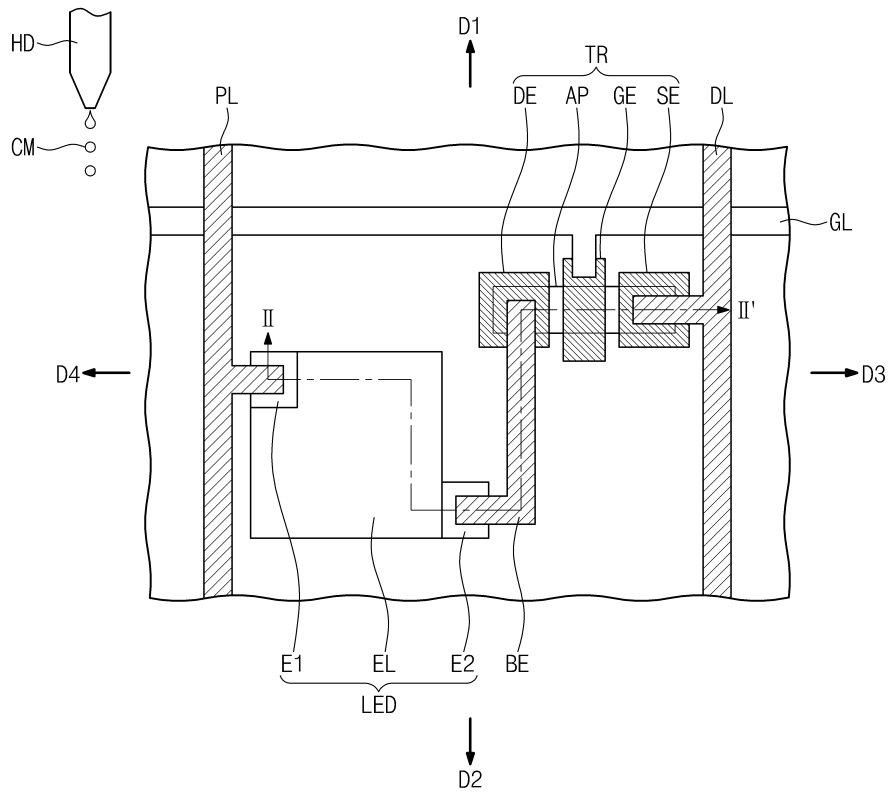
도면3f



도면3g



도면4a



도면4b

