



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0065294
(43) 공개일자 2016년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/56 (2006.01) C01B 31/04 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0168475
(22) 출원일자 2014년11월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
임종태
서울 관악구 호암로 399 (신림동, 삼성산주공아파트) 301동 1401호
이현구
대전 유성구 은구비남로 55, 704동 602호 (지족동, 열매마을7단지)
(74) 대리인
특허법인 고려

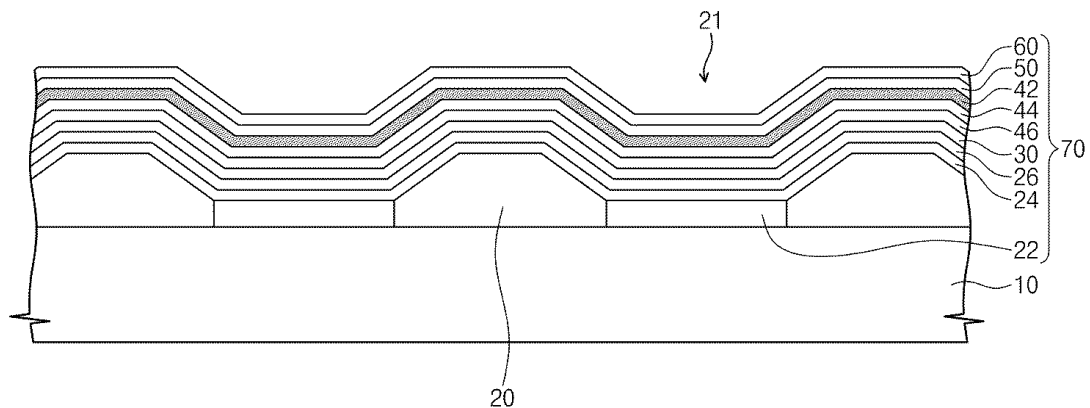
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 그래핀의 전사 방법, 그를 이용한 유기 발광 소자의 제조방법, 및 표시장치의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 그래핀 층의 전사방법, 그를 이용한 유기발광소자의 제조방법 및 표시장치의 제조방법을 개시한다. 그의 전사방법은, 제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계와, 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 기판과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계와, 상기 점착 층 상에 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

이정의

대전 유성구 엑스포로 448 (엑스포아파트) 208동
503호

추혜용

대전 유성 엑스포로 501 (나래아파트) 107동 801호

권병화

대전광역시 유성구 가정로 218

문제현

대전 유성구 가정로 65 (신성동 두레아파트) 102동
1204호

김주연

대전 중구 서문로 96, 208동 403호 (문화동, 센트럴파크2단지아파트)

유병곤

충북 영동군 용산면 빙벽장길 328-12 월로하우스

한준한

대전 유성구 유성대로730번길 78 (장대동, 아이빌아파트) 805호

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 기관 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계;
 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계;
 상기 제 1 기관과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계; 및
 상기 점착 층 상에 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 자기조립 단 분자 층의 형성 단계는:
 상기 제 1 기관 상에 하이드록시기를 형성하는 단계; 및
 상기 제 1 기관 상에 자기조립 단 분자 물질을 제공하는 단계를 포함하되,
 상기 제 1 기관은 1nm 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성된 그래핀 층의 전사방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 하이드록시기의 형성 단계는:
 상기 제 1 기관을 세정액 내에 초음파 처리하는 단계; 및
 상기 제 1 기관을 자외선 오존 처리 및 산소 플라즈마를 처리하는 단계를 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 자기조립 단 분자 물질은, 트라이크로로알킬 실란을 포함하되,
 상기 자기조립 단 분자 층의 형성 단계는, 상기 제 1 기관을 가열하여 상기 트라이크로로알킬실란과 상기 하이드록시기를 축합 반응하는 단계를 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 점착 층과 상기 지지 층의 형성 단계는:
 상기 지지 층 상에 더미 점착 층을 제공하는 단계;
 상기 더미 점착 층과 상기 자기조립 단 분자 층 사이에 점착 제를 제공하여 상기 점착 층을 형성하는 단계를 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 지지 층은 아크릴레이트 처리 또는 우레탄 처리된 폴리에스테르를 포함하고, 상기 더미 점착 층은 아크릴레이트 내지 우레탄을 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 점착 제는 아크릴레이트 또는 에폭시 말단 작용기 갖는 폴리디메틸실록산을 포함하되,

상기 점착 제는 상기 아크릴레이트 말단 작용기의 메타크릴록시프로필 또는 카비놀 말단기를 가진 상기 폴리디메틸실록산을 포함하고,

상기 점착 제는 상기 에폭시 말단 작용기의 (에폭시프로폭시)프로필, (에폭시프로폭실프로필)(디메톡시)실릴, 또는 모노(2,3-에폭시)프로필에테르 말단기를 가진 상기 폴리디메틸실록산을 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 점착 제는 다로큐어 1173의 라디컬 반응 개시제를 더 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 점착 층은 상기 점착제와 상기 더미 점착 사이의 화학반응에 의해 경화되는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 화학반응은 상기 점착제와 상기 더미 점착 층에 제공되는 자외선과 상기 라디컬 반응 개시제의 반응에 의해 유도되는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 그래핀 층들을 전사하는 단계는, 상기 제 1 기판과 다른 제 2 기판과 상기 제 2 기판 상의 촉매 층 상에 화학 기상 증착방법으로 형성된 상기 그래핀 층들을 상기 점착 층에 전사하는 단계를 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 촉매 층 및 상기 제 2 기판을 제거하는 단계를 더 포함하되,

상기 촉매 층은 염화제이철 수용액에 의해 제거되는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 점착 층과 상기 그래핀 층들 사이의 계면은 1 나노미터 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성되는 그래핀 층의 전사방법.

청구항 14

기판 상에 제 1 전극 층을 형성하는 단계;

상기 제 1 전극 층 상에 제 1 전하 주입 층 및 제 1 전하 수송 층을 형성하는 단계;

상기 제 1 전하 수송 층 상에 발광 층을 형성하는 단계;

상기 발광 층 상에 제 2 전하 수송 층 및 제 2 전하 주입 층을 형성하는 단계; 및

상기 제 2 전하 주입 층 상에 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함하되,

상기 그래핀 층들의 전사 단계는:

제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계;
 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계;
 상기 제 1 기판과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계;
 상기 점착 층 상에 상기 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계; 및
 상기 그래핀 층들을 상기 제 2 전하 주입 층 상에 재 전사하는 단계를 포함하는 유기발광소자의 제조방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,
 상기 그래핀 층들은 상기 지지 층 및 상기 점착 층의 양측 방향으로의 신축에 의해 1나노미터 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성되는 유기 발광 소자의 제조방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,
 상기 그래핀 층들은 상기 제 2 전하 주입 층에 등각 접촉방법으로 형성되는 유기발광소자의 제조방법.

청구항 17

기판 상에 제 1 전극 층을 형성하는 단계;
 상기 제 1 전극 층을 노출하는 트렌치들을 갖는 제 1 층간 유전 층을 형성하는 단계;
 상기 제 1 층간 유전 층과 상기 제 1 전극 층 상에 상기 트렌치를 따라 제 1 전하 주입 층, 제 1 전하 수송 층, 발광 층, 제 2 전하 수송 층, 및 제 2 전하 주입 층을 형성하는 단계; 및
 상기 제 2 전하 주입 층 상에 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함하되,
 상기 그래핀 층들의 전사 단계는:
 제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계;
 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계;
 상기 제 1 기판과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계;
 상기 점착 층 상에 상기 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계; 및
 상기 그래핀 층들을 상기 제 2 전하 주입 층 상에 재 전사하는 단계를 포함하는 표시장치의 제조방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,
 상기 트렌치는 상기 제 1 전극 층의 상부면에 대해 7도 내지 22.5도의 경사각을 갖되,
 상기 그래핀 층들은 상기 트렌치들 내에 25퍼센트 이하의 면적으로 신축하는 표시장치의 제조방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,
 상기 그래핀 층들은 상기 트렌치 내에서의 상기 지지 층 및 상기 점착 층의 신축에 의해 1나노미터 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성되는 표시장치의 제조 방법.

청구항 20

제 17 항에 있어서,
 상기 그래핀 층들은 상기 제 2 전하 주입 층에 등각 접촉방법으로 형성되는 표시장치의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기관제조 방법에 관한 것으로, 상세하게는 그래핀의 전사방법, 그를 이용한 유기 발광 소자의 제조방법 및 표시장치의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 늘어난 평판 디스플레이에 대한 소비자의 수요 및 시장확대에 기반해서 투명전극 시장이 급격히 성장할 것으로 예상된다. 투명전극은 디스플레이, 터치스크린, 태양전지 등을 포함하는 광소자, 전자소자 등에 가장 필수적인 부품이다.

[0003] 이러한 광 소자 중에서 투명 유기 발광 소자를 구성하는 상부 투명 전극을 구성하는 층으로 반투명 금속전극(semi-transparent metal electrodes: STMEs), 투명 전도성 산화물(transparent conducting electrodes: TCOs), 그래핀(graphene), 금속 나노와이어(metal nanowires, MNWs), 카본나노튜브(carbon nanotubes: CNTs), 피닷:피에스에스(poly(3,4-ethylenedioxythiophene):polystyrene sulfonate: PEDOT:PSS) 등이 활발히 연구되어 왔다.

[0004] 기존에 투명 OLED 구조에서 흔하게 사용되는 알루미늄, 은, 마그네슘 같은 금속으로 구성되는 STMEs는 높은 반사도와 낮은 투과도의 문제점을 가질 수 있다. 광소자의 전극들 사이에 높은 반사도가 높으면, 다중빔 간섭효과(multi-beam interference effect)에 의해 스펙트럼의 기본라인을 상승시키고, 잡음피크가 발생할 수 있다. 또한, 발광스펙트럼에서 중심파장이 이동될 수 있다. 또한, 소자 내부에서 발생된 빛은 금속 전극 표면의 높은 플라즈몬 폴라리톤 모드에 의해서 금속 표면을 따라 진행하면서 손실될 수 있다.

[0005] TCOs, 그래핀, AgMWs, CNTs, PEDOT:PSS 등은 저반사도/고투과도를 가지기 때문에 STMEs의 단점을 해결할 대체 전극이 될 수 있다. 최근에 OLED를 구성하는 상부 전극 층으로 ITO(tin-doped indium oxide)와 IZO (zinc-doped indium oxide)와 같은 TCOs 형성 기술이 제안되고 있다. 그러나 플라즈마 공정 동안에 발생된 높은 에너지를 가진 중성종, 이온 종, 전자 등에 의해, 소자의 하부 층에 형성된 유기물 층들을 심각하게 손상을 받는다. 또한 TCO는 장시간의 증착 공정시간을 소요한다. 무엇보다도 인듐을 가진 TCOs는 고가이고 잘 깨지기 때문에 유연 투명 OLED에 응용하는데 큰 제약이 있다. AgNWs, CNTs, PSS의 상부 전극은 제한된 용액공정, 복잡한 전사과정 등으로 다양한 공정문제를 일으킨다. 이처럼 STMEs, TCOs, AgNWs, CNTs, PEDOT:PSS는 OLED의 상부 전극에 부적합할 수 있다.

[0006] 한편, 그래핀은 탄소 원자들이 2차원 상에서 벌집 모양의 배열을 이루면서 원자 한 층의 두께를 가지는 전도성 물질이다. 그래핀은 구조적 및 화학적으로도 매우 안정할 뿐 아니라, 매우 뛰어난 전도체로서 실리콘보다 100배 빠르게 전자를 이동시키고 구리보다도 약 100배 가량 더 많은 전류를 흐르게 할 수 있는 2차원 나노 소재이다. 또한 그래핀은 그래핀을 구성하는 층수에 따라서 (100-2.3n)% (n=그래핀의 층수)의 투과도 특성을 보인다. 단층과 10층의 그래핀인 경우에 각각 97.7%와 77.0%의 고투과도 특성을 보인다. 또한 그래핀은 투과도 균일성에 있어서도 기존의 TCOs에 비해서 균일한 특성을 보인다. ITO와 같은 TCO 전극과 그래핀의 광투과도를 비교할 때, 그래핀은 청색 영역에서도 투과도 손실이 발생하지 않는 특성을 지니고 있다. 무엇보다도, 그래핀의 특성은 10층 이내에서 8% 이내의 저반사도를 나타낸다. STMEs는 두께가 증가함에 따라 반사도가 증가하는 특성과는 다른 현상을 가질 수 있다. 저반사의 그래핀으로 STMEs를 대체하면, OLED의 발광층에서 발생된 빛이 표면 플라즈몬 폴라리톤 모드를 통해 사라지는 현상을 상당히 줄어 들 수 있다. 그래핀은 약 30%의 광추출을 향상시킬 수 있다.

[0007] 그래핀의 우수한 전기적, 광학적, 기계적, 화학적 성질에도 불구하고, 지금까지 연구 결과는 OLED의 하부 전극용 그래핀을 형성하기 위하여 습식전사법에 한정되어있고 상부 전극용 그래핀의 전사기술은 개발되지 않았다. OLED를 구성하는 상부 그래핀 전극의 건식 전사기술은 수많은 요소기술들의 개발이 필요하다. 낮은 표면 거칠기, 일정한 두께 균일도, 높은 투과도, 낮은 반사도의 그래핀 층의 형성 방법이 필요하다. 또한, 80도 이하에서 그래핀의 전사공정, 굴곡 패턴 위에 그래핀의 형성기술, 유기부의 상부 층과 그래핀 전극 사이의 등각접촉 및 접착력 향상기술, 그래핀의 정제기술, 그래핀 전극과 유기 부를 구성하는 상부 층과의 일함수 조절기술, 그래핀 전극과 보조 전극간의 높은 접촉저항 등이 극복되어야만 그래핀 상부 전극과 유기 부를 구성하는 상부 층 사이에 전하 주입이 잘 되는 등각 접촉된 치밀한 계면을 얻을 수 있다. 보이드(void)와 같은 비접촉 영역이 생기면 그래핀 전극으로부터 유기 층으로의 전하 주입의 특성 떨어진다. OLED에 상부 그래핀 전극을 응용하기 위해서 습식전사 기술보다는 건식전사기술의 개발은 유기 층의 손상을 막기 위해서 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 과제는 표면 거칠기를 최소화할 수 있는 그래핀 층의 전사방법을 제공하는 데 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 과제는 투과도와 면저항을 감소시킬 수 있는 유기 발광 소자의 제조방법 및 표시장치의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 층의 전사방법은, 제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계; 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 기판과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계; 및 상기 점착 층 상에 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 자기조립 단 분자 층의 형성 단계는: 상기 제 1 기판 상에 하이드록시기를 형성하는 단계; 및 상기 제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 물질을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 기판은 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 하이드록시기의 형성 단계는: 상기 제 1 기판을 세정액 내에 초음파 처리하는 단계; 및 상기 제 1 기판을 자외선 오존 처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 자기조립 단 분자 물질은, 트라이크로로 알킬실란을 포함할 수 있다. 상기 자기조립 단 분자 층의 형성 단계는, 상기 제 1 기판을 가열하여 상기 트라이크로로알킬실란과 상기 하이드록시기를 축합 반응하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 점착 층과 상기 지지 층의 형성 단계는: 상기 지지 층 상에 더미 점착 층을 제공하는 단계; 상기 더미 점착 층과 상기 자기조립 단 분자 층 사이에 점착 제를 제공하여 상기 점착 층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 지지 층은 아크릴레이트 또는 우레탄 처리된 폴리에스테르를 포함하고, 상기 더미 점착 층은 아크릴레이트를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 점착 제는 상기 점착 제는 아크릴레이트 또는 에폭시 말단 작용기 갖는 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다. 상기 점착 제는 상기 아크릴레이트 말단 작용기의 메타크릴록시프로필 또는 카비놀 말단기를 가진 상기 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다. 상기 점착 제는 상기 에폭시 말단 작용기의 (에폭시프로폭시)프로필, (에폭시프로폭실프로필)(디메톡시)실릴, 또는 모노(2,3-에폭시)프로필에테르 말단기를 가진 상기 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 점착 제는 다로큐어 1173의 라디컬 반응 개시제를 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 점착 층은 상기 점착제와 상기 더미 점착 층 사이의 아크릴레이트 반응에 의해 경화될 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 아크릴레이트 반응은 상기 점착제와 상기 더미 점착 층에 제공되는 자외선과 상기 라디컬 반응 개시제의 반응에 의해 유도될 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 그래핀 층들을 전사하는 단계는, 상기 제 1 기판과 다른 제 2 기판과 상기 제 2 기판 상의 촉매 층 상에 화학 기상 증착 방법으로 형성된 상기 그래핀 층들을 상기 점착 층에 전사하는 단계를 포함하는 그래핀 층의 전사방법.

[0021] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 촉매 층 및 상기 제 2 기판을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 촉매 층은 염화제이철 수용액에 의해 제거될 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 점착 층과 상기 그래핀 층들 사이의 계면은 1nm 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성될 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 예에 따른 유기 발광 소자의 제조방법은, 기판 상에 제 1 전극 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 전극 층 상에 제 1 전하 주입 층 및 제 1 전하 수송 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 전하 수송 층 상에 발광 층

을 형성하는 단계; 상기 발광 층 상에 제 2 전하 수송 층 및 제 2 전하 주입 층을 형성하는 단계; 및 상기 제 2 전하 주입 층 상에 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 그래핀 층들의 전사 단계는: 제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계; 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 기판과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계; 상기 점착 층 상에 상기 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계; 및 상기 그래핀 층들을 상기 제 2 전하 주입 층 상에 전사하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 그래핀 층들은 상기 지지 층 및 상기 점착 층의 양측 방향으로의 신축에 의해 1나노미터 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성될 수 있다.

[0025] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 그래핀 층들은 상기 제 2 전하 주입 층에 등각 접촉방법으로 형성될 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 표시장치의 제조방법은, 기판 상에 제 1 전극 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 전극 층을 노출하는 트렌치들을 갖는 제 1 층간 유전 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 층간 유전 층과 상기 제 1 전극 층 상에 상기 트렌치를 따라 제 1 전하 주입 층, 제 1 전하 수송 층, 발광 층, 제 2 전하 수송 층, 및 제 2 전하 주입 층을 형성하는 단계; 및 상기 제 2 전하 주입 층 상에 그래핀 층들을 전사하는 단계를 포함한다. 상기 그래핀 층들의 전사 단계는: 제 1 기판 상에 자기조립 단 분자 층을 형성하는 단계; 상기 자기조립 단 분자 층 상에 점착 층과 지지 층을 형성하는 단계; 상기 제 1 기판과 상기 자기조립 단 분자 층을 제거하여 상기 점착 층을 노출하는 단계; 상기 점착 층 상에 상기 복수개의 그래핀 층들을 전사하는 단계; 및 상기 그래핀 층들을 상기 제 2 전하 주입 층 상에 전사하는 단계를 할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 트렌치는 상기 제 1 전극 층의 상부면에 대해 7도 내지 22.5도의 경사각을 갖고, 상기 그래핀 층들은 상기 트렌치들 내에 25퍼센트 이하의 면적으로 신축할 수 있다.

[0028] 본 발명의 다른 예에 따르면, 상기 그래핀 층들은 상기 트렌치 내에서의 상기 지지 층 및 상기 점착 층의 신축에 의해 1나노미터 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성될 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 예에 따르면, 상기 그래핀 층들은 상기 제 2 전하 주입 층에 등각 접촉방법으로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0030] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예들에 따른 그래핀 층의 전사방법은 1nm 이하의 표면 거칠기를 갖는 그래핀 층을 획득할 수 있다. 유기 발광 소자의 제조방법 및 표시장치의 제조방법은 बैंक 패턴을 지닌 제 1 층간 유전 층의 트렌치 내에 그래핀 층을 전사하여 유기 발광 소자의 반사도와 면저항을 감소시키고, 투과도를 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 예에 따른 표시장치를 나타내는 단면도이다.

도 2 및 도 3은 도 1의 유기 발광 소자들의 전류밀도-전압-휘도 그래프와 전류 효율-전류밀도 그래프이다.

도 5 내지 도 7은 도 1의 표시장치의 제조방법을 나타내는 공정 단면도들이다.

도 8 내지 도 15는 도 1의 제 2 전극 층, 점착 층, 및 지지 층의 전사 방법을 나타내는 공정 단면도들이다.

도 16 내지 도 20은 도 4의 표시장치의 제조방법을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

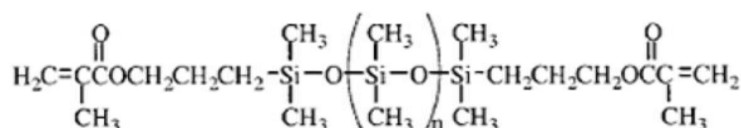
[0032] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면들과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당 업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전문에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0033] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 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. 또한, 명세서에서 사용된 층 또는 막은 적어도 하나의 패턴들로 이해될 수 있을 것이다. 바람직한 실시 예에 따른 것이기 때문에, 설명의 순서에 따라 제시되는 참조 부호는 그 순서에 반드시 한정되지는 않는다.

- [0034] 도 1은 본 발명의 일 예에 따른 표시장치를 보여준다.
- [0035] 본 발명의 일 예에 따른 표시장치는 수동형 표시장치(100a)이다. 수동형 표시장치(100a)는 크게 기관(10), 제 1 층간 유전 층(20), 및 유기 발광 소자들(70)을 포함할 수 있다.
- [0036] 기관(10)은 글래스와 같은 투명 기관을 포함할 수 있다.
- [0037] 제 1 층간 유전 층(20)은 기관(10) 상에 배치될 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 트렌치들(21)을 가질 수 있다. 트렌치들(21)은 기관(10)에 대하여 7° 내지 약 22.5° 경사각의 양 측벽들을 가질 수 있다.
- [0038] 유기 발광 소자들(70)은 트렌치들(21) 내에 형성될 수 있다. 예를 들어, 유기 발광 소자(70)는 제 1 전극 층(22), 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 제 2 전하 주입 층(44), 제 2 전극 층(42), 점착 층(50), 및 지지 층(60)을 포함할 수 있다.
- [0039] 제 1 전극 층(22)은 음의 전극일 수 있다. 제 1 전극 층(22)은 IT0, 알루미늄, 및/또는 그래핀을 포함할 수 있다. 이와 달리, 제 1 전극 층(22)은 양의 전극일 수도 있다.
- [0040] 제 1 전하 주입 층(24)은 제 1 전극 층(22) 상에 배치될 수 있다. 제 1 전하 주입 층(24)은 전자 주입 층일 수 있다. 제 1 전하 주입 층(24)은 리튬, 아연, 칼슘, 칼륨, 및/또는 세슘의 금속을 포함하는 금속 산화막 또는 금속 탄화막을 포함할 수 있다. 이와 달리, 제 1 전하 주입 층(24)은 정공 주입 층일 수 있다. 제 1 전하 주입 층(24)은 CuPc 또는 m-MTDATA를 포함할 수 있다.
- [0041] 제 1 전하 수송 층(26)은 제 1 전하 주입 층(24) 상에 배치될 수 있다. 제 1 전하 수송 층(26)은 전자 수송 층일 수 있다. 제 1 전하 수송 층(26)은 Alq3, TAZ, 또는 LiF를 포함할 수 있다. 이와 달리, 제 1 전하 수송 층(26)은 정공 수송 층일 수도 있다. 제 1 전하 수송 층(26)은 αNPD, TPD, 또는 Teflon-AF를 포함할 수 있다.
- [0042] 유기 발광 층(30)은 제 1 전하 수송 층(26) 및 제 1 층간 유전 층(20) 상에 배치될 수 있다. 유기 발광 층(30)은 단분자 및 폴리머를 포함할 수 있다. 유기 발광 층(30)은 제 1 및 제 2 전극 층들(22, 42)에 제공되는 전자와 정공의 재결합에 의해 발광할 수 있다. 빛은 유기 발광 층(30)의 유기물질 중 호스트(host)와 도펀트(dopant)의 조성비에 따라 변화될 수 있다.
- [0043] 제 2 전하 수송 층(46)은 유기 발광 층(30) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전하 수송 층(46)은 정공 수송 층일 수 있다. 제 2 전하 수송 층(46)은 αNPD, TPD, 또는 Teflon-AF를 포함할 수 있다.
- [0044] 제 2 전하 주입 층(44)은 제 2 전하 수송 층(46) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전하 주입 층(44)은 정공 주입 층일 수 있다. 제 2 전하 주입 층(44)은 CuPc 또는 m-MTDATA를 포함할 수 있다.
- [0045] 제 2 전극 층(42)은 제 2 전하 주입 층(44) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 양의 전극일 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 단층 내지 복수개의 그래핀 층들을 포함할 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 그래핀 층들의 제 2 전극 층(42)은 수동형 표시장치(100a)의 반사도를 줄이고, 투과도를 높일 수 있다. 또한, 제 2 전극 층(42)은 수동형 표시장치(100a)의 면저항 특성을 감소시킬 수 있다.
- [0046] 점착 층(50)은 제 2 전극 층(42) 상에 배치될 수 있다. 점착 층(50)은 점탄성을 지닌 반고체로서, 외력에 의해 변형될 수 있다. 일 예에 따르면, 점착 층(50)은 다른 종류의 복수의 말단 작용기들을 갖는 폴리디메틸실록산들을 포함할 수 있다. 먼저, 점착 층(50)은 화학식 1의 메타크릴록시프로필 말단 작용기를 가진 폴리디메틸실록산(Methacryloxypropyl terminated polydimethylsiloxanes)을 포함할 수 있다.

화학식 1

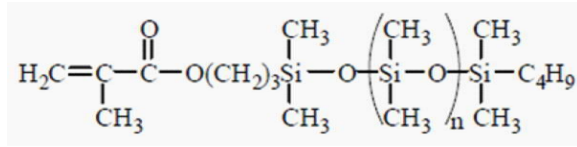


[0047]

[0048] 여기서, n은 자연수를 포함하고, 중량평균 분자량은 500~100,000 이다.

[0049] 다음, 점착 층(50)은 화학식 2의 모노메타크릴록시프로필 말단기를 가진 폴리디메틸실록산(Monomethacryloxypropyl terminated polydimethylsiloxanes)을 포함할 수 있다.

화학식 2

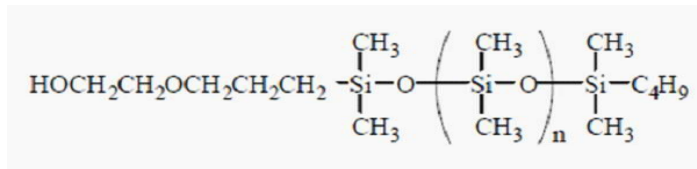


[0050]

[0051] 여기서, n은 자연수를 포함하고, 중량평균 분자량은 500~100,000 이다.

[0052] 점착 층(50)은 화학식 3의 모노카비놀 말단기를 가진 폴리디메틸실록산(Monocarbinol terminated polydimethylsiloxane)을 포함할 수 있다.

화학식 3

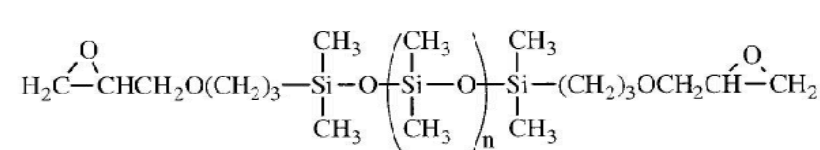


[0053]

[0054] 여기서, n은 자연수를 포함하고, 중량평균 분자량은 1,000~100,000 이다.

[0055] 점착 층(50)은 화학식 4의 에폭시프로폭시프로필 말단기를 가진 폴리디메틸실록산(Epoxypropoxypropyl terminated polydimethylsiloxane)을 포함할 수 있다.

화학식 4

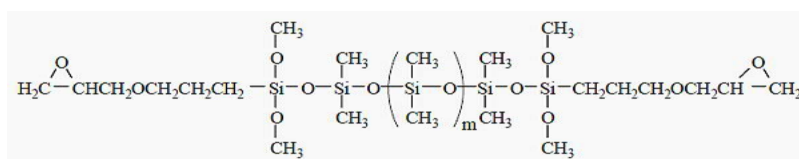


[0056]

[0057] 여기서, n은 자연수를 포함하고, 중량평균 분자량은 1,000~500,000 이다.

[0058] 점착 층(50)은 화학식 5의 에폭시프로폭시프로폭시디메톡시실릴 말단기를 가진 폴리디메틸실록산((Epoxypropoxypropyl)dimethoxysilyl terminated polydimethylsiloxane)을 포함할 수 있다.

화학식 5

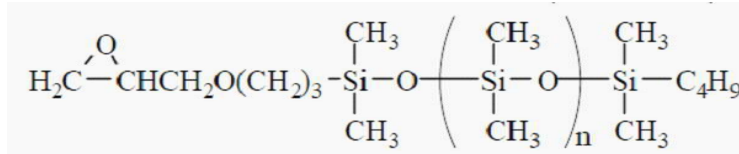


[0059]

[0060] 여기서, n은 자연수를 포함하고, 중량평균 분자량은 1,000~500,000 이다.

[0061] 점착 층(50)은 화학식 6의 모노2,3-에폭시프로필에테르 말단기를 가진 폴리디메틸실록산(Mono-(2,3-epoxy)propylether terminated polydimethylsiloxane)을 포함할 수 있다.

화학식 6



[0062]

[0063] 여기서, n은 자연수를 포함하고, 중량평균 분자량은 1,000~500,000 이다.

[0064] 지지 층(60)은 점착 층(50) 상에 배치될 수 있다. 지지 층(60)은 폴리에스테르 필름을 포함할 수 있다. 지지 층(60)은 트렌치들(21)의 측벽과 바닥을 따라 연장할 수 있다. 지지 층(60)은 제 2 전극 층(42) 및 점착 층(50)을 고정할 수 있다. 지지 층(60)은 트렌치들(21) 내의 제 2 전극 층(42) 및 점착 층(50)에 인장력을 제공할 수 있다.

[0065] 도 2 및 도 3은 도 1의 유기발광소자들의 전류밀도-전압-휘도 곡선과 전류 효율-전류밀도 곡선을 보여준다.

[0066] 도 2를 참조하면, 표시장치는 6 V가 제공되면 1000 cd/m²의 배면 발광 휘도(201)를 가질 수 있다. 배면 발광은 유기 발광 소자(70) 아래에서 측정될 수 있다. 표시장치는 6.5 V가 제공되면 1000 cd/m²의 전면 발광 휘도(202)를 가질 수 있다. 전면 발광은 기관(10) 상의 유기발광소자(70)의 위에서 측정될 수 있다.

[0067] 도 3을 참조하면, 표시장치는 약 1000 cd/m²의 배면 발광에서 5.26 cd/A의 전류 효율(203)을 갖고, 약 1000 cd/m²의 전면 발광의 3.71 cd/A의 전류 효율(204)을 가질 수 있다.

[0068] 도 4는 본 발명의 다른 예에 따른 표시장치를 보여준다. 표시장치는 능동형 표시장치(100b)일 수 있다. 능동형 표시장치(100b)는 기관(10), 패시베이션 층(11), 박막트랜지스터(12), 제 1 층간 유전 층(20), 유기 발광 소자(70), 및 봉지 층(80)을 포함할 수 있다.

[0069] 패시베이션 층(11)은 기관(10)의 전면에 배치될 수 있다. 패시베이션 층(11)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 알루미늄 산화막, 또는 알루미늄 실화막을 포함할 수 있다.

[0070] 박막트랜지스터(12)는 유기 발광 소자(70)에 인접하여 패시베이션 막(11) 상에 배치될 수 있다. 박막트랜지스터(12)는 유기발광소자(70)에 연결될 수 있다. 박막트랜지스터(12)는 유기발광소자(70)의 턴온 신호를 제어할 수 있다. 박막트랜지스터(12)는 바텀 게이트 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 박막트랜지스터(12)는 게이트 전극(13), 반도체 층(14), 소스 전극(15), 및 드레인 전극(16)을 포함할 수 있다. 게이트 전극(13)은 패시베이션 층(11) 상에 배치될 수 있다. 반도체 층(14)은 게이트 전극(13) 상에 배치될 수 있다. 소스 전극(15) 및 드레인 전극(16)은 반도체 층(14)의 양측 가장자리들 상에 배치될 수 있다. 제 2 층간 유전 층(18)은 패시베이션 층(11)과 소스 전극(15) 사이 및 패시베이션 층(11)과 드레인 전극(16) 사이에 배치될 수 있다. 드레인 전극(16)은 제 1 전극 층(22)에 연결될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 소스 전극(15)은 상기 게이트 전극(13)과 교차하는 방향의 데이터 라인(미도시)에 연결될 수 있다.

[0071] 제 1 층간 유전 층(20)은 박막트랜지스터(12)를 덮을 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 패시베이션 층일 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 제 1 전극 층(22)을 노출하는 트렌치(21)를 가질 수 있다. 트렌치(21)의 측벽들은 제 1 전극 층(22)에 대해 약 7° 내지 약 22.5°의 경사각을 가질 수 있다.

[0072] 유기 발광 소자(70)는 트렌치(21) 내에 메사 구조로 배치될 수 있다. 유기 발광소자(70)의 제 1 전하 주입 층(24)은 트렌치(21)를 따라 제 1 층간 유전 층(20) 및 제 1 전극 층(22) 상에 배치될 수 있다. 제 1 전하 수송 층(26)은 제 1 전하 주입 층(24) 상에 배치될 수 있다. 유기 발광 층(30)은 제 1 전하 수송 층(26) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전하 수송 층(46)은 유기 발광 층(30) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전하 주입 층(44)은 제 2 전하 주입 층(44) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 제 2 전하 주입 층(44) 상에 배치될 수 있다. 제 2 전극

층(42)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 갖는 그래핀 층들을 포함할 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 능동형 표시장치(100b)의 반사도를 줄이고, 투과도를 높일 수 있다. 또한, 제 2 전극 층(42)은 능동형 표시장치(100b)의 면저항 특성을 감소시킬 수 있다. 점착 층(50)은 제 2 전극 층(42) 상에 배치될 수 있다. 지지 층(60)은 점착 층(50) 상에 배치될 수 있다. 봉지 층(80)은 지지 층(60) 상에 배치될 수 있다.

[0073] 이와 같이 구성된 본 발명의 실시 예들에 따른 표시장치의 제조방법을 설명하면 다음과 같다.

[0074] 도 5 내지 도 7은 도 1의 표시장치의 제조방법을 나타내는 공정 단면도들이다.

[0075] 도 5를 참조하면, 기판(10) 상에 제 1 전극 층(22)을 형성한다. 제 1 전극 층(22)은 박막 증착 공정, 포토리소그래피 공정 및 식각 공정으로 형성될 수 있다. 박막 증착 공정은 ITO와 같은 투명 금속 층을 기판(10) 상에 형성하는 공정일 수 있다. 포토리소그래피 공정은 포토레지스트 패턴을 투명 금속 층 상에 형성하는 공정일 수 있다. 식각 공정은 포토레지스트 패턴으로부터 노출된 투명 금속 층을 제거하는 공정일 수 있다. 식각 공정은 습식 식각 공정 및/또는 건식 식각 공정을 포함할 수 있다.

[0076] 도 6을 참조하면, 제 1 전극 층(22)으로부터 노출된 기판(10) 상에 제 1 층간 유전 층(20)을 형성한다. बैं크 패턴인 제 1 층간 유전 층(20)에 의해서 유기 발광 소자(70) 상에 형성되는 픽셀들(미도시)은 서로 단락될 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 포토리소그래피 공정에 의해 형성될 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 포토레지스트를 포함할 수 있다. 이와 달리, 제 1 층간 유전 층(20)은 박막 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 형성될 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 제 1 전극 층(22)을 노출할 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 제 1 전극 층(22)보다 높을 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 트렌치들(21)에 의해 정의되는 메사 구조(25)로 형성될 수 있다. 트렌치들(21)의 양 측벽들(23)은 제 1 전극 층(22)의 상부면에 대해 약 7° 내지 약 22.5°의 기울기를 가질 수 있다. 다시 말해, 제 1 층간 유전 층(20)은 대해 약 7° 내지 약 22.5°의 경사각을 갖는 트렌치들(21)을 가질 수 있다.

[0077] 도 7을 참조하면, 제 1 전극 층(22) 및 제 1 층간 유전 층(20) 상에 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 및 제 2 전하 주입 층(44)을 순차적으로 형성한다. 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 및 제 2 전하 주입 층(44)은 유기 박막 증착 공정으로 형성될 수 있다. 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 제 2 전하 주입 층(44)은 트렌치들(21) 및 메사 구조(25)를 따라 형성될 수 있다. 이와 달리, 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 제 2 전하 주입 층(44)은 메탈 마스크에 의해 제 1 전극 층(22) 상에 형성될 수 있다.

[0078] 다시 도 1을 참조하면, 제 2 전극 층(42), 점착 층(50), 및 지지 층(60)을 형성한다. 제 2 전극 층(42), 점착 층(50) 및 지지 층(60)은 제 2 전하 주입 층(44) 상에 건식으로 전사(transfer)될 수 있다.

[0079] 이하, 제 2 전극 층(42), 점착 층(50) 및 지지 층(60)의 전사 방법은 도 7 내지 도 14를 참조하여 설명한다.

[0080] 도 8 내지 도 15는 도 1의 제 2 전극 층(42), 점착 층(50), 및 지지 층(60)의 전사 방법을 나타내는 공정 단면도들이다.

[0081] 도 8을 참조하면, 제 1 기판(102) 상에 하이드록시기(OH⁻)를 형성한다. 제 1 기판(102)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 갖는 실리콘 기판을 포함할 수 있다. 제 1 기판(102)은 화학적물리적연마(CMP)방법에 의해 1nm 이하의 표면 거칠기로 형성될 수 있다. 제 1 기판(102)은 아세톤, 메탄올, 및/또는 탈이온 수 내에서 초음파 세정될 수 있다. 하이드록시기(OH⁻)는 자외선 오존 처리 및 산소 플라즈마 처리에 의해 제 1 기판(102) 상에 형성될 수 있다.

[0082] 도 9를 참조하면, 제 1 기판(102) 상에 자기조립 단 분자 층(104)을 형성한다. 자기조립 단 분자 층(104)은 하이드록시기(OH⁻)와 자기조립 단 분자 물질의 반응으로부터 형성될 수 있다. 자기조립 단 분자 물질은 트리클로로헥타데카플루오로데실실란(trichloro(1H, 1H, 2H, 2H-heptadecafluorodecyl)silane)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 자기조립 단 분자 물질은 제 1 기판(102) 상에 도포될 수 있다. 하이드록시기(OH⁻)와 자기조립 단 분자 물질은 축합 반응될 수 있다. 이후, 제 1 기판(102)은 세정 및 건조될 수 있다. 제 1 기판(102)의 세정 공정은 아세톤, 톨루엔, 메탄올, 및/또는 탈 이온 수에 의해 수행될 수 있다. 제 1 기판(102)은 약 100도 내지 약 130도의 고온과 약 10⁻² torr의 저진공에서 건조될 수 있다. 이 과정에서 자기조립 단 분자 층(104)은 정제(refin

e)될 수 있다. 자기조립 단 분자 층(104)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다.

[0083] 도 10 참조하면, 자기조립 단 분자 층(104) 상에 점착 제(103), 더미 점착 층(52), 및 지지 층(60)을 제공한다. 더미 점착 층(52)은 지지 층(60)에 형성될 수 있다. 지지 층(60)은 아크릴레이트(acrylate)가 처리된 폴리에스테르(이하 PET)를 포함할 수 있다. 더미 점착 층(52)은 아크릴레이트를 포함할 수 있다. 점착 제(103)는 액상을 가질 수 있다. 예를 들어, 점착 제(103)는 라디컬 반응 개시제를 구비한 아크릴레이트 내지 에폭시 말단 작용기를 갖는 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다. 점착제(103)는 아크릴레이트 말단 작용기의 메타크릴록시프로필 또는 카비놀 말단기를 가진 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다. 이와 달리, 점착제(103)는 에폭시 말단 작용기의 (에폭시프로폭시)프로필, (에폭시프로폭실프로필)(디메톡시)실릴, 또는 모노(2,3-에폭시)프로필에테르 말단기를 가진 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다. 라디컬 반응 개시제는 다로큐어 1173(Darocure 1173)를 포함할 수 있다. 점착 제(103)는 약 0.5wt%의 라디컬 반응 개시제를 포함할 수 있다. 점착 제(103)는 자기조립 단 분자 층(104) 상에 도포될 수 있다. 점착 제(103)는 자기조립 단 분자 층(104)과 더미 점착 층(52) 사이에 액체 다리를 형성할 수 있다. 이후, 점착 제(103)는 더미 점착 층(52) 내에 침투할 수 있다. 점착 제(103)는 자기조립 단 분자 층(104)과 지지 층(60)을 접합할 수 있다. 지지 층(60)은 아크릴레이트 처리되지 않았을 경우 점착 제(103)와 지지 층(60)은 접합되지 않을 수 있다. 이와 달리, 아크릴레이트는 지지 층(60)과 더미 점착 층(52) 사이에 개재될 수도 있다. 지지 층(60)은 우레탄 처리된 PET를 포함할 수 있다.

[0084] 도 11을 참조하면, 자기조립 단 분자 층(104)과 지지 층(60) 사이에 점착 층(50)을 형성한다. 점착 층(50)은 점착 제(103) 및 더미 점착 층(52)의 아크릴레이트 반응에 의해 형성될 수 있다. 아크릴레이트 반응은 자외선에 의해 유도될 수 있다. 점착 제(103)는 복수개의 아크릴레이트 말 작용기를 가질 수 있다. 추가적으로, 점착 층(50)은 아크릴레이트 반응에 의해 지지 층(60)에 견고하게 접합될 수 있다. 이때, 점착 층(50)은 자기조립 단 분자 층(104)과의 접촉면에 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다.

[0085] 도 12를 참조하면, 자기조립 단 분자 층(104) 및 제 1 기판(102)을 제거하여 점착 층(50)을 노출한다. 자기조립 단 분자 층(104) 및 제 1 기판(102)은 물리적 힘에 의해 점착 층(50) 및 지지 층(60)으로부터 분리될 수 있다. 점착 층(50)의 노출 면은 제 1 기판(102)과 동일한 표면 거칠기를 가질 수 있다. 예를 들어, 노출된 점착 층(50)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다.

[0086] 도 13을 참조하면, 점착 층(50)에 제 2 예비 전극 층(41)을 형성한다. 제 2 예비 전극 층(41)은 단층 내지 복수개의 그래핀 층들일 수 있다. 그래핀 층들은 화학 기상 증착방법으로 형성될 수 있다. 제 2 예비 전극 층(41)의 소스일 수 있다. 제 2 예비 전극 층(41)은 전사방법(transferring method)에 의해 형성될 수 있다. 일 예에 따르면, 제 2 예비 전극 층(41)은 제 2 기판(110) 및 촉매 층(112) 상에 제공될 수 있다. 제 2 기판(110)은 실리콘 기판을 포함할 수 있다. 촉매 층(112)은 니켈 촉매를 포함할 수 있다. 제 2 예비 전극 층(41)은 점착 층(50)에 등각 접촉 방법으로 접합될 수 있다. 등각 접촉 방법은 점착 층(50)과 제 2 예비 전극 층(41) 사이에 공기를 제거하여 점착 층(50)과 제 2 예비 전극 층(41)을 접합하는 방법이다. 제 2 예비 전극 층(41)의 그래핀의 색상은 은색에서 금색으로 변화할 수 있다. 점착 층(50)과 제 2 예비 전극 층(41) 사이의 계면들(surfaces)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다.

[0087] 도 14를 참조하면, 촉매 층(112) 및 제 2 기판(110)을 제거하여 제 2 예비 전극 층(41)을 노출한다. 촉매 층(112)은 식각액에 의해 제거될 수 있다. 식각액은 염화제이철 수용액을 포함할 수 있다. 제 2 기판(110)은 제 2 예비 전극 층(41)으로부터 분리될 수 있다. 제 2 예비 전극 층(41)은 세정될 수 있다. 제 2 예비 전극 층(41)의 세정 용액은 염산 및/또는 탈 이온수를 포함할 수 있다.

[0088] 도 15 및 도 1을 참조하면, 제 2 예비 전극 층(41), 점착 층(50), 및 지지 층(60)을 제 2 전하 주입 층(44) 상에 전사한다. 여기서, 제 2 예비 전극 층(41) 및 제 2 전극 층(42)은 실질적으로 동일한 단층 내지 복수개의 그래핀 층들을 포함할 수 있다. 다만, 제 2 전극 층(42)은 제 2 예비 전극 층(41)보다 넓은 표면적을 갖는 그래핀 층들을 포함할 수 있다. 제 2 예비 전극 층(41)은 트랜치(21)의 바닥 및 양측 측벽들(23)에서 신축(stretch)될 수 있다. 제 2 전극 층(42)과 점착 층(50) 사이의 계면들은 1nm 이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 제 2 전하 주입 층(44)에 등각 접촉방법으로 접합될 수 있다. 도시되지 않았지만, 지지 층(60)은 탄성 층(미도시)에 의해 기판(10)에 압착될 수 있다. 이후, 탄성 층은 제거될 수 있다.

[0089] 한편, 그래핀 층들의 제 2 전극 층(42)은 굴곡 패턴 위에 전사는 연신성(stretching)의 특성을 가질 수 있다. 일반적으로 그래핀 층들은 112% 이하로 신축되면 전기적 특성이 변화되지 않지만, 112% 초과하여 신축되면 전기적 특성이 변화될 수 있다. 예를 들어, 완전한 평면에 전사된 제 2 전극 층(42)의 평탄한 면적은 수학식 1로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$A_{\text{PLANE}} = x \times y$$

여기서, A_{PLANE} 는 제 2 전극 층(42)의 평탄 면적일 수 있다. x 는 가로축의 길이이고, y 는 세로축의 길이일 수 있다. 이론적으로 스트레칭이 가능한 제 2 전극 층(42)의 굽은(bending) 면적은 수학식 2로 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$A_{\text{CURVE}} = (1.12)^2 A_{\text{PLANE}}$$

여기서, A_{CURVE} 은 제 2 전극 층(42)의 굽은 면적이다. 제 2 전극 층(42)의 굽은 면적은 평탄한 면적의 1.25배 이하로 증가할 수 있다. 즉, 그래핀 층들의 제 2 전극 층(42)은 트렌치들(21) 내에 평탄한 면적의 25%이하로 신축 되도록 전사될 수 있다. 신축된 제 2 전극 층(42)은 1nm이하의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 나아가, 신축된 제 2 전극 층(42)과 점착 층(50) 사이의 계면들은 1nm 이하의 낮은 표면 거칠기를 가질 수 있다. 낮은 표면 거칠기는 제 2 전극 층(42)의 반사도와 면저항을 감소시키고, 투과도를 증가시킬 수 있다.

도시되지는 않았지만, 지지 층(60) 상에 봉지 층이 형성될 수 있다. 점착 층(50)은 봉지 층 또는 그 상의 스택들에 의해 보호되어야 하기 때문에 높은 접착력을 가질 수 있다.

도 16 내지 도 20은 도 4의 표시장치의 제조방법을 보여준다.

도 16을 참조하면, 기판(10) 상에 패시베이션 층(11), 게이트 전극(13), 및 반도체 층(14)을 형성한다. 패시베이션 층(11)은 화학 기상 증착방법으로 기판(10)의 전면에 형성될 수 있다. 게이트 전극(13) 및 반도체 층(14)은 단위 공정들을 통해 패시베이션 층(11) 상에 형성될 수 있다. 단위 공정들은 박막 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정을 포함할 수 있다. 게이트 전극(13)은 금속 증착공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 형성될 수 있다. 제 2 층간 유전 층(18)은 유전체를 포함할 수 있다. 제 2 층간 유전 층(18)은 유전체의 화학 기상 증착 공정, 포토 리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 형성될 수 있다. 반도체 층(14)은 실리콘 화학 기상 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 형성될 수 있다.

도 17을 참조하면, 제 1 전극 층(22)을 형성한다. 제 1 전극 층(22)은 박막트랜지스터(12)에 인접하는 기판(10) 상에 형성될 수 있다. 제 1 전극 층(22)은 ITO의 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 형성될 수 있다.

도 18을 참조하면, 소스 전극(15) 및 드레인 전극(16)을 형성한다. 소스 전극(15) 및 드레인 전극(16)은 금속 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 반도체 층(14)의 양측들 및 제 1 전극 층(22) 상에 형성될 수 있다.

도 19를 참조하면, 제 1 층간 유전 층(20)을 형성한다. 제 1 층간 유전 층(20)은 유전 층의 증착 공정, 포토리소그래피 공정, 및 식각 공정에 의해 형성될 수 있다. 제 1 층간 유전 층(20)은 박막트랜지스터(12)를 덮고 제 1 전극 층(22)을 노출하는 트렌치(21)를 가질 수 있다. 트렌치(21)의 양 측벽들(23)은 약 7° 내지 약 22.5°의 경사각을 갖도록 형성될 수 있다.

도 20을 참조하면, 제 1 층간 유전 층(20) 및 제 1 전극 층(22) 상에 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 제 2 전하 주입 층(44)을 순차적으로 형성한다. 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 제 2 전하 주입 층(44)은 트렌치(21)를 따라 순차적으로 형성될 수 있다. 이와 달리, 제 1 전하 주입 층(24), 제 1 전하 수송 층(26), 유기 발광 층(30), 제 2 전하 수송 층(46), 제 2 전하 주입 층(44)은 메탈 마스크에 의해 제 1 전극 층(22) 상에 형성될 수 있다.

도 21을 참조하면, 제 2 전하 주입 층(44) 상에 제 2 전극 층(42), 점착 층(50), 및 지지 층(60)을 전사한다.

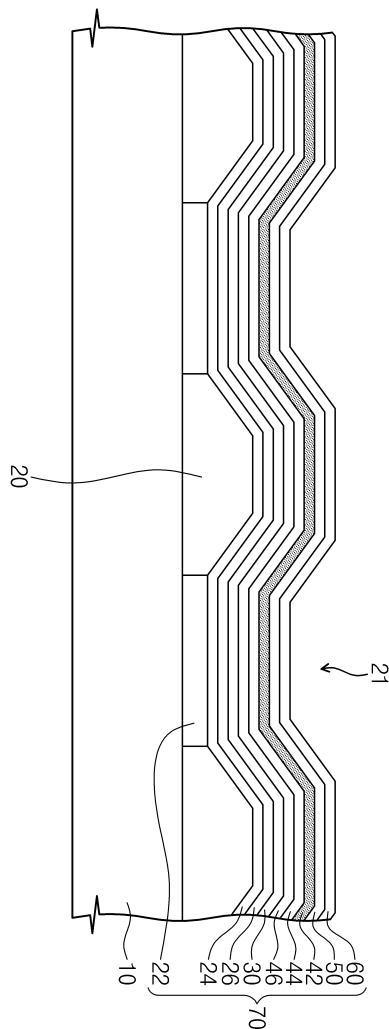
제 2 전극 층(42), 점착 층(50), 및 지지 층(60)은 도 8 내지 도 14에 근거하여 제조될 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 등각접착방법으로 제 2 전하 주입 층(44) 상에 접합될 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 트렌치(21) 내에 25% 이하로 신장되도록 전사될 수 있다. 제 2 전극 층(42)은 1nm 이하의 표면 거칠기를 갖도록 형성될 수 있다. 제 2 전극 층(42)의 반사도 및 면저항을 감소할 수 있다. 제 2 전극 층(42)의 투과도는 증가할 수 있다.

[0102] 도 4를 참조하면, 지지 층(60) 상에 봉지 층(80)을 형성한다. 봉지 층(80)은 유기발광소자(70)를 보호할 수 있다.

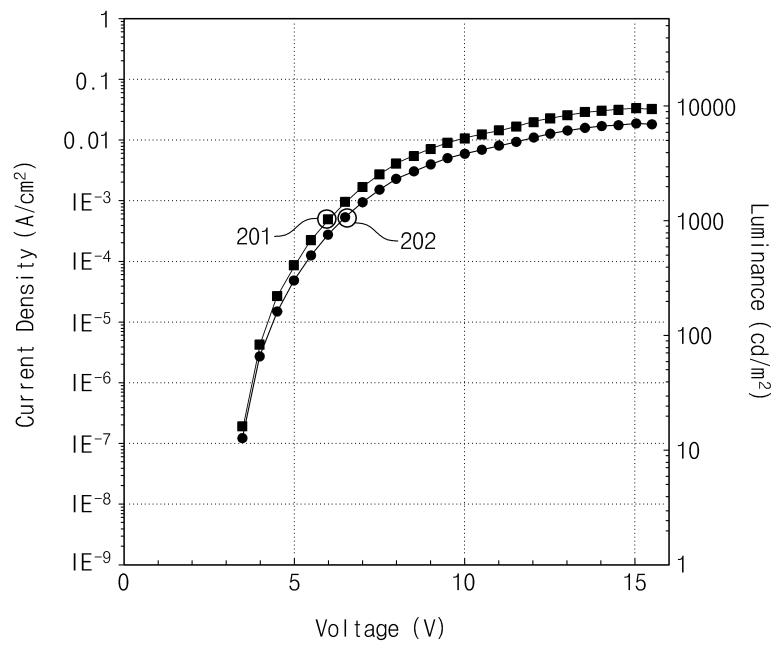
[0103] 이상, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들 및 응용 예에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

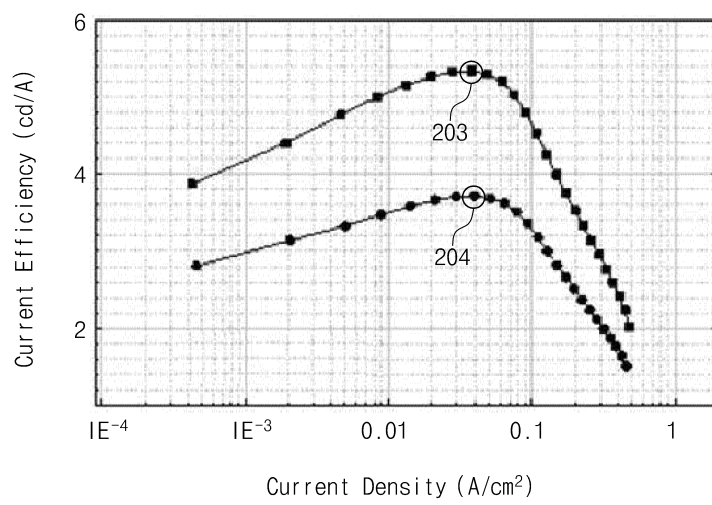
도면1



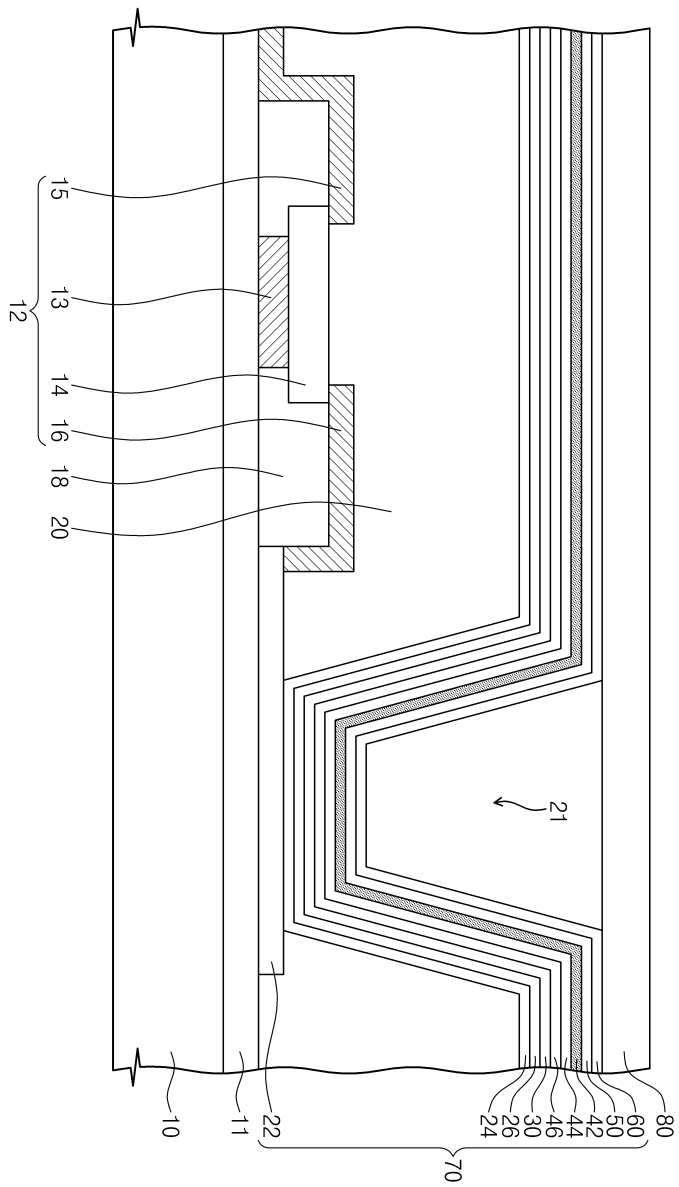
도면2



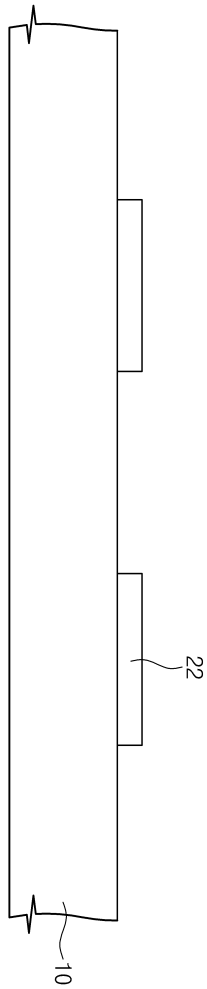
도면3



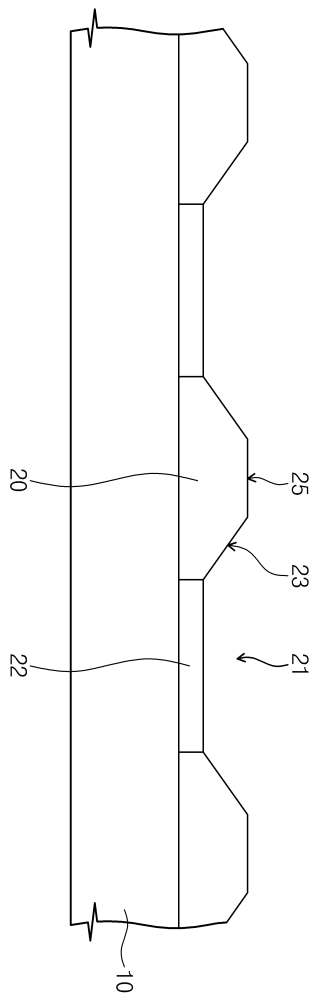
도면4



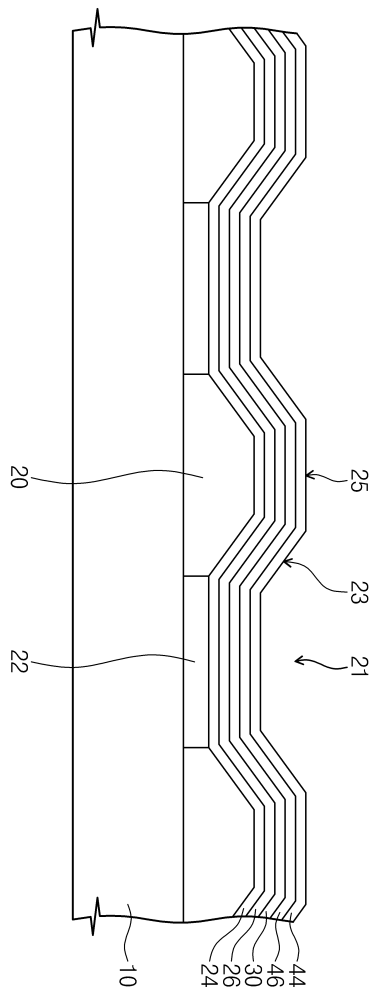
도면5



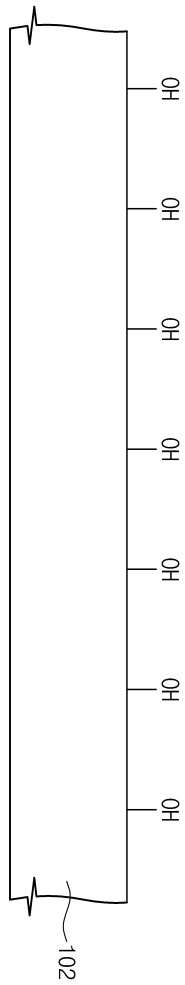
도면6



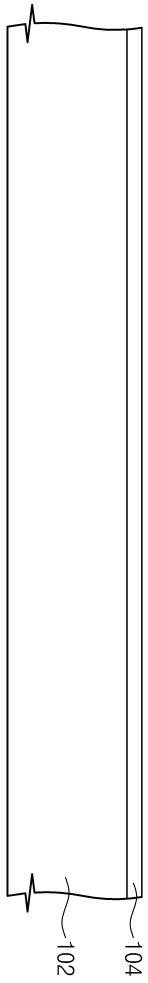
도면7



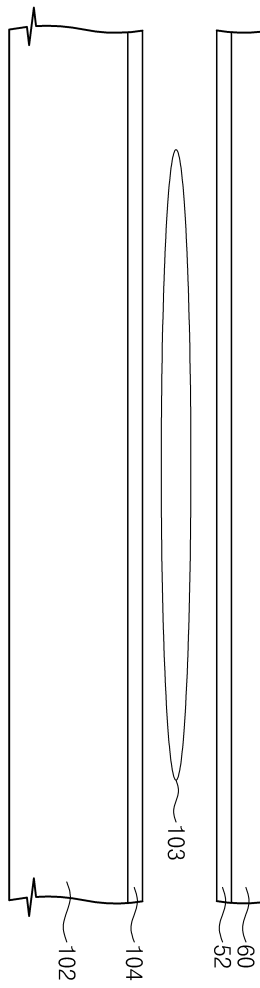
도면8



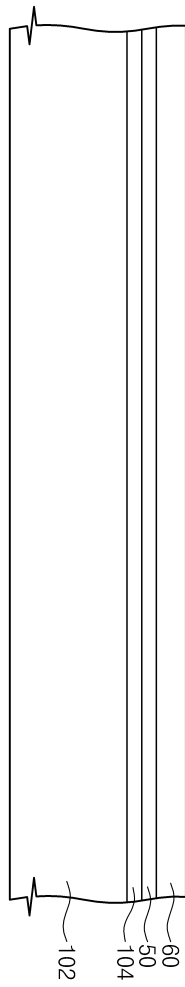
도면9



도면10



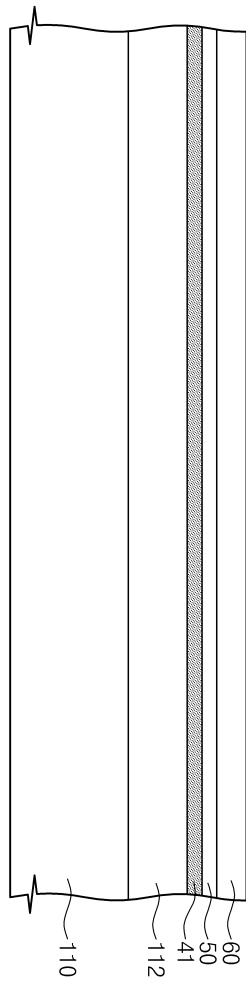
도면11



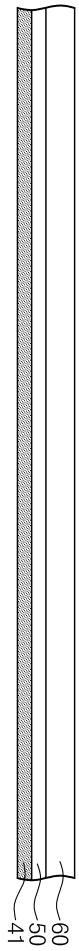
도면12



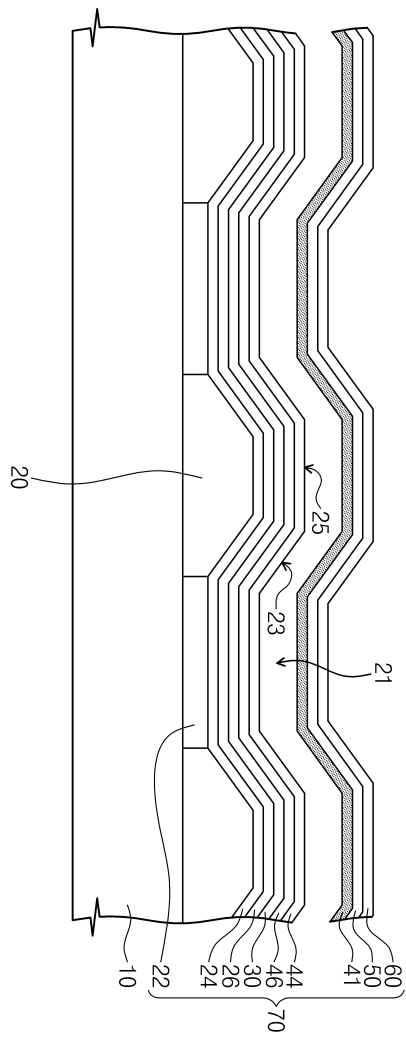
도면13



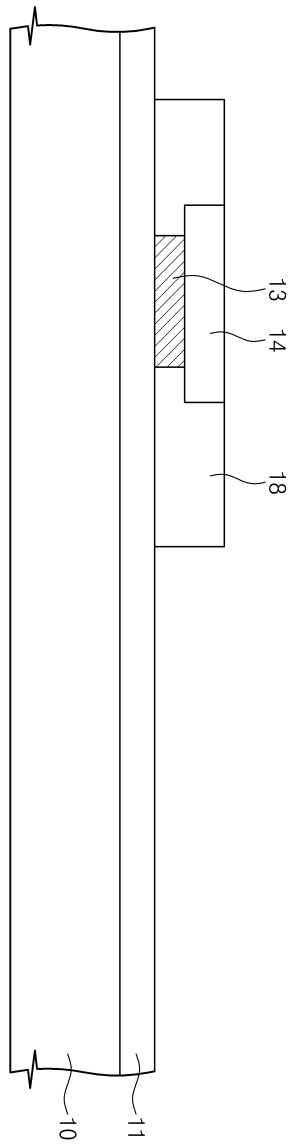
도면14



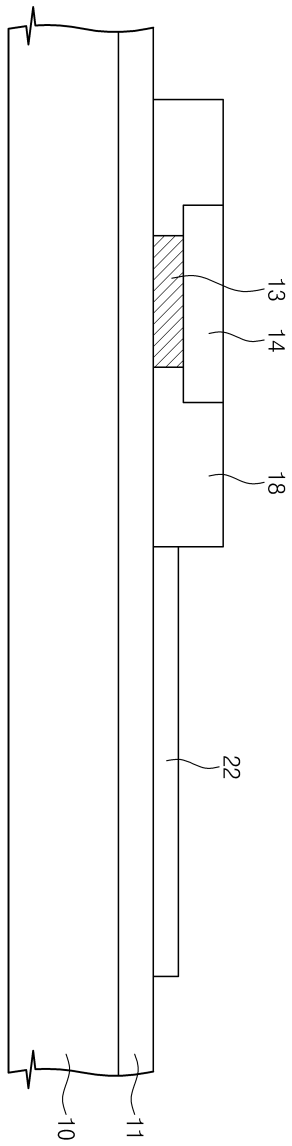
도면15



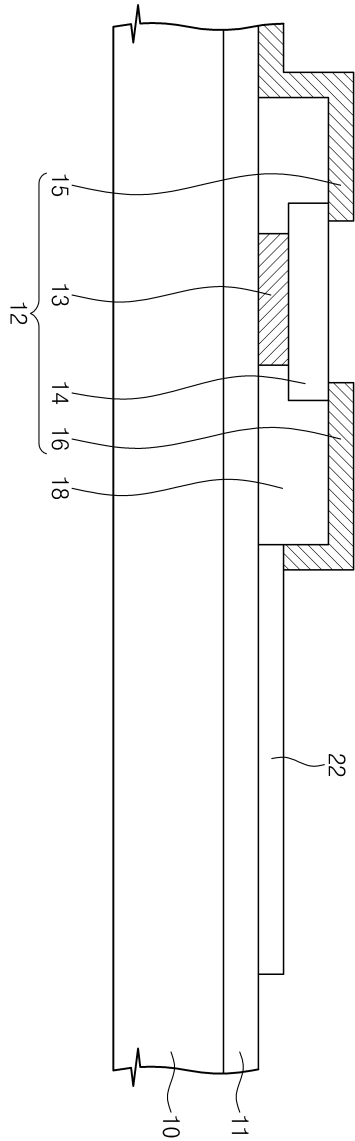
도면16



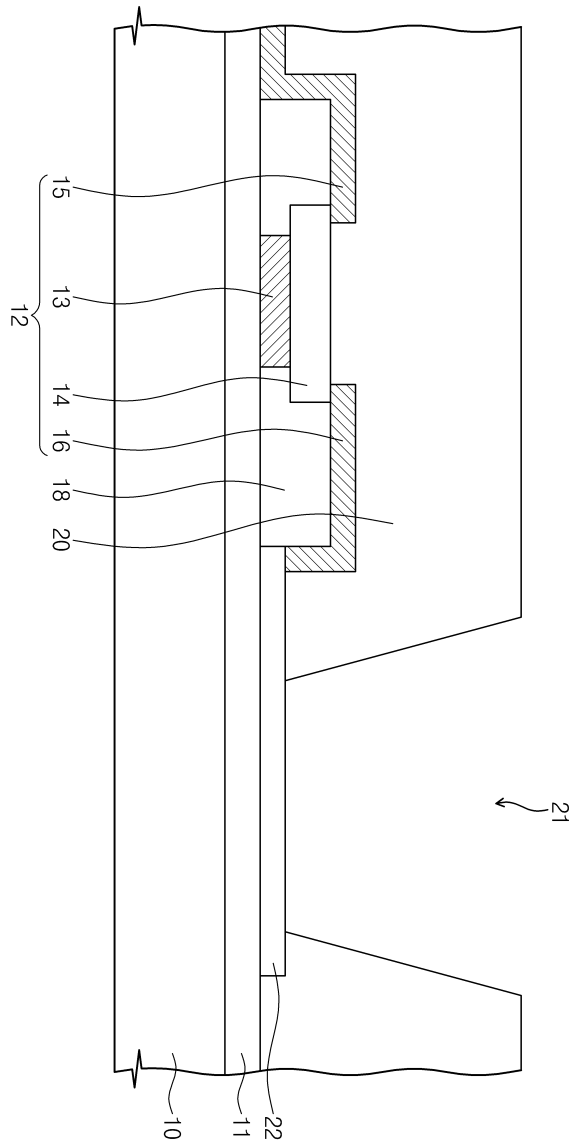
도면17



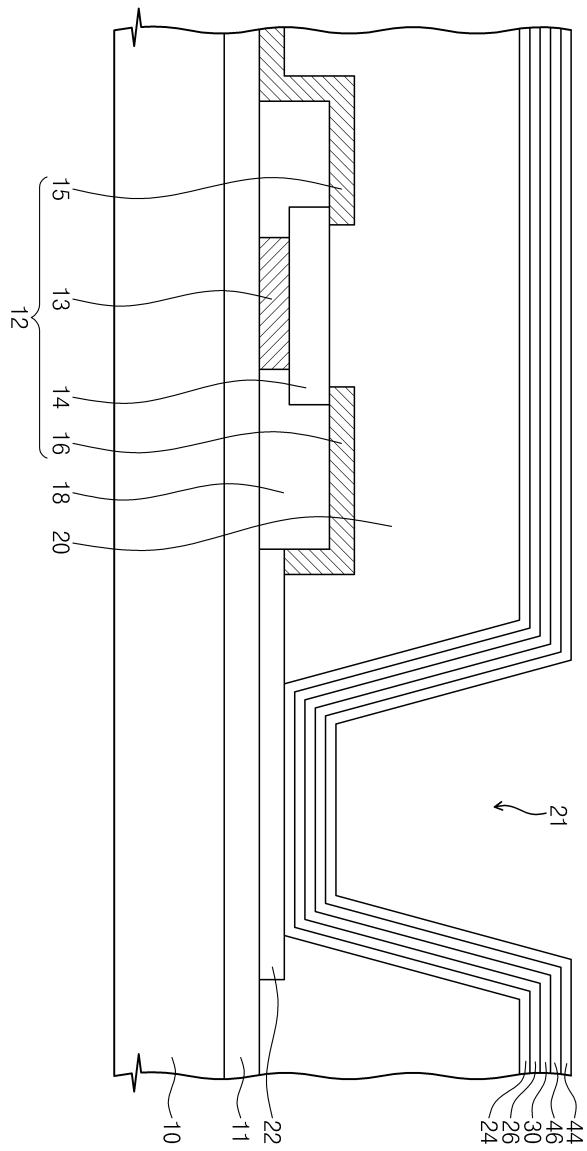
도면18



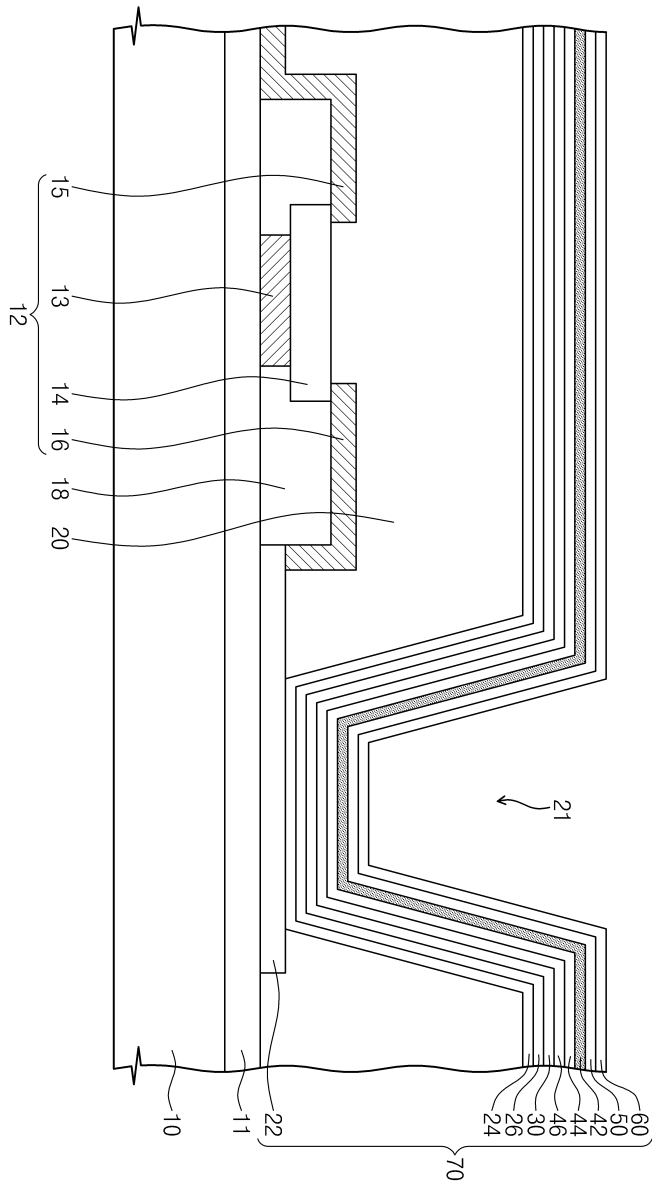
도면19



도면20



도면21



专利名称(译)	转移石墨烯的方法，使用其制造有机发光器件的方法，以及制造显示装置的方法		
公开(公告)号	KR1020160065294A	公开(公告)日	2016-06-09
申请号	KR1020140168475	申请日	2014-11-28
[标]申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
当前申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
[标]发明人	LIM JONG TAE 임종태 LEE HYUNKOO 이현구 LEE JEONG IK 이정익 CHU HYE YONG 추혜용 KWOM BYOUNG HWA 권병화 MOON JAEHYUN 문제현 KIM JOO YEON 김주연 YU BYOUNG GON 유병곤 HAN JUN HAN 한준한		
发明人	임종태 이현구 이정익 추혜용 권병화 문제현 김주연 유병곤 한준한		
IPC分类号	H01L51/56 C01B31/04 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/56 C01B31/04 H01L27/32 Y02E10/549 C01B32/20		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明公开了一种转移石墨烯层的方法，使用该方法制造有机发光元件的方法，以及制造显示装置的方法。转移方法包括以下步骤：在第一基板上形成自组装单层；在自组装单层上形成粘合层和支撑层；去除该层以暴露粘合剂层，并将多个石墨烯层转移到粘合剂层上。

