

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 7월 13일 (13.07.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/119609 A1

- (51) 국제특허분류:
H01L 51/56 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/013896
- (22) 국제출원일: 2016년 11월 29일 (29.11.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0000412 2016년 1월 4일 (04.01.2016) KR
- (71) 출원인: 경희대학교산학협력단 (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY) [KR/KR]; 17104 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 장진 (JANG, Jin); 06520 서울시 서초구 잠원로 88, 302 동 908 호, Seoul (KR). 김용환 (KIM, Yong Hwan); 02447 서울시 동대문구 경희대로 26, Seoul (KR). 엄재광 (UM, Jae Gwang); 02447 서울시 동대문구 경희대로 26, 푸른솔문화관 129 호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김연권 (KIM, Youn Gwon); 06046 서울시 강남구 논현로 131 길 7, 4 층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

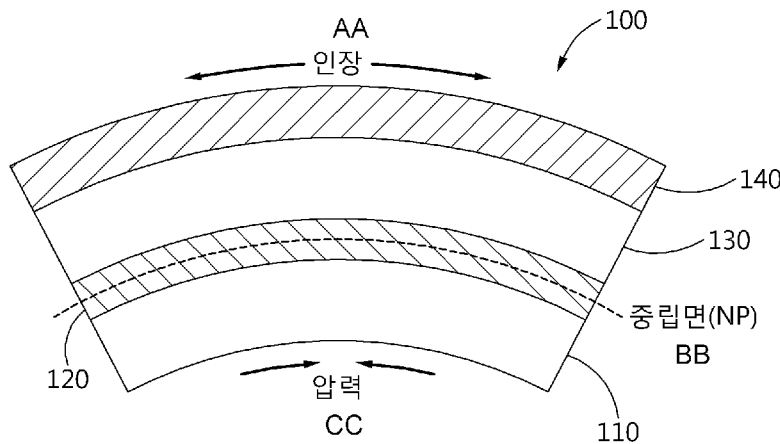
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: FLEXIBLE DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 플렉서블 디스플레이 장치 및 그의 제조 방법



AA ... Tension
BB ... Neutral plane (NP)
CC ... Pressure

(57) Abstract: A flexible display device and a manufacturing method therefor are provided. The flexible display device of the present invention comprises the steps of: forming a first polyimide-based layer by coating a polyimide-based solution on a carrier substrate; forming an oxide thin film transistor array on the first polyimide-based layer; forming a second polyimide-based layer by coating a polyimide-based solution on the oxide thin film transistor array; forming an organic light emitting diode on the second polyimide-based layer; and removing the carrier substrate, wherein the step of forming an oxide thin film transistor array can form the oxide thin film transistor array such that the oxide thin film transistor array is located between the first polyimide-based layer and the second polyimide-based layer.

(57) 요약서: 플렉서블 디스플레이 장치 및 그의 제조 방법을 제공한다. 본 발명의 플렉서블 디스플레이 장치는 캐리어 기판 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제 1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계, 제 1 폴리이미드계 층 상에 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계, 산화물 박막 트랜지스터 어레이 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제 2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계 및 캐리어 기판을 제거하는 단계를 포함하며, 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계는 상기 제 1 폴리이미드계 층과 상기 제 2 폴리이미드계 층 사이에 위치하도록 상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성할 수 있다.

WO 2017/119609 A1

명세서

발명의 명칭: 플렉서블 디스플레이 장치 및 그의 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 외부로부터의 스트레스에 의해 산화물 박막 트랜지스터 어레이가 손상되는 것을 방지하여 장치 수명 및 신뢰성을 향상시킨 플렉서블 디스플레이 장치 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 플렉시블 디스플레이 장치는 가요성 기판에 디스플레이부를 형성하여 유연성을 부가한 장치로서, 필요시 그 형태를 휘거나 구부려 사용할 수 있는 매우 유용한 장점을 가지고 있다. 이러한, 플렉서블 디스플레이 장치는 휴대용 컴퓨터나 전자신문, 스마트카드, 책, 신문, 잡지 등의 인쇄 매체를 대체하고 있는 차세대 표시장치로 기대되고 있다.
- [3] 한편, 플렉서블 디스플레이 장치는 휨 발생시에도 표시 성능을 그대로 유지해야 함에도 불구하고, 휨의 정도에 따라 표시 성능의 불량이 발생하는 문제점을 발생시킨다.
- [4] 특히, 플렉서블 디스플레이 장치는 플렉서블 기판 상에 전기 소자(예를 들어, 박막 트랜지스터 구조물)이 형성되는데, 플렉서블 디스플레이 장치의 휨이 크게 발생할 경우, 휨에 의한 스트레스가 전기 소자에 전달되어 크랙(crack)을 발생시키거나, 전기 소자의 특성을 저하시킨다. 이는 플렉서블 디스플레이 장치를 지나치게 구부리거나 반복적으로 구부릴 경우, 또는 플렉서블 디스플레이 장치가 대면적화될 경우 심화될 수 있으며, 결과적으로 플렉서블 디스플레이 장치의 수명 및 신뢰성을 떨어뜨린다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 플렉서블 디스플레이 장치를 구성하는 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 중립면에 배치함으로써, 휨 또는 구부림 등의 스트레스에 의한 손상을 방지하여 장치의 수명 및 신뢰성을 향상시킨 플렉서블 디스플레이 장치 및 그의 제조 방법을 제공한다.

과제 해결 수단

- [6] 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법은 캐리어 기판 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계, 상기 제1 폴리이미드계 층 상에 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계, 상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계, 상기 제2 폴리이미드계 층 상에 유기 발광 다이오드를 형성하는 단계 및 상기 캐리어 기판을 제거하는 단계를 포함하고, 상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계는 상기 제1 폴리이미드계

층과 상기 제2 폴리이미드계 층 사이에 위치하도록 상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성한다.

- [7] 상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는 상기 제1 폴리이미드계 층과 동일한 조성의 폴리이미드를 포함하는 폴리이미드계 용액으로 형성될 수 있다.
- [8] 상기 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법은 상기 제1 폴리이미드계 층 상에 탄소나노튜브를 포함하는 잉크를 분사하여 버퍼층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [9] 상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는 상기 제2 폴리이미드계 층을 관통하여, 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물과 상기 유기 발광 다이오드를 전기적으로 연결하기 위한 비아 콘택을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [10] 상기 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법은 상기 유기 발광 다이오드 구조물 상에 터치 센서를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [11] 상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는 상기 제1 폴리이미드계 층과 동일한 두께로 형성할 수 있다.
- [12] 상기 제1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는 상기 제2 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성할 수 있다.
- [13] 상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는 상기 제1 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성할 수 있다.
- [14] 상기 제1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계 및 상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계 각각은 $1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 의 두께로 형성할 수 있다.
- [15] 상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는 $1\mu\text{m}$ 내지 $10\mu\text{m}$ 의 두께로 형성할 수 있다.
- [16] 상기 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계는 적어도 하나 이상의 산화물 박막 트랜지스터를 상기 제1 폴리이미드계 층 상에 형성할 수 있다.
- [17] 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치는 폴리이미드계 물질로 이루어진 제1 폴리이미드계 층 상에 형성된 산화물 박막 트랜지스터 어레이, 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물 상에 형성된, 폴리이미드계 물질로 이루어진 제2 폴리이미드계 층 및 상기 제2 폴리이미드계 층 상에 형성된 유기 발광 다이오드를 포함하고, 상기 제1 폴리이미드계 층과 상기 제2 폴리이미드계 층 사이에 위치한다.
- [18] 상기 제1 폴리이미드계 층 및 상기 제2 폴리이미드계 층을 구성하는 상기 폴리이미드계 물질은 동일한 조성의 폴리이미드 물질로 이루어질 수 있다.
- [19] 상기 플렉서블 디스플레이 장치는 상기 제1 폴리이미드계 층과 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물 사이에 형성될 수 있다.
- [20] 상기 제2 폴리이미드계 층은 상기 제2 폴리이미드계 층을 관통하여, 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물과 상기 유기 발광 다이오드를 전기적으로 연결하기 위한 비아 콘택을 포함할 수 있다.
- [21] 상기 플렉서블 디스플레이 장치는 상기 유기 발광 다이오드 구조물 상에

형성된 터치 센서를 더 포함할 수 있다. 상기 제1 폴리이미드계 층 및 상기 제2 폴리이미드계 층은 동일한 두께로 형성될 수 있다.

[22] 상기 제1 폴리이미드계 층은 상기 제2 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성될 수 있다.

[23] 상기 제2 폴리이미드계 층은 상기 제1 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[24] 본 발명에 따르면 플렉서블 디스플레이 장치는 산화물 박막 트랜지스터 어레이가 중립면에 위치하도록 두 개의 플렉서블 기판 사이에 배치시킴으로써, 외부 스트레스에 의해 산화물 박막 트랜지스터 어레이가 손상되는 것을 방지하여 장치 수명 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 특히, 플렉서블 디스플레이 장치가 반복적으로 휘어지더라도, 중립면에 위치된 산화물 박막 트랜지스터 어레이는 스트레스의 영향을 받지 않을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[25] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치를 도시한 것이다.

[26] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치를 도시한 것이다.

[27] 도 3a 내지 도 3k는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 과정을 도시한 것이다.

[28] 도 4a 및 도 4b는 캐리어 기판 제거 후에 측정한, 비교예 및 실시예 각각의 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터의 전류-전압 특성을 도시한 것이다.

[29] 도 5a 및 도 5b는 플렉서블 디스플레이 장치를 벤딩 테스트(bending test)한 후에 측정한, 비교예 및 실시예 각각의 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터의 전류-전압 특성 및 전계효과이동도를 도시한 것이다.

[30] 도 6a 및 도 6b는 플렉서블 디스플레이 장치를 벤딩 테스트(bending test)한 후에 측정한, 비교예에 따른 산화물 박막 트랜지스터와, 실시예에 따른 산화물 박막 트랜지스터의 전기적 특성을 도시한 것이다.

[31] 도 7은 터치 센서를 구비한 플렉서블 디스플레이 장치를 도시한 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

[32] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[33] 소자(elements) 또는 층이 다른 소자 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 소자 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 소자가 "직접 위(directly on)"

또는 "바로 위"로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자 또는 층을 개재하지 않은 것을 나타낸다.

- [34] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 "아래(below 또는 beneath)"로 기술된 소자는 다른 소자의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 소자는 다른 방향으로도 배향될 수 있으며, 이 경우 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.
- [35] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [36] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [37] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [38] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치를 도시한 것이다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 플렉서블 디스플레이 장치(100)는 제1 폴리이미드계 층(110), 산화물 박막 트랜지스터 어레이(120), 제2 폴리이미드계 층(130) 및 유기 발광 다이오드 (140)를 포함한다.
- [39] 플렉서블 디스플레이 장치(100)에서 제1 및 제2 폴리이미드계 층(110, 130)은 그들 사이에 위치한 산화물 박막 트랜지스터 어레이(120)를 보호한다.
- [40] 제1 및 제2 폴리이미드계 층(110, 130)는 폴리이미드계 물질로 이루어지며, 서로 동일한 물질 구성을 가질 수 있다. 또한, 제1 및 제2 폴리이미드계 층(110,

- 130)는 동일한 두께로 형성될 수도 있고, 서로 상이한 두께로 형성될 수도 있다.
- [41] 상술한 구조에 의해 산화물 박막 트랜지스터 어레이(120)는 제1 폴리이미드계 층(110)과 제2 폴리이미드계 층(130) 사이에 위치함에 따라, 압축 응력 및 인장 응력이 동일한 중립면(Neutral Plane, NP)에 위치한다.
- [42] 도 1b와 같이, 플렉서블 디스플레이 장치(100)가 휘어지면, 제1 폴리이미드계 층(110)에는 인장 응력이 작용하고 제2 폴리이미드계 층(130)에는 압축 응력이 작용하는데, 중립면(NP)에서는 실질적으로 인장도 압축도 이루어지지 않기 때문에 실질적으로 변형이 일어나지 않는다. 따라서, 플렉서블 디스플레이 장치(100)가 휘어지더라도, 중립면(NP)에 위치된 산화물 박막 트랜지스터 어레이(120)가 변형되지 않기 때문에 산화물 박막 트랜지스터 어레이(120)의 전기적 특성이 저하되거나, 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [43] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치를 도시한 것이다. 도 2에 도시된 플렉서블 디스플레이 장치(200)는 제1 폴리이미드계 층(110), 산화물 박막 트랜지스터 어레이(120), 제2 폴리이미드계 층(130) 및 유기 발광 다이오드 (140)를 포함한다.
- [44] 도 2에 도시된 플렉서블 디스플레이 장치(200)는 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(210), 제1 폴리이미드계 층(220), 버퍼층(230), 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240), 제2 폴리이미드계 층(250) 및 유기 발광 다이오드 (260)를 포함할 수 있다.
- [45] 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(Carbon Nano Tube-Graphene Oxide, CNT-GO)(210)는 투명성을 갖는 지지층이다. 이 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(210)은 휘어지는 성질이 있어 플렉서블 디스플레이 장치(200)에 적합한 구성이다.
- [46] 제1 폴리이미드계 층(220)은 폴리이미드계 물질로 형성된다.
- [47] 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)는 적어도 하나의 산화물 박막 트랜지스터(241) 및 트랜지스터 구동 어레이(242)를 포함한다. 여기서, 적어도 하나 이상의 산화물 박막 트랜지스터(241)는 단일 게이트 전극 구조를 갖거나, 듀얼 게이트 전극 구조를 가질 수 있다.
- [48] 제2 폴리이미드계 층(250)은 제1 폴리이미드계 층(220)과 동일한 조성을 갖는 폴리이미드계 물질로 형성되며, 제1 폴리이미드계 층(220)과 동일한 두께를 갖는다. 여기서, 제1 폴리이미드계 층(220) 및 제2 폴리이미드계 층(250)의 두께는 1 μ m 내지 30 μ m 범위 내에서 정해질 수 있으며, 바람직하게는 1 μ m 내지 10 μ m 범위 내에서 정해질 수 있다. 따라서, 제1 폴리이미드계 층(220)과 제2 폴리이미드계 층(250)은 동일한 탄성률을 가질 수 있으며, 제1 폴리이미드계 층(220)과 제2 폴리이미드계 층(250) 사이에 위치한 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)에 중립면이 위치하게 된다.
- [49] 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)가 중립면에 위치함으로써, 플렉서블 디스플레이 장치(200)가 휘어지더라도 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)는

길이나 부피 등의 변화가 없는 것으로, 휨에 의한 스트레스를 방지 않는다. 특히, 플렉서블 디스플레이 장치(200)의 휘어지는 횟수가 누적되더라도 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)가 변형되지 않기 때문에, 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)에 크랙이 발생하여 수명이 짧아지거나 전기적 신뢰성이 저하되지 않는다.

- [50] 한편, 제2 폴리이미드계 층(250)은 비아 콘택(251)을 포함하는데, 이 비아 콘택(251)은 산화물 박막 트랜지스터(241)에 포함된 소스/드레인 전극 및 게이트 전극에 접촉될 수 있다. 또한, 이 비아 콘택(251)은 제2 폴리이미드계 층(250)의 상부에 형성된 유기 발광 다이오드 (260)에 포함된 화소 전극(261)과 접촉될 수 있다. 즉, 비아 콘택(251)은 산화물 박막 트랜지스터 어레이(240)와 유기 발광 다이오드 (260)를 전기적으로 연결하게 된다. 여기서, 유기 발광 다이오드(260)는 제2 폴리이미드계 층(250) 상에 하나 이상이 형성될 수 있다.
- [51] 유기 발광 다이오드 (260)는 화소 전극(261), 화소 전극(261) 상에 형성된 유기 발광층(262), 유기 발광층(262) 상에 형성된 대향 전극(263) 및 봉지층(264)을 포함한다. 여기서, 화소 전극(261)은 앞서 형성된 비아 콘택(351)과 접촉되어 산화물 박막 트랜지스터(241)와 전기적으로 연결된다.
- [52] 여기서, 화소 전극(261)은 애노드(anode) 전극이고, 대향 전극(263)은 캐소드(cathod) 전극이 될 수 있으며, 그 반대가 될 수도 있다. 화소 전극(261) 및 대향 전극(263)에 전압이 인가되면 각각 정공과 전자가 유기 발광층(262) 내부로 주입됨에 따라 유기 발광층(262)에서 광이 방출된다.
- [53] 도 3a 내지 도 3j는 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 과정을 도시한 것이다.
- [54] 도 3a 및 도 3b는 캐리어 기판(310) 상에, 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)가 함유된 그래핀 산화물(Graphene Oxide)을 코팅하여 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(311)을 형성하는 공정을 도시한 사시도 및 단면도이다.
- [55] 캐리어 기판(310)은 다공성 세라믹 물질로 이루어질 수 있다. 다공성 세라믹 물질은 고온에서 안정적이며 기계적 강도가 강한 특성을 갖기 때문에, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 공정 중에 적용되는 온도 및 충격에 의한 캐리어 기판(310)의 변형을 방지할 수 있다.
- [56] 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(311)은 탄소나노튜브가 분산된 용액을 캐리어 기판(310) 상에 스핀 코팅한 후, 탄소나노튜브 상에 그래핀 산화물을 증착하는 방식으로 형성될 수 있다.
- [57] 도 3c는 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(311) 상에, 플라스틱 재질 중 하나인 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제1 폴리이미드계 층(320)을 형성하는 공정을 도시한 것이다. 여기서, 제1 폴리이미드계 층(320)은 제1 두께로 형성될 수 있다.
- [58] 도 3d는 제1 폴리이미드계 층(320) 상에 버퍼층(330)을 형성하는 공정을 도시한 것이다. 버퍼층(330)은 탄소나노튜브를 포함하는 잉크를 제1 폴리이미드계

층(320) 상에 분사시키는 방식으로 형성될 수 있다.

[59] 본 발명에서, 버퍼층(320)은 수분이나 산소와 같은 외부의 이물질이 제1 폴리이미드계 층(320)을 투과하여, 제1 폴리이미드계 층(320) 상에 형성될 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)에 침투하는 것을 방지할 수 있다.

[60] 도 3e는 제1 폴리이미드계 층(320) 상에 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)를 형성하는 공정을 도시한 것이다. 여기서, 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)는 적어도 하나 이상의 산화물 박막 트랜지스터(341) 및 트랜지스터 구동 어레이(342)를 포함할 수 있다.

[61] 여기서, 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)를 구성하는 적어도 하나 이상의 산화물 박막 트랜지스터(341)는 단일 게이트 전극 구조를 갖거나, 듀얼 게이트 전극 구조를 가질 수 있다.

[62] 또한, 산화물 박막 트랜지스터(341)에서 산화물 반도체층은 비정질 인듐 갈륨 징크 옥사이드(amorphous indium-gallium-zinc oxide, a-IGZO), 징크 옥사이드(ZnO), 인듐 징크 옥사이드(IZO), 인듐 틴 옥사이드(ITO), 징크 틴 옥사이드(ZTO), 갈륨 징크 옥사이드(GZO), 하프늄 인듐 징크 옥사이드(HIZO), 징크 인듐 틴 옥사이드(ZITO) 및 알루미늄 징크 틴 옥사이드(AZTO) 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[63] 도 3f는 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340) 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제2 폴리이미드계 층(350)을 형성하는 공정을 도시한 것이다. 제2 폴리이미드계 층(350)을 구성하는 폴리이미드계 물질은 제1 폴리이미드계 층(320)과 동일한 조성의 폴리이미드계 물질일 수 있다.

[64] 또한, 제2 폴리이미드계 층(350)은 제2 두께로 형성될 수 있다. 여기서, 제1 폴리이미드계 층(320)의 제1 두께와 제2 폴리이미드계 층(350)의 제2 두께는 동일할 수 있으며, 서로 다를 수도 있다.

[65] 제1 두께와 제2 두께가 서로 다른 두께를 갖는 경우, 어느 하나의 층을 기준으로 다른 하나의 층은 50% 이하의 범위 내에서 두께가 정해질 수 있다. 구체적으로, 제1 폴리이미드계 층(320)이 제2 폴리이미드계 층(350) 두께의 50% 이하 범위로 형성되거나, 제2 폴리이미드계 층(350)이 제1 폴리이미드계 층(320) 두께의 50% 이하 범위로 형성될 수 있다.

[66] 여기서, 제1 두께 또는 제2 두께는 $1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 범위 내에서 정해질 수 있으며, 바람직하게는 $1\mu\text{m}$ 내지 $10\mu\text{m}$ 범위 내에서 정해질 수 있다. 도 3g 및 도 3h는 제2 폴리이미드계 층(350)에 적어도 하나의 비아 콘택(351)을 형성하는 공정을 도시한 것이다. 먼저, 제2 폴리이미드계 층(350)에서, 비아 콘택(351)을 형성할 영역을 식각하여 비아홀(351a)을 형성한다. 도면 상에서는 하나의 비아홀(351a)만 도시되어 있으나, 비아홀(351a)은 산화물 반도체 트랜지스터(340)에 포함된 소스/드레인 전극, 게이트 전극을 노출시키기 위한 것으로, 실제 공정에서 비아홀(351a)은 여러 개가 형성될 수 있다.

[67] 이후, 비아홀(351a)에 금속 물질을 충전시켜 제2 폴리이미드계 층(350) 내에

비아 컨택(351)을 형성할 수 있다. 여기서, 비아 컨택(351)은 산화물 반도체 트랜지스터(340)와, 이후 공정을 통해 형성될 유기 발광 다이오드 (360)를 전기적으로 연결하기 위한 구성이다.

[68] 도 3i는 제2 폴리이미드계 층(360) 상에 유기 발광 다이오드 (360)를 형성하는 공정을 도시한 것이다. 유기 발광 다이오드 (360)는 적어도 하나의 AMOLED(Active Matrix Organic Light-Emitting Diode) 또는 적어도 하나의 OLED(Organic Light-Emitting Diode)를 포함할 수 있다. 이하에서는, 유기 발광 다이오드 (360)가 1개의 AMOLED를 포함하는 형태를 예로 들어 설명한다.

[69] 유기 발광 다이오드 (360)는 화소 전극(361), 화소 전극(361) 상에 형성된 유기 발광층(362), 유기 발광층(362) 상에 형성된 대향 전극(363) 및 봉지층(364)을 포함한다. 여기서, 화소 전극(361)은 앞서 형성된 비아 컨택(351)과 접촉되어 산화물 박막 트랜지스터(341)와 전기적으로 연결된다. 따라서, 유기 발광 다이오드 (360)는 산화물 박막 트랜지스터(341)의 제어에 따라 구동되어 광을 방출할 수 있다.

[70] 도 3j는 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(311)으로부터 캐리어 기관(310)을 제거하는 공정을 도시한 것이다. 캐리어 기관(310)은 별도의 장치를 이용하여 물리적으로 제거될 수 있다.

[71] 상술한 공정 순서에 의해 도 3k에 도시된 것과 같은 플렉서블 디스플레이 장치(300)를 제조할 수 있다. 플렉서블 디스플레이 장치(300)는 동일 물질로 이루어진 제1 폴리이미드계 층(320)과 제2 폴리이미드계 층(350) 사이에 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)가 위치된 구조를 갖는다. 이때, 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)는 압축 응력 및 인장 응력이 실질적으로 동일한 중립면에 위치하게 된다. 중립면에서는 변형이 일어나지 않기 때문에, 플렉서블 디스플레이 장치(300)가 휘어지더라도 압축 응력 및 인장 응력에 의해 산화물 박막 트랜지스터 어레이(340)가 손상되는 것을 방지할 수 있다.

[72] 이하, 도 4 내지 도 6은 비교예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터와, 본 발명의 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터의 전기적 특성을 측정한 실험 데이터들에 기반한 그래프이다. 여기서, 비교예와 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치는 아래와 같다.

[73] <비교예>

[74] 하나의 플렉서블 기관 상에 산화물 박막 트랜지스터 어레이 및 유기 발광 다이오드가 순차적으로 형성된 구조를 갖는 플렉서블 디스플레이 장치이다.

[75] <실시예>

[76] 도 3a 내지 도 3k에 도시된 공정에 의해 제조된 것으로, 제1 폴리이미드계 층과 제2 폴리이미드계 층 사이에 산화물 박막 트랜지스터가 형성되며, 제2 폴리이미드계 층 상에 유기 발광 다이오드가 형성된 구조를 갖는 플렉서블 디스플레이 장치이다. 여기서, 산화물 박막 트랜지스터는 제1 폴리이미드계

층과 제2 폴리이미드계 층 사이에서 압축 응력 및 인장 응력이 동일한 중립면에 위치될 수 있다.

- [77] 도 4a 및 도 4b는 플렉서블 디스플레이 장치에서 캐리어 기판 제거 후에 측정된, 비교예 및 실시예 각각의 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터의 전류-전압 특성을 도시한 것이다.
- [78] 도 4a는 산화물 박막 트랜지스터의 하부 구조가 다른 2개의 플렉서블 디스플레이 장치를 이용하였다. 구체적으로, 도 4a를 참조하면, 산화물 박막 트랜지스터(TFTs)의 하부에 플렉서블 기판(PI)(또는 제1 폴리이미드계 층(PI1), 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(Carbon Nano Tube-Graphene Oxide, CNT-GO), 유리 기판(Glass)이 순서대로 적층된 제1 구조를 갖는 플렉서블 디스플레이 장치와, 산화물 박막 트랜지스터(TFTs)의 하부에 플렉서블 기판(PI)(또는 제1 폴리이미드계 층(PI1), 그래핀 산화물(Graphene Oxide, GO), 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)가 순서대로 적층된 제2 구조를 갖는 플렉서블 디스플레이 장치를 이용하였다.
- [79] 도 4a를 참조하면, 비교예에 포함된 산화물 박막 트랜지스터는 0V의 게이트 전압에서 약 -12의 로그 드레인 전류를 나타내고, 20V의 게이트 전압에서 약 -6A의 로그 드레인 전류를 나타낸다.
- [80] 도 4b 역시 산화물 박막 트랜지스터의 하부 구조가 다른 2개의 플렉서블 디스플레이 장치를 이용하였다. 구체적으로, 도 4b를 참조하면, 산화물 박막 트랜지스터(TFTs)의 하부에 플렉서블 기판(PI)(또는 제1 폴리이미드계 층(PI1), 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(Carbon Nano Tube-Graphene Oxide, CNT-GO), 유리 기판(Glass)이 순서대로 적층되고, 산화물 박막 트랜지스터(TFTs)의 상부에 또 다른 플렉서블 기판(PI)(또는 제2 폴리이미드계 층(PI2)이 적층된 제1 구조를 갖는 플렉서블 디스플레이 장치를 이용하였다. 또한, 산화물 박막 트랜지스터(TFTs)의 하부dp 플렉서블 기판(PI)(또는 제1 폴리이미드계 층(PI1), 탄소나노튜브-그래핀 산화물층(Carbon Nano Tube-Graphene Oxide, CNT-GO)가 순서대로 적층되고, 산화물 박막 트랜지스터(TFTs)의 상부에 또 다른 플렉서블 기판(PI)(또는 제2 폴리이미드계 층(PI2)이 적층된 제2 구조를 갖는 플렉서블 디스플레이 장치를 이용하였다.
- [81] 도 4b를 참조하면, 실시예에 포함된 산화물 박막 트랜지스터들은 0V의 게이트 전압에서 약 -14의 로그 드레인 전류를 나타내고, 20V의 게이트 전압에서 약 -6A의 로그 드레인 전류를 나타내는 것으로, 비교예에 비해 높은 on-off 비율을 갖는다.
- [82] 한편, 도 4a를 참조하면, 비교예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치들은 제1 구조에 비해 제2 구조를 가질 때 높은 전류-전압 특성을 갖는다. 반면, 도 4b에서 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치들은 제1 구조와 제2 구조에서 전류-전압 특성에 큰 차이가 없다. 이는 제1 폴리이미드계 층과 제2 폴리이미드계 층 사이에 산화물 박막 트랜지스터가 위치하기 때문에, 산화물

- 박막 트랜지스터는 그 하부 구조에 따른 영향을 받지 않음을 알 수 있다.
- [83] 도 5a 및 도 5b는 플렉서블 디스플레이 장치를 벤딩 테스트(bending test)한 후에 측정된, 비교예 및 실시예 각각의 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터의 전류-전압 특성 및 전계효과이동도를 도시한 것이다. 이때, 벤딩 테스트(bending test)시 벤딩 반경(bending radius)을 0.25mm으로 하고, 벤딩 횟수를 누적하여 산화물 박막 트랜지스터의 전류-전압 특성을 측정하였다.
- [84] 비교예에 포함된 산화물 박막 트랜지스터에 비해, 실시예에 포함된 산화물 박막 트랜지스터가 높은 on-off 비율을 갖는다. 특히, 벤딩 횟수가 증가할수록 실시예에 따른 산화물 박막 트랜지스터의 전류-전압 특성 및 전계효과이동도가 향상됨을 알 수 있다.
- [85] 도 6a 및 도 6b는 플렉서블 디스플레이 장치를 벤딩 테스트(bending test)한 후에 측정된, 비교예 및 실시예 각각의 플렉서블 디스플레이 장치에 포함된 산화물 박막 트랜지스터의 전기적 특성을 도시한 것이다. 이때, 벤딩 테스트(bending test)시 벤딩 반경(bending radius)을 0.25mm으로 하고, 벤딩 횟수를 누적하여 산화물 박막 트랜지스터의 온 전압 변화(ΔV_{ON}), 전계효과이동도(μ_{FE}) 및 서브문턱스윙(Subthreshold Swing, SS)를 측정하였다.
- [86] 비교예에 포함된 산화물 박막 트랜지스터는 벤딩 횟수가 누적됨에 따라 온 전압 변화(ΔV_{ON}), 전계효과이동도(μ_{FE}) 및 서브문턱스윙(SS)이 크게 변화되었으며, 특히 5000회 벤딩시 플렉서블 디스플레이 장치가 파손되었다. 이는 플렉서블 디스플레이 장치가 반복 벤딩되면서 이 스트레스가 산화물 박막 트랜지스터에 전달되어 크랙을 발생시키기 때문이다.
- [87] 반면, 실시예에 포함된 산화물 박막 트랜지스터는 벤딩 횟수가 누적되더라도 온 전압 변화(ΔV_{ON}), 전계효과이동도(μ_{FE}) 및 서브문턱스윙(SS)에 큰 변화가 없으며, 특히 20000회의 벤딩에도 불구하고 플렉서블 디스플레이 장치가 파손되지 않았다. 이는 실시예에 따른 플렉서블 디스플레이 장치에서, 산화물 박막 트랜지스터가 중립면(neutral plane)에 위치되어 벤딩에 의한 변형이 방지되기 때문이다.
- [88] 도 7은 터치 센서를 구비한 플렉서블 디스플레이 장치를 도시한 것이다.
- [89] 도 7에 도시된 플렉서블 디스플레이 장치(700)는 제1 폴리이미드계 층(710), 산화물 박막 트랜지스터 어레이(720), 제2 폴리이미드계 층(730), AMOLED 어레이(740), 봉지층(750) 및 터치 센서(760)를 포함한다. 즉, 플렉서블 디스플레이 장치(700)는 터치 센서(760)를 구비함으로써, 터치 타입으로 구현될 수 있다.
- [90] 산화물 박막 트랜지스터 어레이(720)는 복수의 산화물 박막 트랜지스터 및 트랜지스터 구동 회로를 포함한다. 복수의 산화물 박막 트랜지스터는 화소 소자로 기능할 수 있으며, 트랜지스터 구동 회로에 연결될 수 있다. 또한, 트랜지스터 구동 회로는 게이트 구동부, 데이터 구동부 및 타이밍 제어부 등의 구성을 포함할 수 있다.

- [91] 도 7에서, 산화물 박막 트랜지스터 어레이(720)가 중립면에 위치하기 때문에 복수의 산화물 박막 트랜지스터 및 트랜지스터 구동 회로가 외부로부터의 스트레스로부터 손상되는 것이 방지된다. 따라서, 산화물 박막 트랜지스터 어레이(720)의 외곽 부분에 위치하는 트랜지스터 구동 회로를 보호하기 위하여 베젤(장치(700) 테두리)을 설치할 필요가 없기 때문에, 베젤 설치에 따른 공정을 생략하고 그 비용을 절감할 수 있다.
- [92] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변경이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [93] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

청구범위

- [청구항 1] 캐리어 기판 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계;
상기 제1 폴리이미드계 층 상에 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계;
상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이 상에 폴리이미드계 용액을 코팅하여 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계;
상기 제2 폴리이미드계 층 상에 유기 발광 다이오드를 형성하는 단계; 및
상기 캐리어 기판을 제거하는 단계;를 포함하고,
상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계는,
상기 제1 폴리이미드계 층과 상기 제2 폴리이미드계 층 사이에 위치하도록 상기 산화물 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는,
상기 제1 폴리이미드계 층과 동일한 조성의 폴리이미드를 포함하는 폴리이미드계 용액으로 형성되는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층 상에 탄소나노튜브를 포함하는 잉크를 분사하여 버퍼층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는,
상기 제2 폴리이미드계 층을 관통하여, 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물과 상기 유기 발광 다이오드를 전기적으로 연결하기 위한 비아 콘택을 형성하는 단계를 포함하는 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 유기 발광 다이오드 구조물 상에 터치 센서를 형성하는 단계;를 더 포함하는 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는,
상기 제1 폴리이미드계 층과 동일한 두께로 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는,

- 상기 제2 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계는,
상기 제1 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 9] 제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드 층을 형성하는 단계 및 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계 각각은,
1 μ m 내지 30 μ m의 두께로 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층을 형성하는 단계 및 제2 폴리이미드계 층을 형성하는 단계 각각은,
1 μ m 내지 10 μ m의 두께로 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 박막 트랜지스터 어레이를 형성하는 단계는,
적어도 하나 이상의 산화물 박막 트랜지스터를 상기 제1 폴리이미드계 층 상에 형성하는, 플렉서블 디스플레이 장치의 제조 방법.
- [청구항 12] 폴리이미드계 물질로 이루어진 제1 플렉서블 기판 상에 형성된 산화물 박막 트랜지스터 구조물;
상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물 상에 형성된, 폴리이미드계 물질로 이루어진 제2 폴리이미드계 층; 및
상기 제2 폴리이미드계 층 상에 형성된 유기 발광 다이오드를 포함하고,
상기 박막 트랜지스터 어레이는,
상기 제1 폴리이미드계 층과 상기 제2 폴리이미드계 층 사이에 위치하는, 플렉서블 디스플레이 장치.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층 및 상기 제2 폴리이미드계 층을 구성하는 상기 폴리이미드계 물질은 동일한 조성의 폴리이미드 물질로 이루어진, 플렉서블 디스플레이 장치.
- [청구항 14] 제12항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층과 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물 사이에 형성된, 탄소나노튜브를 포함하는 버퍼층;을 더 포함하는 플렉서블 디스플레이 장치.
- [청구항 15] 제12항에 있어서,
상기 제2 폴리이미드계 층은,

상기 제2 폴리이미드계 층을 관통하여, 상기 산화물 박막 트랜지스터 구조물과 상기 유기 발광 다이오드를 전기적으로 연결하기 위한 비아 콘택을 포함하는 플렉서블 디스플레이 장치.

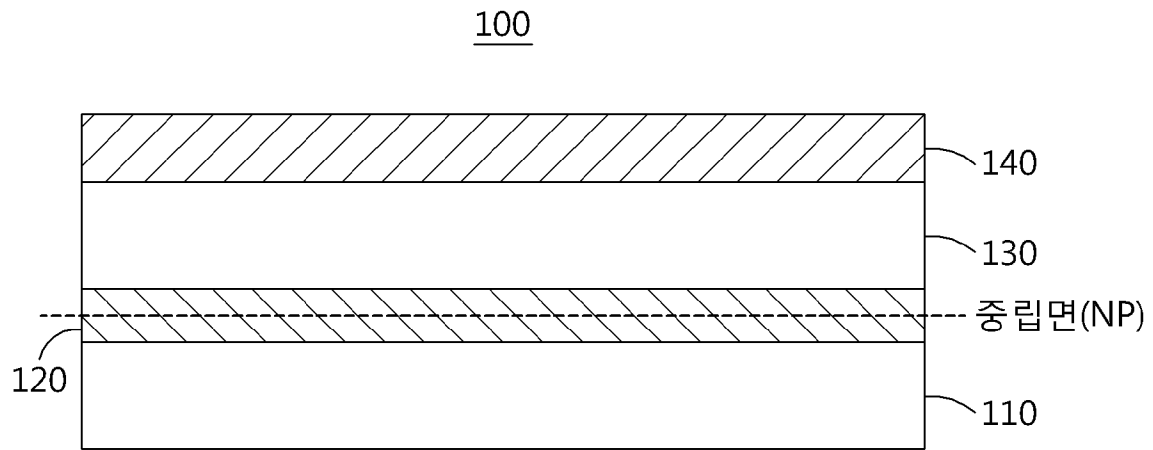
[청구항 16] 제12항에 있어서,
상기 유기 발광 다이오드 구조물 상에 형성된 터치 센서;를 더 포함하는 플렉서블 디스플레이 장치.

[청구항 17] 제12항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층 및 상기 제2 폴리이미드계 층은 동일한 두께로 형성된, 플렉서블 디스플레이 장치.

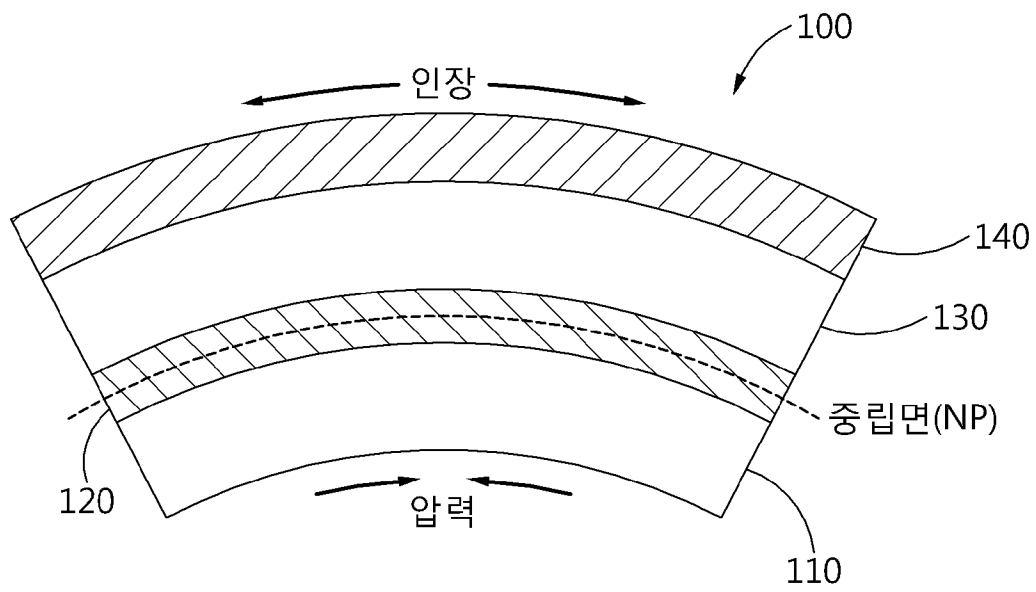
[청구항 18] 제12항에 있어서,
상기 제1 폴리이미드계 층은,
상기 제2 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성되는, 플렉서블 디스플레이 장치.

[청구항 19] 제12항에 있어서,
상기 제2 폴리이미드계 층은,
상기 제1 폴리이미드계 층 두께의 50% 이하 범위로 형성되는, 플렉서블 디스플레이 장치.

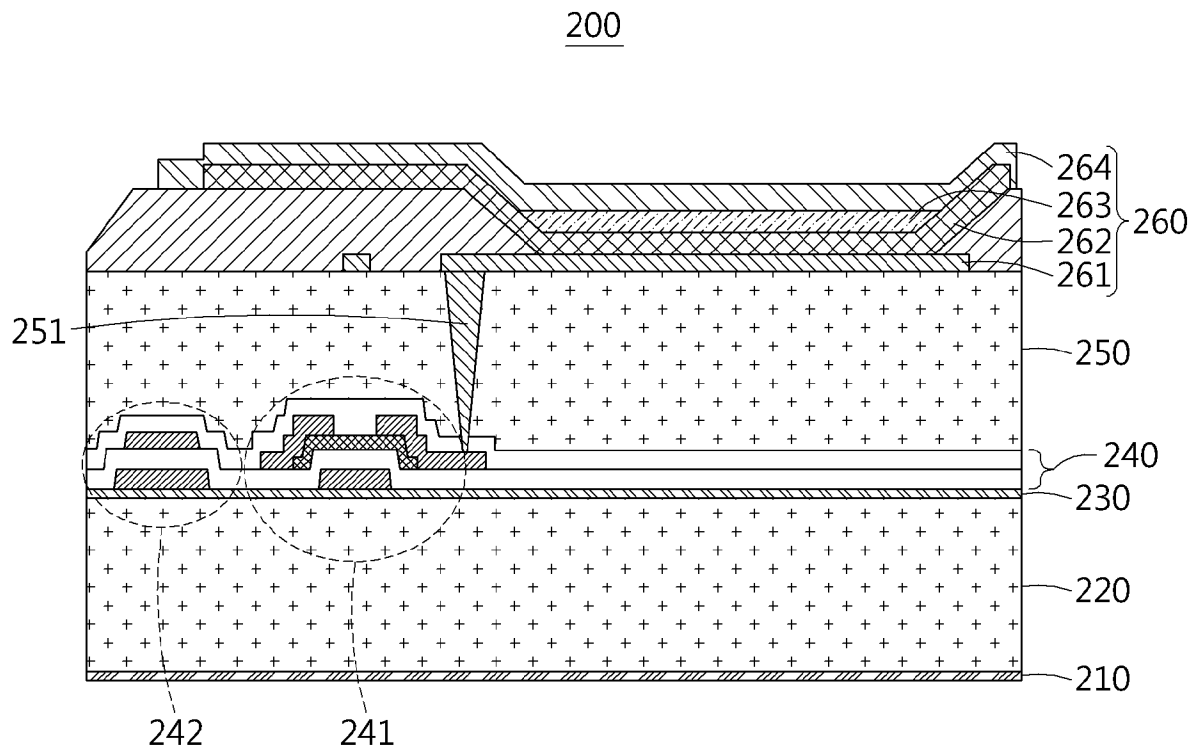
[도 1a]



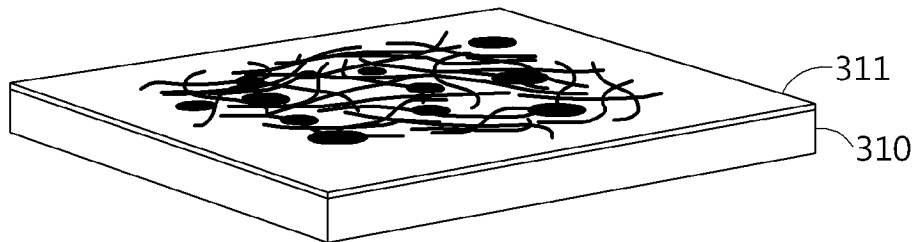
[도 1b]



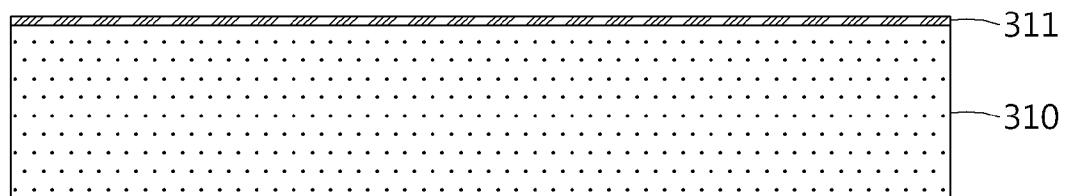
[도2]



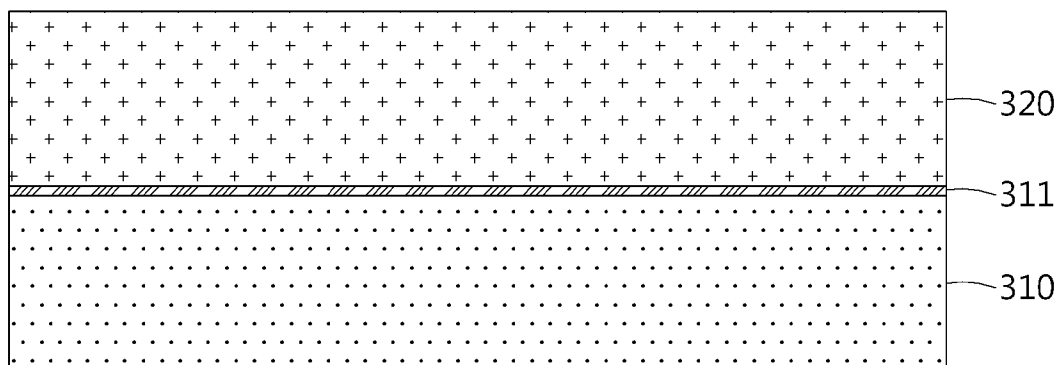
[도3a]



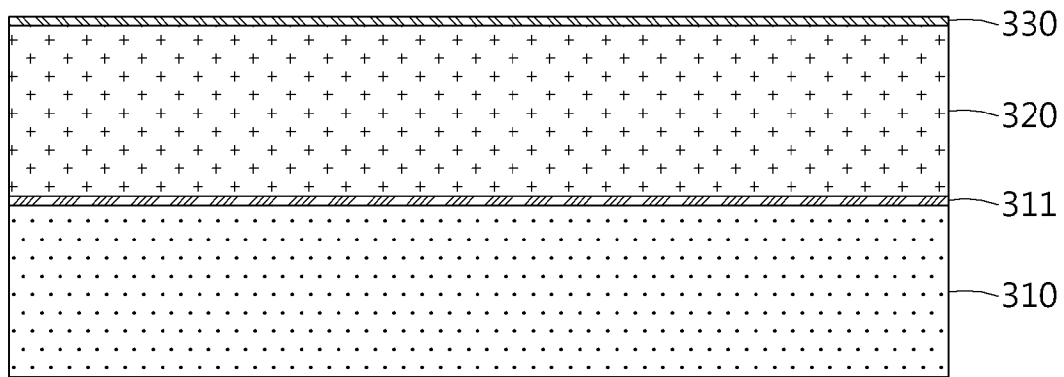
[도3b]



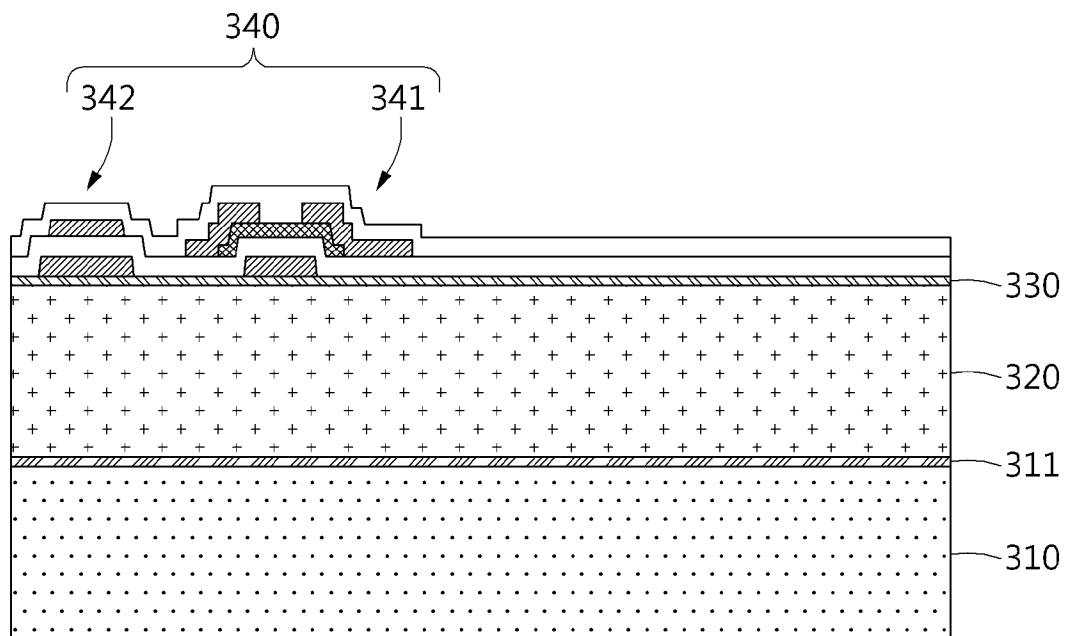
[도3c]



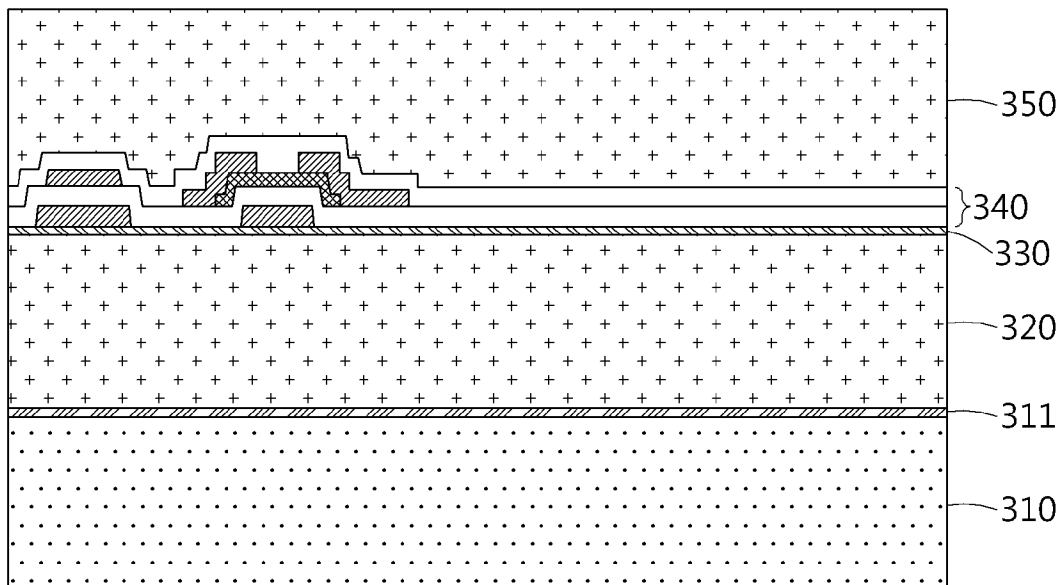
[도3d]



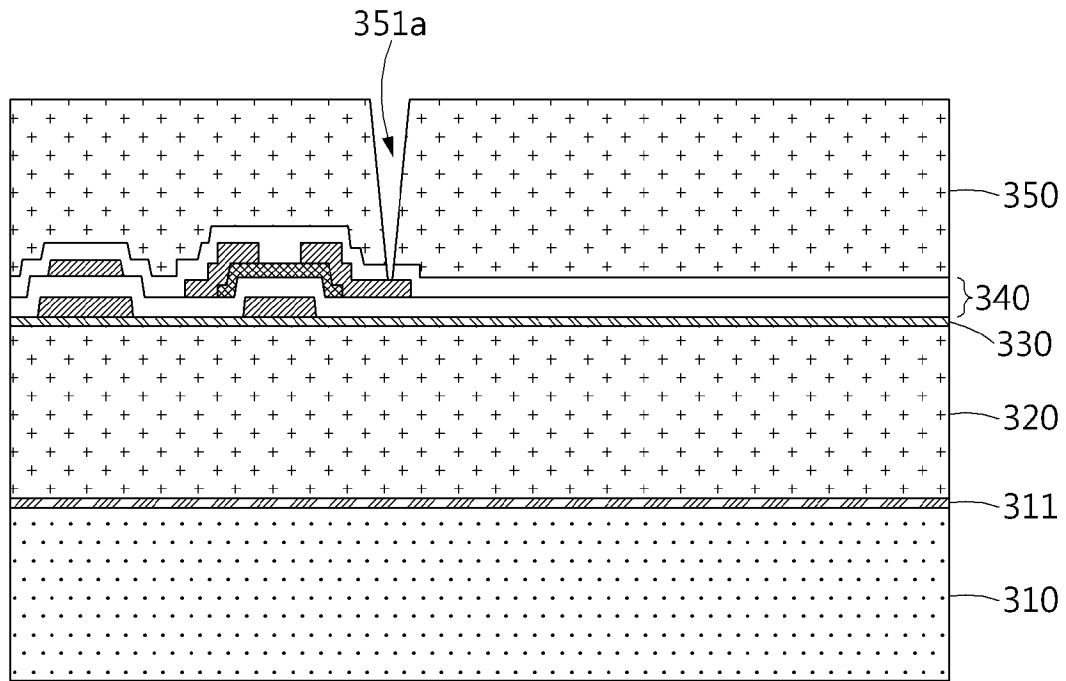
[도3e]



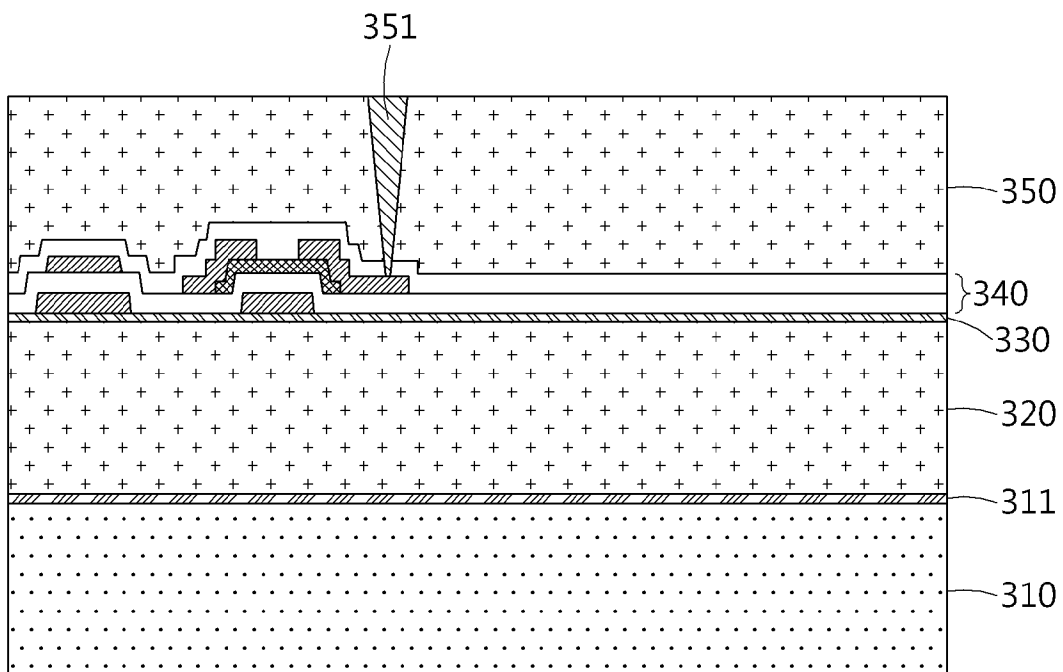
[도3f]



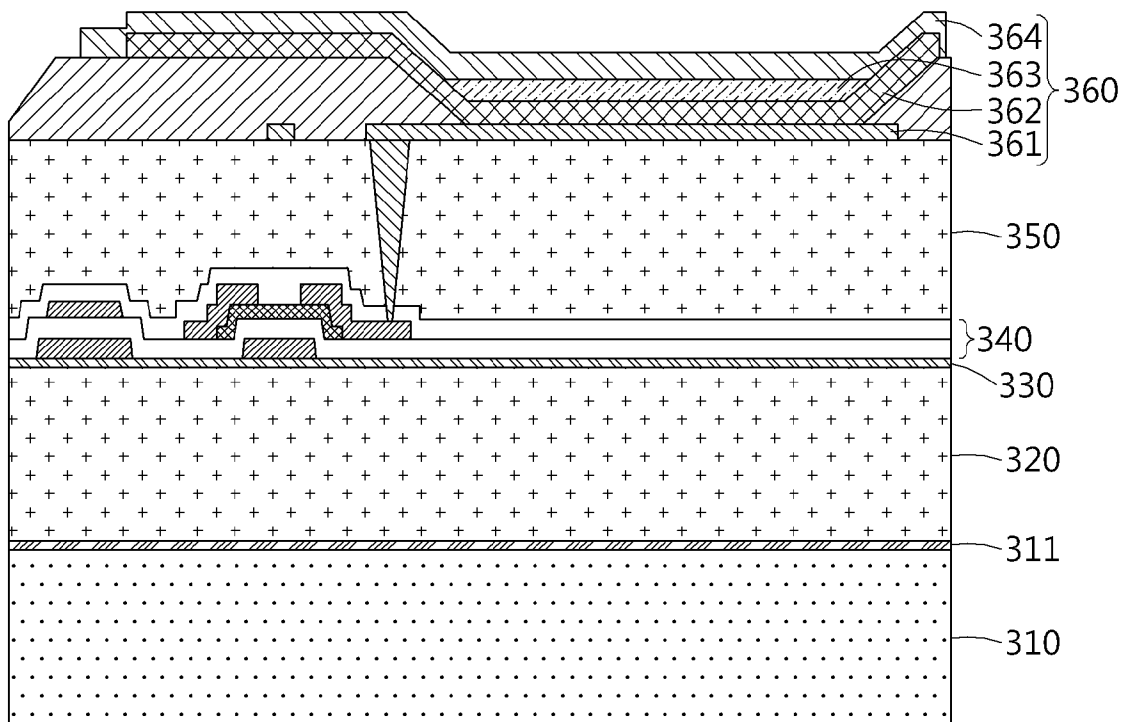
[도3g]



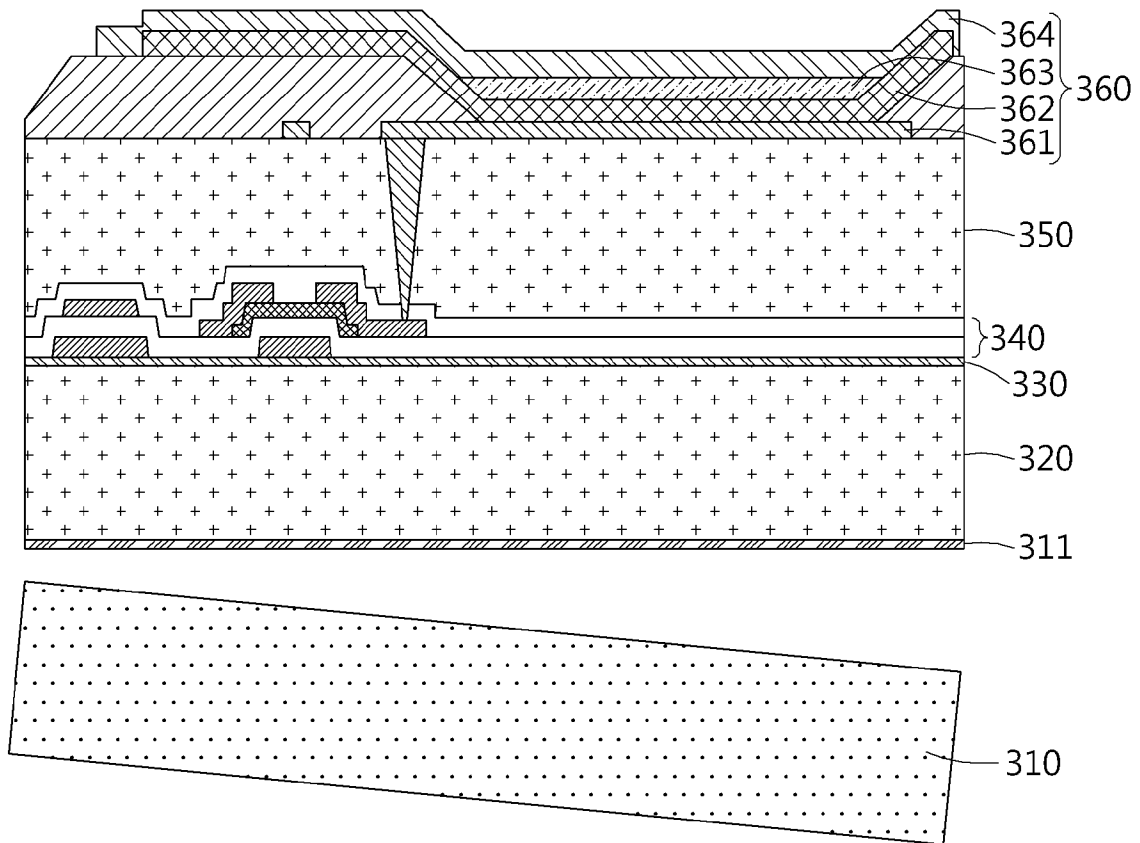
[도3h]



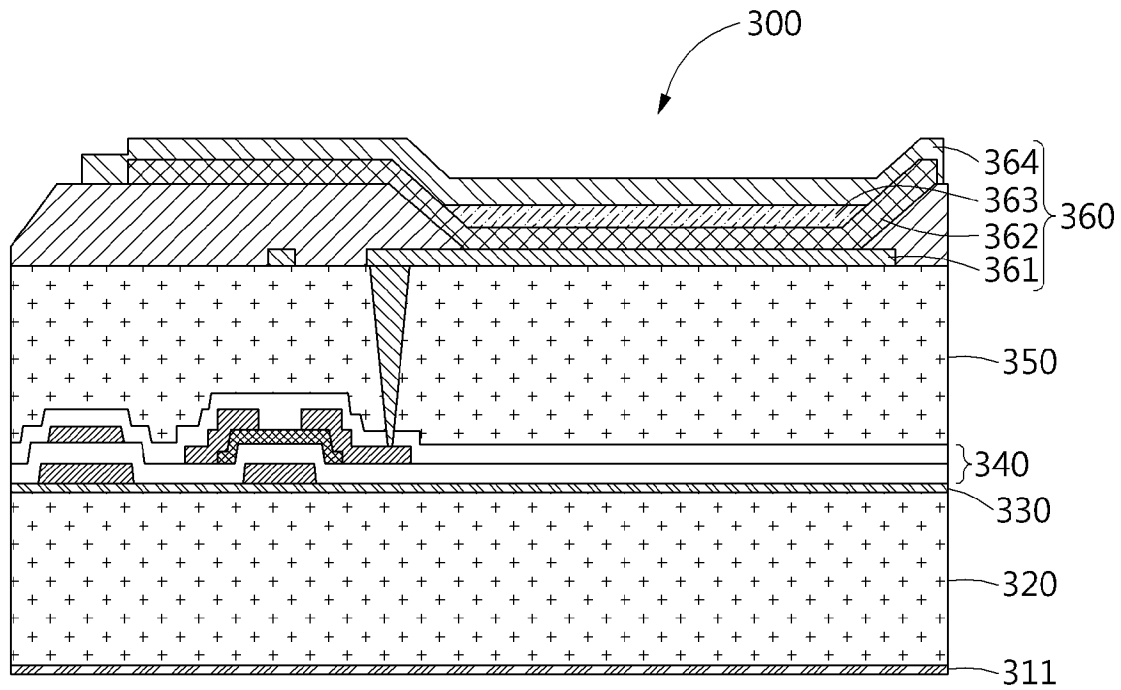
[도3i]



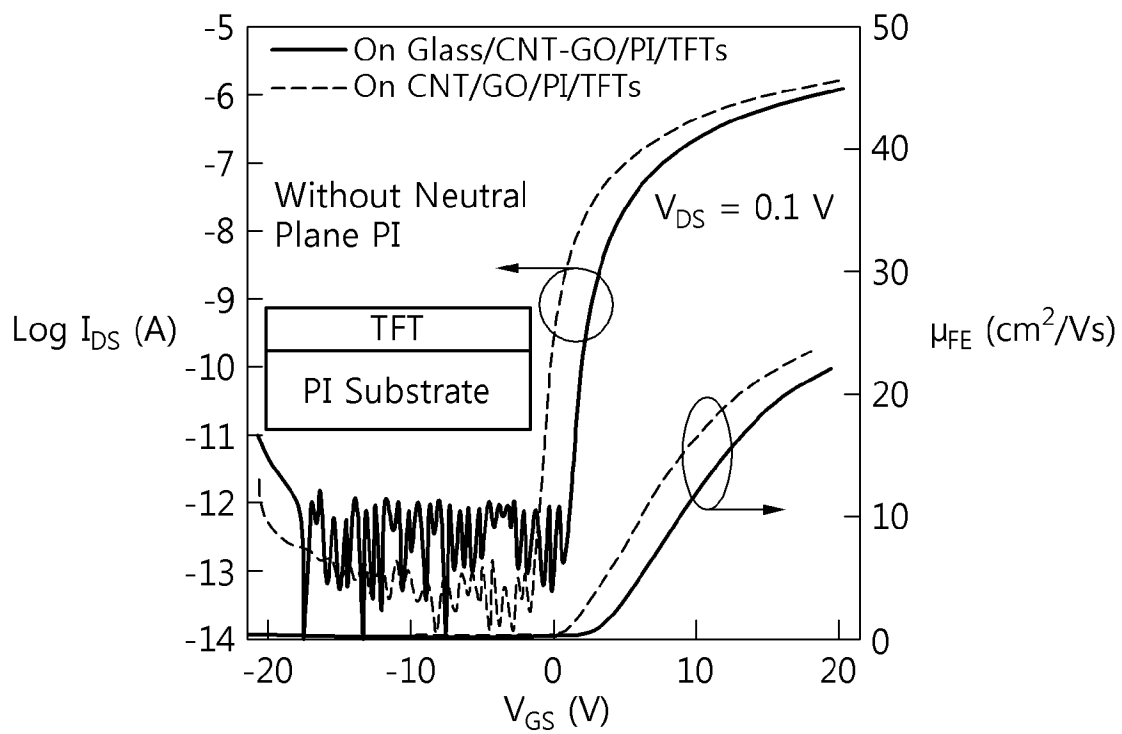
[도3j]



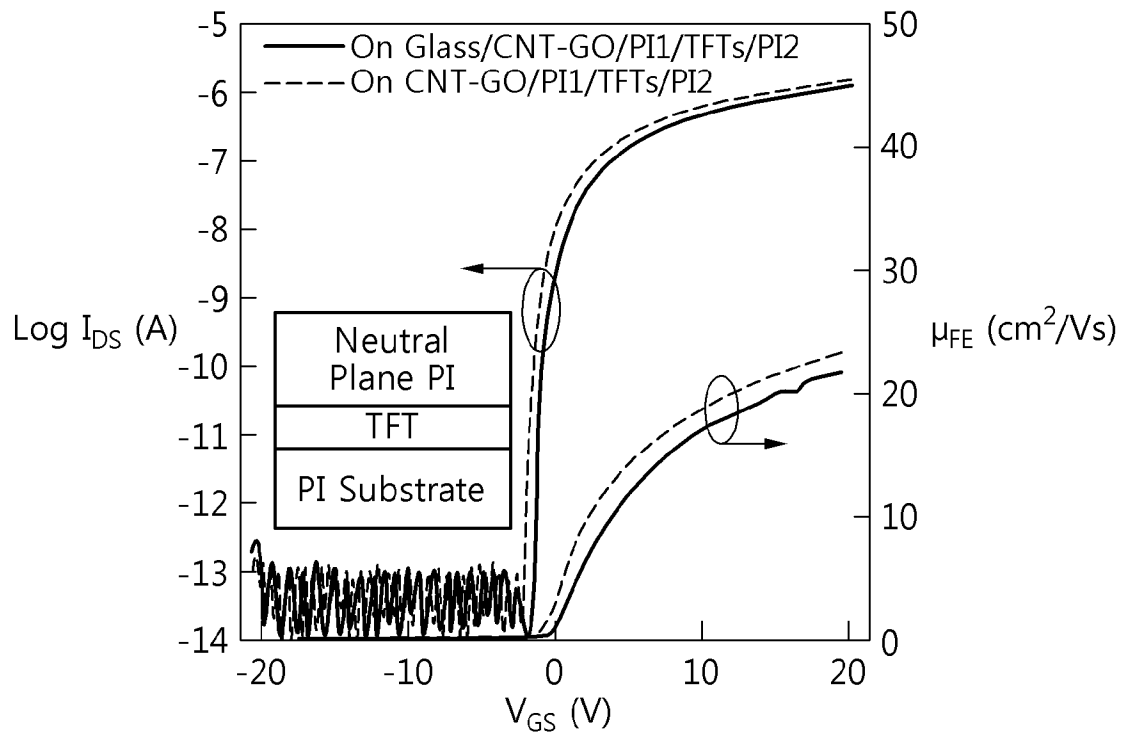
[도3k]



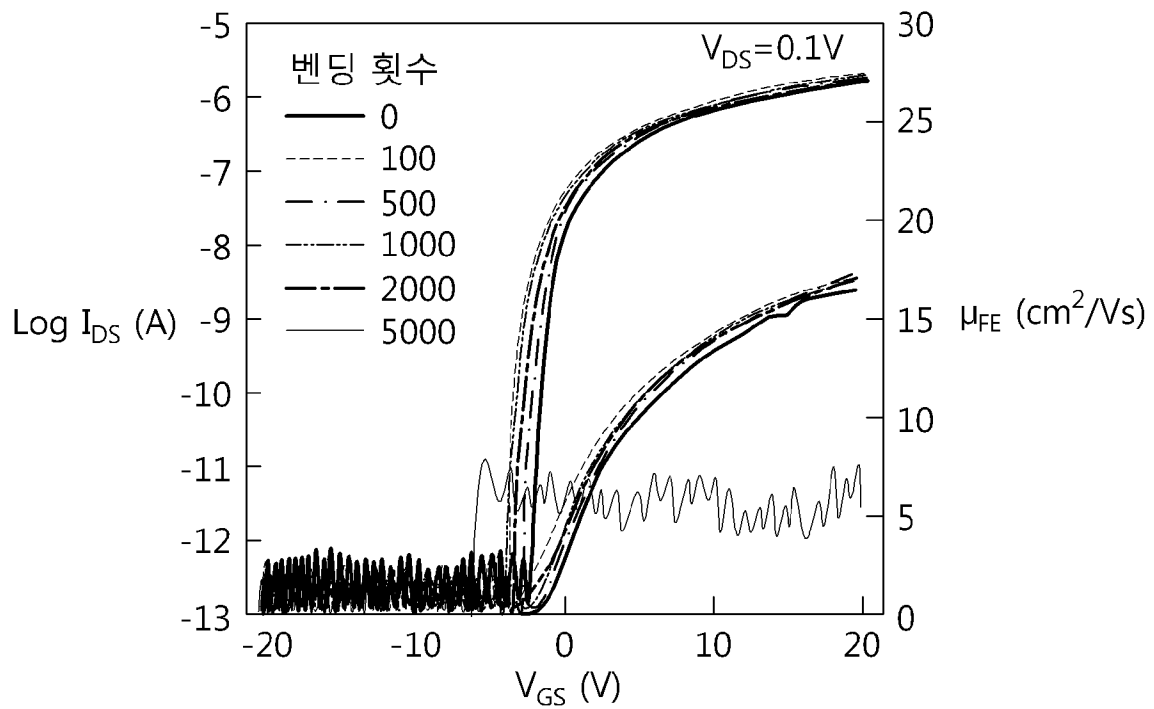
[도4a]



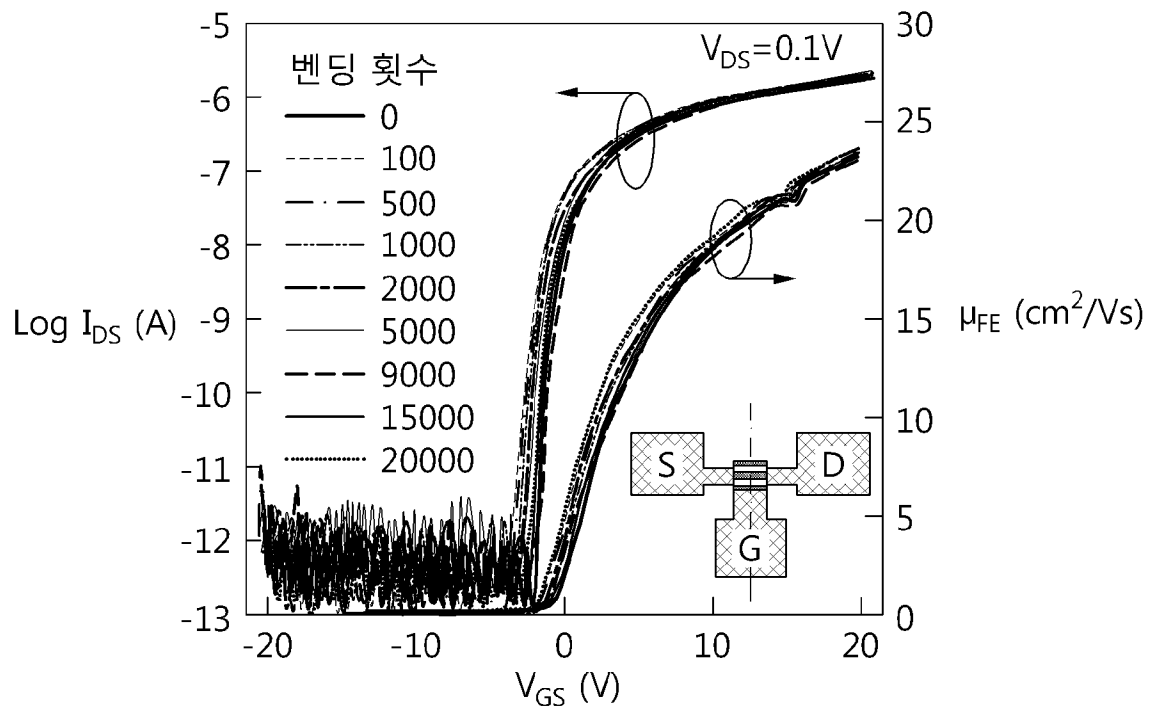
[도4b]



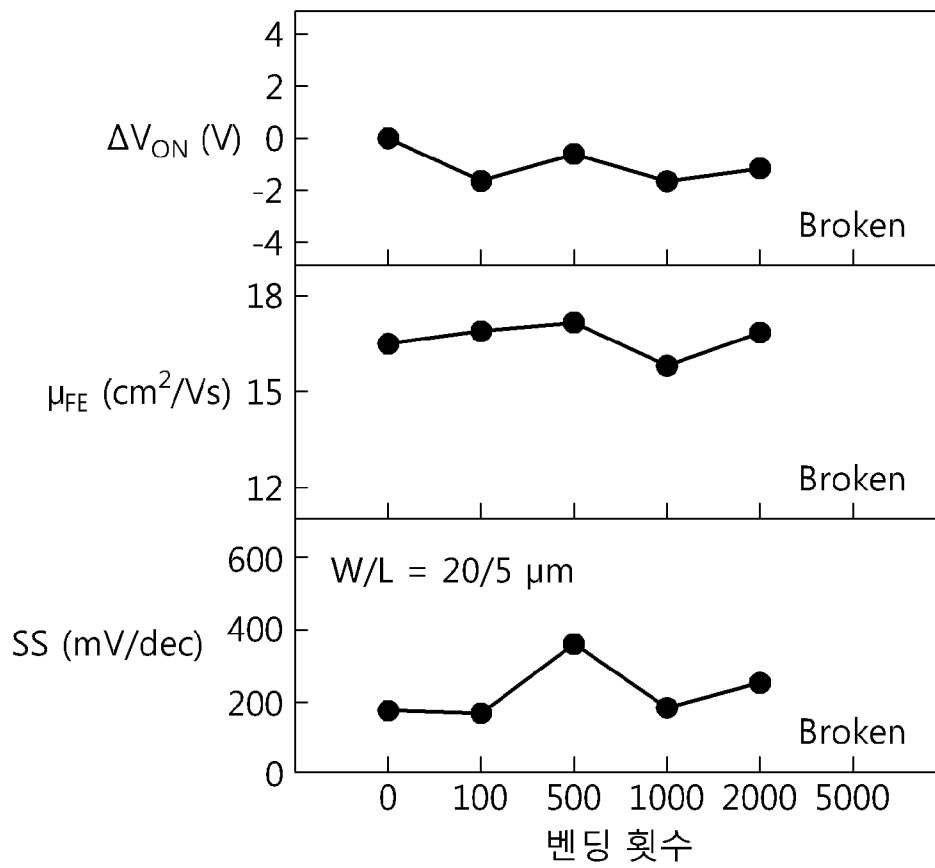
[도5a]



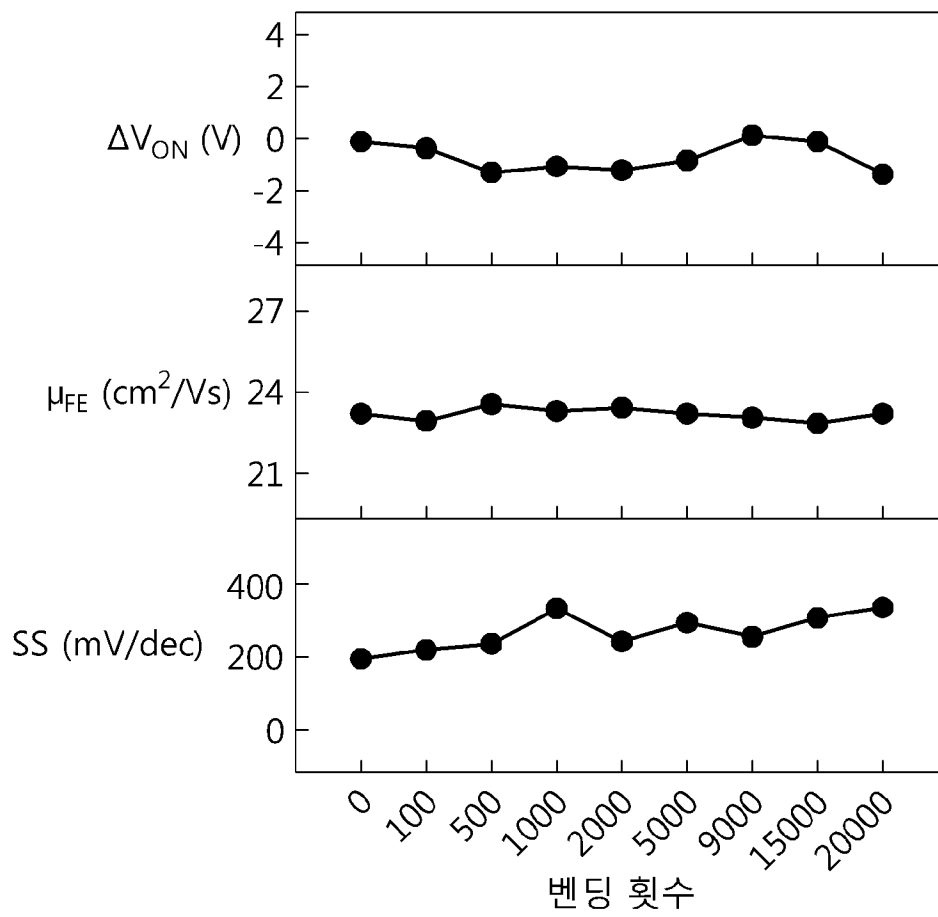
[도5b]



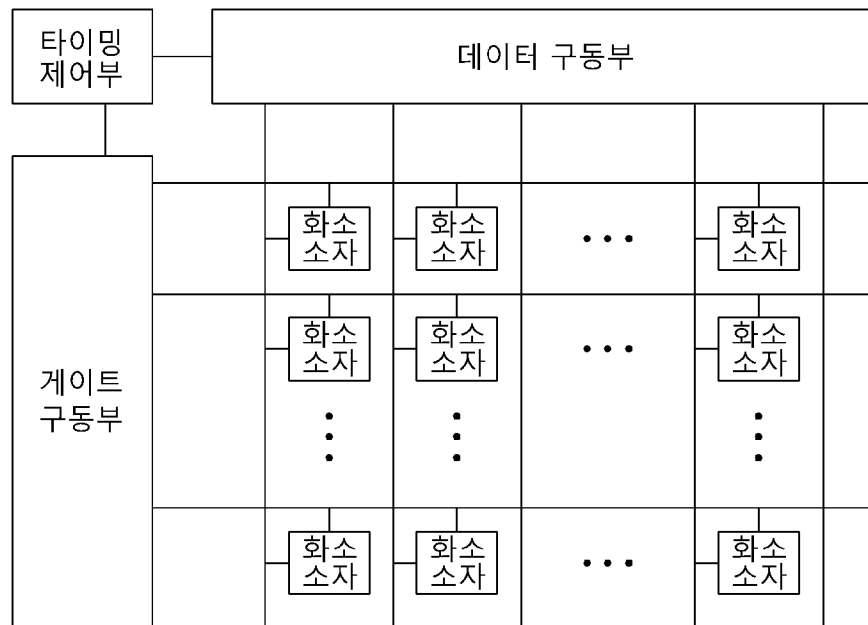
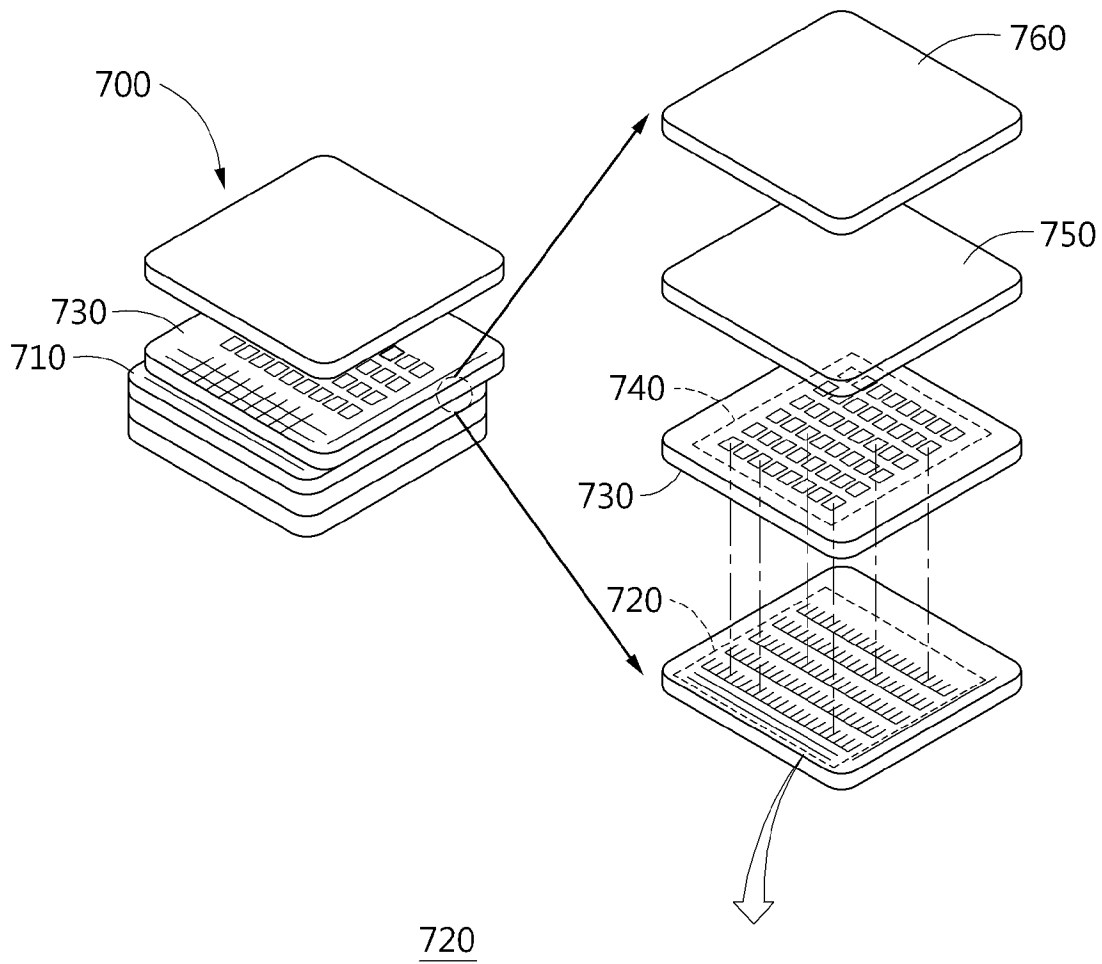
[도6a]



[도6b]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/013896**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H01L 51/56(2006.01)i, H01L 51/00(2006.01)i, H01L 27/32(2006.01)i, H01L 29/786(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 51/56; G02F 1/167; H01L 21/20; G09F 9/30; G09F 9/33; H01L 51/52; H01L 51/50; G06F 1/16; H05B 33/04; H01L 51/00; H01L 27/32; H01L 29/786

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: thin film transistor, polyamide, flexible

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2015-0060015 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 03 June 2015 See paragraph [0102], claims 1, 6 and figures 7a-7u.	1,2,4-13,15-19
Y		3,14
Y	KR 10-2012-0023433 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 13 March 2012 See claim 7.	3,14
A	JP 2015-501461 A (APPLE INC.) 15 January 2015 See paragraphs [0015]-[0126] and figures 1-27.	1-19
A	KR 10-2011-0106539 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 29 September 2011 See paragraphs [0029]-[0119] and figures 1-8.	1-19
A	KR 10-2010-0130898 A (SAMSUNG MOBILE DISPLAY CO., LTD.) 14 December 2010 See paragraphs [0038]-[0094] and figures 1-7.	1-19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 FEBRUARY 2017 (24.02.2017)

Date of mailing of the international search report

24 FEBRUARY 2017 (24.02.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/013896

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0060015 A	03/06/2015	NONE	
KR 10-2012-0023433 A	13/03/2012	US 2012-0056237 A1	08/03/2012
JP 2015-501461 A	15/01/2015	AU 2012-316357 A1	03/04/2014
		AU 2012-316357 B2	11/02/2016
		AU 2016-202872 A1	26/05/2016
		CN 103827771 A	28/05/2014
		EP 2742398 A2	18/06/2014
		KR 10-1597670 B1	25/02/2016
		KR 10-2014-0069302 A	09/06/2014
		KR 10-2016-0022388 A	29/02/2016
		US 2013-0083496 A1	04/04/2013
		US 2015-116920 A1	30/04/2015
		US 2016-179253 A1	23/06/2016
		US 8929085 B2	06/01/2015
		US 9274562 B2	01/03/2016
		WO 2013-048925 A2	04/04/2013
		WO 2013-048925 A3	06/06/2013
KR 10-2011-0106539 A	29/09/2011	KR 10-1669928 B1	27/10/2016
KR 10-2010-0130898 A	14/12/2010	CN 101908555 A	08/12/2010
		CN 101908555 B	24/10/2012
		EP 2259321 A1	08/12/2010
		EP 2259321 B1	25/01/2012
		JP 05791673 B2	07/10/2015
		JP 2010-282966 A	16/12/2010
		JP 2013-254747 A	19/12/2013
		TW 201044899 A	16/12/2010
		US 2010-0308335 A1	09/12/2010
		US 8237165 B2	07/08/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01L 51/56(2006.01)i, H01L 51/00(2006.01)i, H01L 27/32(2006.01)i, H01L 29/786(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 51/56; G02F 1/167; H01L 21/20; G09F 9/30; G09F 9/33; H01L 51/52; H01L 51/50; G06F 1/16; H05B 33/04; H01L 51/00; H01L 27/32; H01L 29/786

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 박막 트랜지스터, 폴리이미드, 플렉서블

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2015-0060015 A (엘지디스플레이 주식회사) 2015.06.03 단락 [0102], 청구항 1, 6 및 도면 7a-7u 참조.	1, 2, 4-13, 15-19
Y		3, 14
Y	KR 10-2012-0023433 A (삼성전자주식회사) 2012.03.13 청구항 7 참조.	3, 14
A	JP 2015-501461 A (APPLE INC.) 2015.01.15 단락 [0015]-[0126] 및 도면 1-27 참조.	1-19
A	KR 10-2011-0106539 A (엘지디스플레이 주식회사) 2011.09.29 단락 [0029]-[0119] 및 도면 1-8 참조.	1-19
A	KR 10-2010-0130898 A (삼성모바일디스플레이주식회사) 2010.12.14 단락 [0038]-[0094] 및 도면 1-7 참조.	1-19

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 02월 24일 (24.02.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 02월 24일 (24.02.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김도원

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0060015 A	2015/06/03	없음	
KR 10-2012-0023433 A	2012/03/13	US 2012-0056237 A1	2012/03/08
JP 2015-501461 A	2015/01/15	AU 2012-316357 A1	2014/04/03
		AU 2012-316357 B2	2016/02/11
		AU 2016-202872 A1	2016/05/26
		CN 103827771 A	2014/05/28
		EP 2742398 A2	2014/06/18
		KR 10-1597670 B1	2016/02/25
		KR 10-2014-0069302 A	2014/06/09
		KR 10-2016-0022388 A	2016/02/29
		US 2013-0083496 A1	2013/04/04
		US 2015-116920 A1	2015/04/30
		US 2016-179253 A1	2016/06/23
		US 8929085 B2	2015/01/06
		US 9274562 B2	2016/03/01
		WO 2013-048925 A2	2013/04/04
		WO 2013-048925 A3	2013/06/06
KR 10-2011-0106539 A	2011/09/29	KR 10-1669928 B1	2016/10/27
KR 10-2010-0130898 A	2010/12/14	CN 101908555 A	2010/12/08
		CN 101908555 B	2012/10/24
		EP 2259321 A1	2010/12/08
		EP 2259321 B1	2012/01/25
		JP 05791673 B2	2015/10/07
		JP 2010-282966 A	2010/12/16
		JP 2013-254747 A	2013/12/19
		TW 201044899 A	2010/12/16
		US 2010-0308335 A1	2010/12/09
		US 8237165 B2	2012/08/07