(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월20일
(11) 등록번호 10-0805270
(24) 등록일자 2008년02월13일

(51) Int. Cl.
H05B 33/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0025992
(22) 출원일자 2007년03월16일
심사청구일자 2007년03월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030084225 A
KR1020050067648 A
KR1020050097629 A
논문 : Journal of Luminescence

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
주병권
서울 종로구 평창동 234-24번지
허진우
서울 성북구 삼선동5가 249번지 304호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 김지강

(54) 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자, 이를이용한 디스플레이 패널 및 그 제조 방법

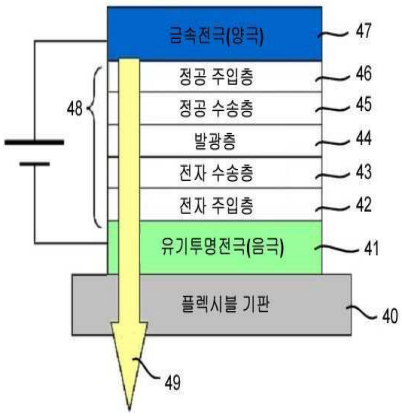
(57) 요 약

유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자, 이를 이용한 디스플레이 패널 및 그 제조 방법이 개시된다.

본 발명은 투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판; 상기 플렉시블 기판 상부에 프린팅 방법으로 패턴이 형성되고, 전자가 주입되는 유기투명전극; 정공이 주입되는 금속 전극; 및 상기 유기투명전극 상부에 증착되고, 상기 금속 전극 하부에 위치하며, 상기 유기투명전극으로 주입된 전자와 상기 금속 전극으로 주입된 정공이 만나 폴라론 여기자를 형성하는 유기발광층을 포함한다.

본 발명은, 종래의 top emission방식의 inverted AMOLED 구조에서 투명전극인 ITO를 양의전극으로서 top의 위치에 위치시켰을 때 나타날 수 있는 단점을 해결하기 위해 낮은 일함수를 가지는 전도성 유기물질을 bottom 음의전극으로 사용함으로써 이 방식의 단점을 보완하고 전자 주입효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 코팅 방법으로 프린팅 방법(screen printing, inkjet, imprint 등)을 사용함으로써 대면적이 가능하고 제조단가가 저렴하여 면광원 소스나 터치패널 뿐 아니라 다양한 플렉시블 디스플레이 분야에도 유용한 유기투명전극 및 이를 적용한 패널과 그 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

김영민

서울 동대문구 용두동 236-1 신설동역 대우아이빌 오피스텔 101동1605호

박영옥

서울 동대문구 제기2동 벽산아파트 103동 1002호

최진환

서울 서대문구 연희동 133-13

특허청구의 범위

청구항 1

투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판;

상기 플렉시블 기판 상부에 프린팅 방법으로 패턴이 형성되고, 전자가 주입되는 유기투명전극;

정공이 주입되는 금속 전극; 및

상기 유기투명전극 상부에 증착되고, 상기 금속 전극 하부에 위치하며, 상기 유기투명전극으로 주입된 전자와 상기 금속 전극으로 주입된 정공이 만나 폴라론 여기자를 형성하는 유기발광층을 포함하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유기투명전극은

전도성 고분자 또는 탄소나노튜브를 이용하여 형성되는 투명전극인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 유기투명전극은

일함수가 3 내지 4.5 eV 인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 유기투명전극은

스크린 프린팅, 롤 투 롤, 잉크젯 또는 임프린팅 중 어느 하나의 방법으로 상기 플렉시블 기판 상부에 프린트되는 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 유기투명전극은

PEDOT:PSS 계의 폴리머를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 유기발광층은

상기 유기투명전극 상부에 전자주입층, 전자수송층, 발광층, 정공 수송층, 정공 주입층 순서로 진공에서 열 기상증착법으로 증착되며, 저분자 또는 고분자 물질 중 어느 하나로 구성되는 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 발광층은

상기 폴라론 여기자를 형성하고 상기 폴라론 여기자가 발광 소멸하는 유기층인 것을 특징으로 하는 유기투명전

극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 금속 전극은

일함수가 4.5 내지 5.5 eV 인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자.

청구항 9

투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판;

상기 플렉시블 기판 상부에 프린팅 방법으로 패턴이 형성되고, 전자가 주입되는 유기투명전극;

정공이 주입되는 금속 전극;

상기 유기투명전극 상부에 증착되고, 상기 금속 전극 하부에 위치하며, 상기 유기투명전극으로 주입된 전자와 상기 금속 전극으로 주입된 정공이 만나 폴라론 여기자를 형성하는 유기발광층; 및

상기 금속 전극 및 상기 유기투명전극 양단에 전압을 인가하는 구동 회로를 포함하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자를 이용한 디스플레이 패널.

청구항 10

투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판 상부에 유기투명전극을 프린팅 방법으로 패턴을 형성하는 단계;

상기 유기투명전극 상부에 열 기상증착법으로 유기층인 유기발광층을 증착하는 단계; 및

상기 유기발광층 상부에 금속 전극을 증착하는 단계를 포함하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 유기투명전극을 프린팅 방법으로 패턴을 형성하는 단계는

전도성 고분자 또는 탄소나노튜브를 이용하여 상기 유기투명전극을 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 유기투명전극을 프린팅 방법으로 패턴을 형성하는 단계는

일함수가 3 내지 4.5 eV 인 투명 전극을 패턴 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 유기투명전극을 프린팅 방법으로 패턴을 형성하는 단계는

상기 유기투명전극을 스크린 프린팅, 롤 투 롤, 잉크젯 또는 임프린팅 중 어느 하나의 방법으로 상기 플렉시블 기판 상부에 프린트하는 단계인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 유기발광층을 증착하는 단계는

저분자 또는 고분자 물질 중 어느 하나를 이용하여 상기 유기투명전극 상부에 전자주입층, 전자수송층, 발광층, 정공 수송층, 정공 주입층을 순서대로 진공에서 열 기상증착법으로 증착하는 단계인 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 유기투명전극은

PEDOT:PSS 계의 폴리머를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<6> 본 발명은 유기발광소자(organic light emitting diode: OLED)에 관한 것으로, 특히, 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자, 이를 이용한 디스플레이 패널 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<7> 일반적으로, 유기 전계 발광소자를 이용한 패널은 저전압 구동, 높은 발광 효율, 넓은 시야각, 빠른 응답속도 등의 장점이 있기 때문에 고화질의 동영상을 표현할 수 있는 차세대 평판 디스플레이 기술 중의 하나로서 기술 개발이 활발하게 진행되고 있다.

<8> 도 1은 종래의 유기 전계 발광 소자의 단면도이다. 도 1에서 보면, 유리기판(10), ITO 투명전극(음극)(11) 정공 주입층(12), 정공수송층(13), 발광층(14), 전자수송층(15), 전자주입층(16), 음극(17)을 갖는 전계발광층의 양면에 전극을 형성한 형태로, 넓은 시야각, 고개구율, 고색도 등의 특징 때문에 차세대 평판 표시장치로서 주목받고 있다.

<9> 종래의 유기 전계 발광 소자는 광이 방출되는 유리기판(10)을 구비하고, 유리기판(10)의 일면에는 양의 전압이 인가되는 ITO와 같은 투명전극인 양전극(11), 양단에 인가되는 전압에 의하여 발광이 발생되는 유기 발광층(18), 일함수(work function)가 낮은 금속(Ca, Li, Al, Mg, Ag 등) 재질을 가지며 음의 전압이 인가되는 음전극(17)이 순차적으로 적층된다. 이러한 유기 전계 발광 소자에 순방향의 전압을 인가하면 음전극(17)과 양전극(11)에서 전자(electron)와 정공(hole)이 주입된다. 주입된 전자와 정공은 유기발광층(18)에서 결합하여 쌍을 이루고 있다가 소멸되며, 이 과정에서 유기 발광층(18)에서 광이 발생되어 평면기판(10)으로 방출된다.

<10> 종래의 평판 디스플레이에서 사용하는 유리기판은, 전극생성이나 TFT 제조 등의 공정상에서는 안정성이 있다는 장점이 있지만, 무겁고 단단하기 때문에 두루마리 디스플레이나 이동통신용 차세대 디스플레이로 플렉시블한 디스플레이에는 적합하지 않다. 플렉시블한 디스플레이에 적용하기 위해서 유리기판 대신, 투명하고 유연한 플라스틱 기판으로 대체하여야 하는데, 플라스틱 기판은 내열온도가 유리기판에 비해 상당히 낮아 150~200℃ 정도의 내열성을 가지므로, 종래에 사용하고 있는 ITO 전극을 플라스틱 기판위에 스퍼터하여 투명전극을 구성할 경우에는 열처리 등이 용이하지 않아 막의 비저항을 낮추는데 제약이 있다. 뿐만 아니라 ITO는 열팽창계수가 고분자 플라스틱 기판에 비해 작아 디바이스 제조시 혹은 구동 중 오랜 열이력에 의해 기판과 전극이 서로다른 비율로 열팽창함으로써 기판의 변형을 초래할 수 있다. 또한 종래의 ITO 전극은 기계적 강도가 약하여 깨지거나(brittle) 갈라짐(crack) 현상이 나타날 수 있으므로 플렉시블 전극기판이 휘어짐에 따라 전극의 표면저항이 증가하는 문제점이 생길 수 있다.

<11> 위와 같은 유기발광소자는 구동방식에 따라 수동형 유기발광소자(passive matrix OLED: PMOLED)와 능동형 유기발광소자(active matrix OLED: AMOLED)로 구분된다. 이중 AMOLED 구동방식은 각 화소마다 위치한 TFT소자에 의해 화소에 균일한 전류를 공급함으로써, PMOLED에서 화면크기가 커짐에 따라 나타나는 휘도저하 및 불균일 등의 문제를 해결하여, 저소비전력 및 장수명화를 가능케하므로, AMOLED 소자는 미래의 주요 대면적 평판 디스플레이

중 하나로 가능성을 인정받아, 현재는 개발 및 양산에 박차를 가하고 있는 실정이다.

<12> 일반적으로 AMOLED는 패널의 구동소자에 사용되는 박막트랜지스터(Thin Film Transistor:TFT)기판(backplane) 종류에 따라 a-Si TFT, low temperature poly-Si(LTPS) TFT 등으로 분류되며, 가능한 TFT 타입에 따라 도 2a 및 도 2b와 같이, n-type, p-type 으로 나뉠 수 있다. 이것은 소자의 특성 및 크기에 영향을 줄 수 있다. 이 중 LTPS는 a-Si에 비해 캐리어 이동도가 높고, a-Si 기판에선 n-type TFT만 제작가능한 반면, LTPS에선 n-type, p-type TFT 모두가 이 기판 위에서 제작가능하므로 최근 AMOLED 생산제품들은 LTPS 기판을 사용하고 있다.

<13> 그러나, LTPS TFT는 a-Si TFT에 비해 제조공정시 더 많은 마스크가 필요하고, 제조가 상대적으로 까다로워 사용가능한 기판크기에 제한이 있다. 수율과 제조단가 등을 고려할 때, TV와 같은 대면적 디스플레이에서는 a-Si TFT 기술이 훨씬 유리하다. 그러므로 OLED에 a-Si 기판기술을 적용할 수 있는 기술개발의 필요성과 관심이 고조되고 있다. 그러나, a-Si 기판기술로는 n-channel TFT 만이 사용될 수 있기 때문에, 도 2a에서처럼 하단부 양의 전극(bottom anode)을 가지는 종래의 OLED는 a-Si TFT 구동부의 소스(source) 끝단에서만 제작될 수 있는데, 이러한 것은, OLED 재료사이의 전압강하에 따라 영향을 받는 소스(source) 전압의 안정성을 저하시킬 수 있다.

<14> 이를 개선하기 위한 구조로, 종래의 구조를 전위(inversion)시킨 탑 이미션(top-emission) OLED가 있는데, 도 3에 이 소자의 구조를 나타내었다. 도 3에서 보면, 유리기판(20)을 구비하고, 유리기판(20)의 상부에는 도 1에서와는 달리, 일함수가 낮은 금속 음극으로서 유기층(28)에서 발광되는 광을 반사시키는 Al과 같은 금속 음의전극(27)과, 양단에 인가되는 전압에 의하여 발광이 발생되는 유기 발광층(28), 일함수(work function)가 높으며 투명한 ITO 양의전극(21)이 순차적으로 적층된다.

<15> 이러한 유기 전계 발광 소자에 전압을 인가하면 음전극(27)과 양전극(21)에서 전자(electron)와 정공(hole)이 주입되고, 주입된 전자와 정공은 유기발광층(28)에서 결합하여 쌍을 이루고 있다가 소멸되면서 광이 발생되며 발광된 빛(29)은 기판쪽의 음의전극에서 반사되어 탑(top) 방향으로 방출된다.

<16> 이러한 구조는, AMOLED에 사용되어 픽셀의 유효발광면적을 높여 발광효율을 증가시키는 등의 잇점이 있다.

<17> 미국 등록 특허(USpatent:5,693,956)에는 "Inverted OLED on hard plasticsubstrate"가 개시되어 있다. 개시된 구조는 inverted top emission 구조로 투명전극이 상부에 위치에 있는데, 이러한 구조의 문제점을 해결하기 위해 bottom에 투명전극이 위치해 있고, 이 투명전극은 음극으로 낮은 일함수를 가지는 구조이다.

<18> 한편, 미국 등록 특허(USpatent:6,046,543)에는 "High reliability, high efficiency, integratable organic light emitting devices and methods of producing same"이 개시되어 있다. 개시된 구조는 기판과 캐소드 전극 사이에 smoothing layer가 들어간 구조이다.

<19> 그러나, 도 3에서처럼, 종래의 유기 발광 소자는 양의 투명전극으로 사용되는 ITO 박막이 상부에 위치해 있어 ITO 증착법인 스퍼터 증착법(sputter deposition)을 사용할 경우 유기발광층에 손상(damage)을 줄 수 있고, 이를 해결하기 위해 열기상 증착법(Thermal evaporation deposition) 등으로 Au, Ag/TeO_2 등을 반투명막으로 하여 ITO 투명전극대신 사용하는 경우, 양쪽의 반사 금속전극과 반투명 금속전극에서 발생하는 '마이크로 캐비티 효과'(microcavity effect)에 의하여 EL스펙트라가 보는 각도(viewing angle)에 따라 변하는 등으로 top emission 구조의 잇점을 제한할 수 있는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<20> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫번째 기술적 과제는 종래의 투명전극으로서 높은 일함수(~5eV)를 가지기 때문에 양의 전극으로 주로 유리기판상에 사용되던 ITO 전극 대신에, 낮은 일함수(3~4eV)를 가지므로 음의전극으로 사용하여 전자주입효율을 증가시킨 소자를 제작할 수 있고, 코팅 방법 또한 프린팅 방법(screen printing, roll to roll, ink-jet, imprinting 등)을 사용하여 플라스틱 등의 유연한 기판에 대면적, 저비용으로 제조 가능하여, 면광원 소스나 터치패널 뿐 아니라 다양한 디스플레이 분야에 적용될 수 있는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자를 제공하는 데 있다.

<21> 본 발명이 이루고자 하는 두번째 기술적 과제는 상기의 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자를 이용한 디스플레이 패널을 제공하는 데 있다.

<22> 본 발명이 이루고자 하는 세번째 기술적 과제는 상기의 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

<23> 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판; 상기 플렉시블 기판 상부에 프린팅 방법으로 패턴이 형성되고, 전자가 주입되는 유기투명전극; 정공이 주입되는 금속 전극; 및 상기 유기투명전극 상부에 증착되고, 상기 금속 전극 하부에 위치하며, 상기 유기투명전극으로 주입된 전자와 상기 금속 전극으로 주입된 정공이 만나 폴라론 여기자를 형성하는 유기발광층을 포함하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자를 제공한다.

<24> 상기의 두번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판; 상기 플렉시블 기판 상부에 프린팅 방법으로 패턴이 형성되고, 전자가 주입되는 유기투명전극; 정공이 주입되는 금속 전극; 상기 유기투명전극 상부에 증착되고, 상기 금속 전극 하부에 위치하며, 상기 유기투명전극으로 주입된 전자와 상기 금속 전극으로 주입된 정공이 만나 폴라론 여기자를 형성하는 유기발광층; 및 상기 금속 전극 및 상기 유기투명전극 양단에 전압을 인가하는 구동 회로를 포함하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자를 이용한 디스플레이 패널을 제공한다.

<25> 상기의 세번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판 상부에 유기투명전극을 프린팅 방법으로 패턴을 형성하는 단계; 상기 유기투명전극 상부에 열 기상증착법으로 유기층인 유기발광층을 증착하는 단계; 및 상기 유기발광층 상부에 금속 전극을 증착하는 단계를 포함하는 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조방법을 제공한다.

<26> 본 발명은 종래의 ITO 투명전극 대신에 유기투명전극을 사용하되, 일함수가 낮은 유기투명전극을 적용하여 음극으로 적용함으로써 안정적이고 효율을 증가시키며, 아몰퍼스 실리콘 박막 트랜지스터를 기판으로 하는 능동형 유기발광소자(active matrix OLED: AMOLED)에 적용 가능한 플렉시블 유기발광소자의 제조방법에 관한 것이다.

<27> 이하에서는 본 발명에 적용되는 유기투명전극의 특성을 설명한다.

<28> 현재, 전도성 고분자, 탄소나노튜브 등 다양한 소재를 이용한 유기투명전극이 개발되고 있다.

<29> 다음의 여러 가지 고려사항을 만족시켜야만 플라스틱 기판 상에 유기투명전극을 구성하여 공통전극으로 상용화할 수 있다. 즉, 소자를 휘거나 접었을 때에도 기계적으로 안정, 플라스틱 기판과의 열팽창계수 매칭, 기판과의 우수한 접착력, 액정,형광체,발광체등 이미지 재료나 유전체와의 우수한 계면특성, 후속 공정상의 안정성을 위한 내화학성, 기기의 신뢰도를 충족하기 위한 내열,내습성 등 내구성 등이다.

<30> 다음의 몇 가지 사항을 만족시켜야만 플라스틱 기판 상에 유기투명전극 회로를 경제적으로 구성하여 화소전극으로 상용화할 수 있다. 즉, 잉크젯 등 프린팅 방식의 적용 가능성, 소스, 드레인등 유기 TFT용 단자 전극으로의 적용 가능성, 배선 전극으로의 적용 가능성 등이다.

<31> 플렉서블 디스플레이용 전극재료로는 유연성, 접착성, 열팽창특성, 인쇄가능성 등을 고려하였을 때, 플라스틱 기판과 물성의 조화를 가장 잘 이루는 유기물 재료를 이용하는 것이 바람직하며, 현재 가장 많이 연구되고 있는 것은 전도성 고분자 및 탄소나노튜브를 이용한 전극이다.

<32> 플라스틱 기판과의 접착력, 열팽창계수, 유연성 등의 장점에도 불구하고 대부분의 전도성 고분자는 용해도가 낮고 공정이 까다로울 뿐만 아니라, 에너지 밴드갭이 3eV이하로 반도체적인 성질을 나타내고, 400nm 이상 가시광선 파장대의 빛을 흡수하기 때문에 근본적으로 색을 띄므로, 투과도를 높이기 위하여 박막으로 코팅할 경우 표면 저항이 높아진다.

<33> 유기투명전극을 이용하여 디스플레이 디바이스를 제조하기 위해서는 회로 패터닝이 필수적이며, 유기투명전극의 패터닝 방식은 종래 ITO유리에서와 같이 포토레지스트 및 에칭공정을 도입할 수도 있지만 공정이 간단하고, 저비용, 대변적이 가능한 프린팅 방식으로 회로 패터닝을 구성하는 것이 바람직한 개발 방향이다.

<34> 프린팅이 가능한 전도성 고분자 잉크가 개발되면 종래 ITO전극 대비 공정의 편이성 및 가격 우위에 의해 평판디스플레이용 회로 및 화소전극재료를 대체할 수 있다.

<35> 전도성 고분자는 도핑에 의해 전자 밀도의 비편재화를 유도할 경우에 전기전도도가 높아지게 되는데, 도핑시 전도성 고분자의 용해도는 낮아지므로 전도특성과 공정특성을 모두 향상시키기 어렵다. 전도성 고분자의 전도특성과 공정특성은 도핑된 전도성 고분자를 나노입자화하여 용매 내에 분산시킴으로써 향상시키는 것이 가능하다. 전도성 고분자의 용해도를 높이기 위하여 알킬기 등을 도입할 경우에는 용해도가 높아지는 대신 도핑 레벨이 낮아져서 전도도는 상대적으로 낮아진다. 전도성 고분자 투명전극은 roll-to-roll방식으로 플라스틱 기판 상에 코

팅할 경우 공통전극으로 이용가능하며, 투과도 대비 전도도 및 내구성을 향상시킴으로써 물성 및 가격 우위에 의해 종래의 ITO필름을 대체해 나갈 것으로 기대된다.

<36> 탄소나노튜브 투명전극의 경우 불순물로부터 순수한 탄소나노튜브만을 정제해내는 기술과 개개의 탄소나노튜브를 번들에서 분리하는 기술, 분리된 개개의 탄소나노튜브 가운데 금속성 탄소나노튜브만을 분리하는 기술 및 분리된 탄소나노튜브를 매질 내에 고르게 분산시키는 기술 등을 개발하여야 고투명도, 저저항의 투명전극을 제조하는 것이 가능하다. 투명전극을 형성하기 위해 가장 바람직한 탄소나노튜브 전극의 형태는 산화에 의한 결함이 없이 불순물이 제거된 고순도의 탄소나노튜브 가운데 전도성 탄소나노튜브만을 선택적으로 분리하여 이를 매트릭스에 나노스케일로 고르게 분산하는 것이다. 탄소나노튜브를 전도성이 없는 바인더 고분자에 분산시키는 경우, 투명도는 탄소나노튜브의 percolation threshold에 의해 결정되는데, 이는 탄소나노튜브의 분리, 분산도와 관련된다. 탄소나노튜브 혹은 복합재 전극의 전도 특성을 향상시키기 위해서는 탄소나노튜브 자체의 전도 특성을 향상시키는 것이 중요하다.

<37> 본 발명은 종래의 투명전극으로서 높은 일함수(~5eV)를 가지기 때문에 양의 전극으로 주로 유리기판상에 사용되던 ITO 전극 대신에, 낮은 일함수(3~4.5eV)를 가지므로 음의 전극으로 사용가능하고, 투명하며 유연한 유기전극을 사용한다. 이에 따라, 플라스틱 등의 유연한 기판에 대면적, 저비용으로 제조가능한 플렉시블 OLED 소자를 제작할 수 있게 한다.

<38> 종래의 top emission방식의 inverted AMOLED 구조에서 투명전극인 ITO를 양의전극으로서 top의 위치에 위치시키면, top에 위치한 ITO 양의전극 제작시 스퍼터 증착법에 의한 유기발광층의 손상 가능성이 있고, 이를 반투명 금속으로 대체했을때 EL 특성의 불균일성 등이 나타날 수 있다, 이러한 단점을 해결하기 위해 ITO 투명전극을 다른 물질로 대체하여 bottom에 위치시키는 방법을 사용할 수 있는데, bottom 전극은 음극으로서 낮은 일함수를 요구하므로 높은 일함수를 가지는 ITO는 적합지 않다.

<39> 따라서, 본 발명은 낮은 일함수를 가지는 전도성 유기물질을 bottom 음의전극으로 사용함으로써 전자 주입효율을 향상시키고 상술한 단점을 해결할 뿐만 아니라, bottom 음극이 a-Si TFT의 드레인(drain) 끝단에 바로 연결되기 때문에 OLED에 영향받지 않고 좀 더 안정적이게 되어 대면적이 가능한 a-Si TFT AMOLED 를 제작할 수 있게 한다. 이때, 게이트 (gate)와 소스(source) 전압은 직접 게이트(gate)와 데이터(data) 라인에 바로 연결된다.

<40> 또한, 상기 유기전극물질은 프린팅 방식(screen printing, roll to roll, ink-jet printing, imprinting)으로 프린팅 할 수 있어, 대면적 기판을 사용할 수 있고 패턴을 위한 공정비용을 저감시킬 수 있게 된다.

<41> 따라서, 본 발명은 저비용으로 효율적이고 안정적이며 대면적을 가지는 플렉시블 AMOLED소자 및 그 제조 방법을 제공한다.

<42> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명하기로 한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시 예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

<43> 도 4은 본 발명에 따른 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 구조도이다.

<44> 도 4에서처럼 플렉시블한 기판(40) 상부에 전도성이며 투명하고 유연하며, 일함수가 낮은(~3~4eV) 유기투명전극(41)을 프린트 가능한 방법(screen printing, ink-jet printing, roll to roll, imprinting)으로 패턴을 형성한다. 한편, 본 발명은 종래의 특허와 달리, smoothing layer없이 기판상부에 캐소드 전극이 바로 위치하며 캐소드 전극으로 투명한 유기전극(41)을 사용한다. 바람직하게는, 본 발명에 적용되는 유기투명전극(41)은 PEDOT-PSS [Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrene sulfonate)] 계의 폴리머를 이용할 수 있다.

<45> 유기 발광층(48)은 진공에서 열 기상증착법(thermal evaporation deposition)으로 증착하되, 쉐도우 메탈 마스크를 이용하여 패턴하거나, 프린트 방법(ink-jet printing 등)으로 패턴한 후, 열 기상증착법(thermal evaporation deposition) 또는 전자빔 기상증착법(e-beam evaporation)으로 일함수가 큰(>~5eV) 금속을 메탈 마스크로 증착 및 패턴한다. 이때, 유기발광층(48)은 도 4에서와 같이, 전자주입층(42), 전자수송층(43), 발광층(44), 정공 수송층(45), 정공 주입층(46)을 포함할 수 있다.

<46> 본 발명에서 양극(47)으로 사용될수 있는 물질은 대체로 일함수가 높은(4.5~5.5 eV) 금속으로, 예를 들면, Au(5.1eV), Ni(5.24 eV), Pt (5.3eV), Cu(4.65 eV) 등이 있다.

<47> 위와 같이 형성된 유기 발광 소자에 전압을 인가하면 음극(41)과 양극(47)에서 전자(electron)와 정공(hole)이 각각 주입되고, 주입된 전자와 정공은 각각 음성 및 양성 폴라론(polaron)을 형성하여 발광층(44) 내에서 이동

하다가 서로 만나 폴라론-여기자(polaron-exciton)를 생성한다. 이들 여기자가 발광 소멸을 하게되면 폴라론의 애너지 갭(bandgap) (전도띠(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)와 원자가띠(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 차이)에 해당하는 빛이 투명 유기전극(41)과 투명한 플렉시블 기판을 통해 방출하게 된다.

<48> 이러한 OLED 소자는 a-Si TFT기판에 집적되어 AMOLED의 대면적화를 가능케 한다.

<49> 도 5는 본 발명에 따른 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조 방법의 흐름도이다.

<50> 먼저, 투명 플라스틱으로 제조된 플렉시블 기판 상부에 유기투명전극을 프린팅 방법으로 패턴을 형성한다(510 과정). 이 과정(510 과정)은 전도성 고분자 또는 탄소나노튜브를 이용하여 유기투명전극을 형성하는 과정을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 유기투명전극은 일함수가 3 내지 4.5 eV 인 투명하고 유연한 물질을 사용한다. 바람직하게는, 본 발명에 적용되는 유기투명전극은 PEDOT-PSS [Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrene sulfonate)] 계의 폴리머를 이용할 수 있다.

<51> 이 과정(510 과정)은 유기투명전극을 스크린 프린팅, 롤 투 롤, 잉크젯 또는 임프린팅 중 어느 하나의 방법으로 플렉시블 기판 상부에 프린트하는 과정일 수 있다.

<52> 다음, 유기투명전극 상부에 열 기상증착법으로 유기층인 유기발광층을 증착한다(520 과정). 이 과정(520 과정)은 저분자 또는 고분자 물질 중 어느 하나를 이용하여 유기투명전극 상부에 전자주입층, 전자수송층, 발광층, 정공 수송층, 정공 주입층을 순서대로 진공에서 열 기상증착법으로 증착하는 과정일 수 있다.

<53> 마지막으로, 유기발광층 상부에 금속 전극을 증착한다(530 과정). 본 발명에서 양극 또는 애노드로 쓰일수 있는 물질은 대체로 일함수가 높은(4.5~5.5 eV) 금속으로, 예를 들면, Au(5.1eV), Ni(5.24 eV), Pt (5.3eV), Cu(4.65 eV) 등이 있다.

<54> 본 발명에 따르면, ITO를 대체하고, 유연한 유기전극물질 적용으로 플렉시블 OLED의 제작이 가능하다.

<55> 종래의 평판디스플레이의 화소전극으로 이용되는 ITO 전극은 유리기판에 적합한 공정조건에서 제조되며 고가의 인듐을 사용하고 있기 때문에 재료단가가 높다. 또한, 종래의 ITO 전극은 기계적인 충격에 내성을 가져야하는 플렉시블 디스플레이 응용분야에 사용할 경우 깨지기 쉬운 특성으로 인해 또한, 내구성이 취약한 문제점과 플라스틱 기판과의 접착력, 열팽창계수의 차이 등으로 인한 공정상의 문제점 등으로 인해 플렉시블 디스플레이의 전극으로 적합지 않다. 본 발명에서의 전도성 투명 유기전극을 사용할 경우, 플라스틱 기판과의 접착력, 열팽창이나 변형에 대한 전도도의 안정성이 우수하기 때문에, 물성 및 가격우위에 의해 플렉시블 디스플레이를 제작할 수 있다.

<56> 본 발명에 따르면, 코팅방법에 의한 저비용, 대면적 OLED 소자의 제작이 가능하다.

<57> 종래의 ITO 전극은 스퍼터 증착법으로 증착되고 포토공정에 의해 패턴을 형성하기 때문에 장비 및 제조공정에 의한 기판크기가 제한받고 제조단가가 높은 반면, 유기전극물질은 프린팅 방법(screen printing, roll to roll, ink-jet printing, imprinting 등)을 사용함으로써 코팅과 패턴을 동시에 형성하고 대면적 기판에도 적용 가능하므로 대면적 소자제작이 가능하고 공정비용을 절감할 수 있다.

<58> 본 발명에 따르면, a-Si TFT 기판을 사용 가능한 AMOLED의 제작이 가능하다.

<59> 종래의 top emission방식의 inverted AMOLED 구조에서 투명전극인 ITO를 양의전극으로서 top의 위치에 위치시키면, top에 위치한 ITO 양의전극 제작시 스퍼터 증착법에 의한 유기발광층의 손상 가능성이 있고, 이를 반투명 금속으로 대체했을때 EL 특성의 불균일성 등이 나타날 수 있다.

<60> 본 발명에서와 같이 투명 유기전극을 bottom에 위치시킴으로써, 종래의 top emission방식의 inverted AMOLED 구조에서 투명전극인 ITO를 양의전극으로서 top의 위치에 위치시켰을때 나타날 수 있는 단점을 해결할 수 있다. 또한, bottom 전극은 음극으로서 낮은 일함수를 요구하므로 높은 일함수를 가지는 ITO는 적합지 않으므로, 낮은 일함수를 가지는 전도성 유기물질을 bottom 음의 전극으로 사용함으로써 전자 주입효율을 향상시키고 bottom 음극이 a-Si TFT의 드레인(drain) 끝단에 바로 연결되기 때문에 a-Si TFT 구동기판을 좀 더 안정적으로 사용할 수 있게 되어, 효율적이고 안정적이며 대면적을 가지는 플렉시블 AMOLED소자를 제조할 수 있다. 본 발명에서 전도성 유기물질은 상술한 바와 같이, 전도성 고분자, 카본나노튜브 복합소재 전도성 고분자 등을 포함한다.

<61> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나,

이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<62> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 유기투명전극이 플렉시블 기판에 적용가능하며 일함수가 낮아서 종래의 일함수가 높은 투명전극인 ITO를 대체할 수 있으므로, 전자주입 효율을 증가시킨 소자를 제작할 수 있고, 코팅 방법 또한 대면적이 가능하고 비용이 저렴하여 면광원 소스나 터치패널 뿐 아니라 다양한 디스플레이 분야에 적용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래의 유기발광소자의 구조도이다.

<2> 도 2a 및 도 2b는 종래의 AMOLED의 TFT 구동 회로를 도시한 것이다.

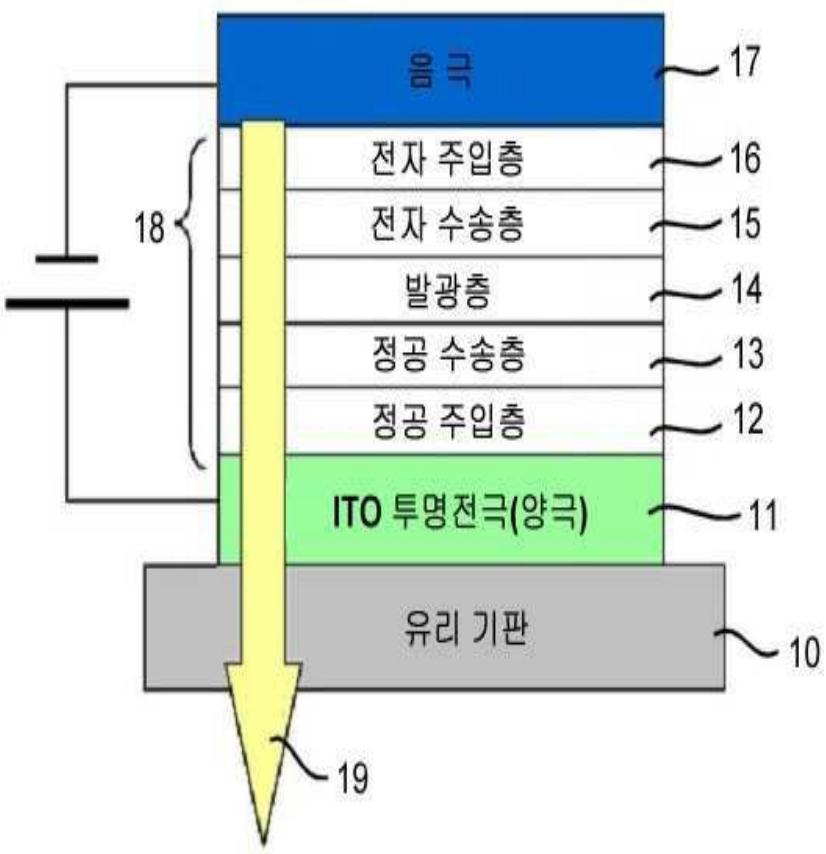
<3> 도 3는 종래의 top-emission 유기발광소자의 구조도이다.

<4> 도 4은 본 발명에 따른 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 구조도이다.

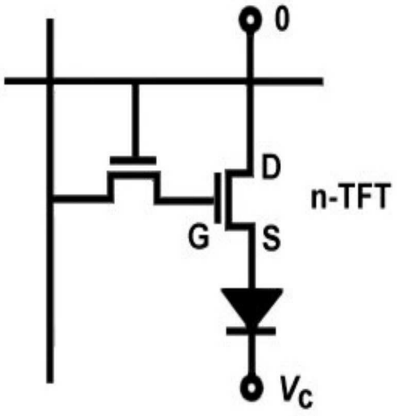
<5> 도 5는 본 발명에 따른 유기투명전극을 적용한 플렉시블 유기 발광 소자의 제조 방법의 흐름도이다.

도면

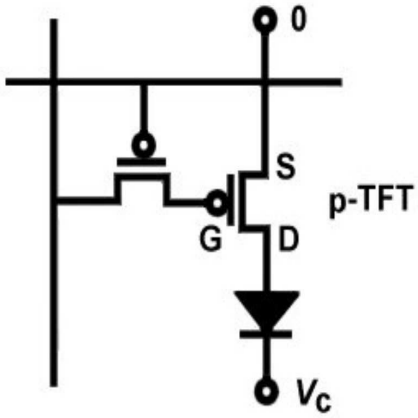
도면1



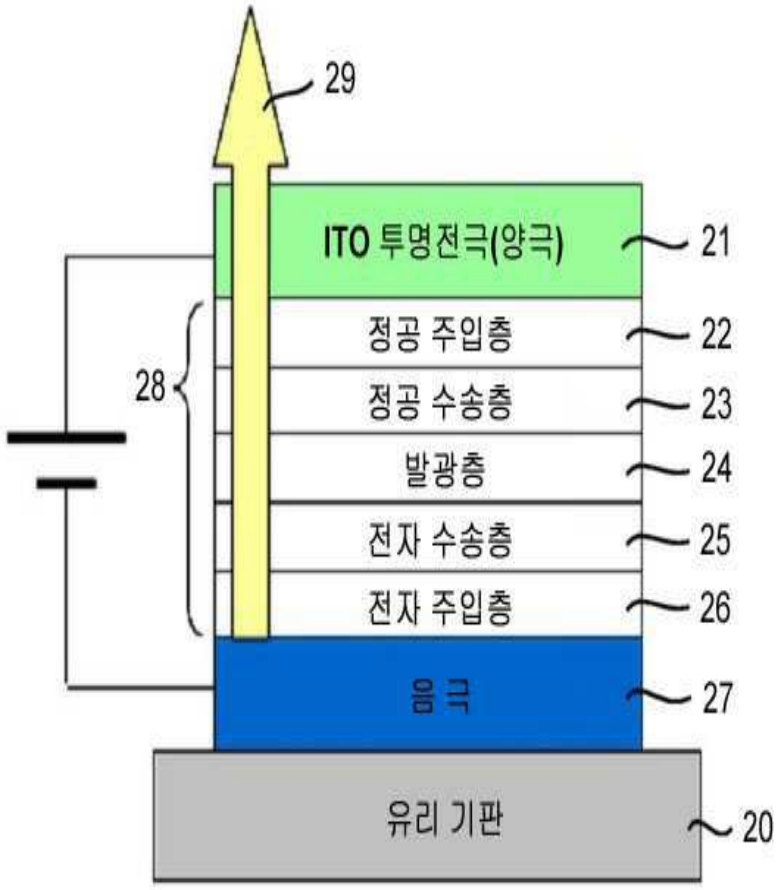
도면2a



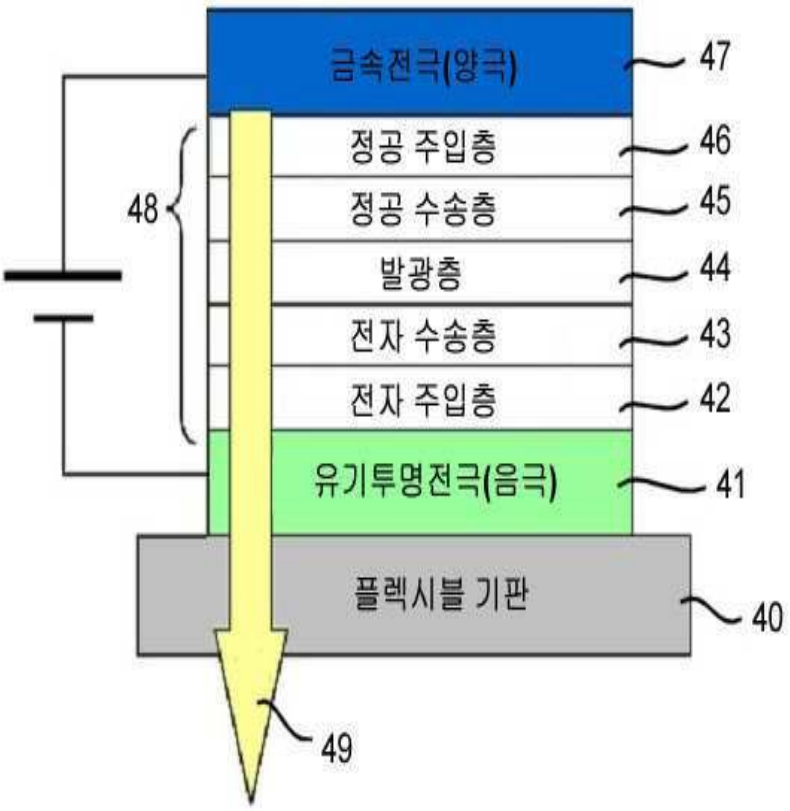
도면2b



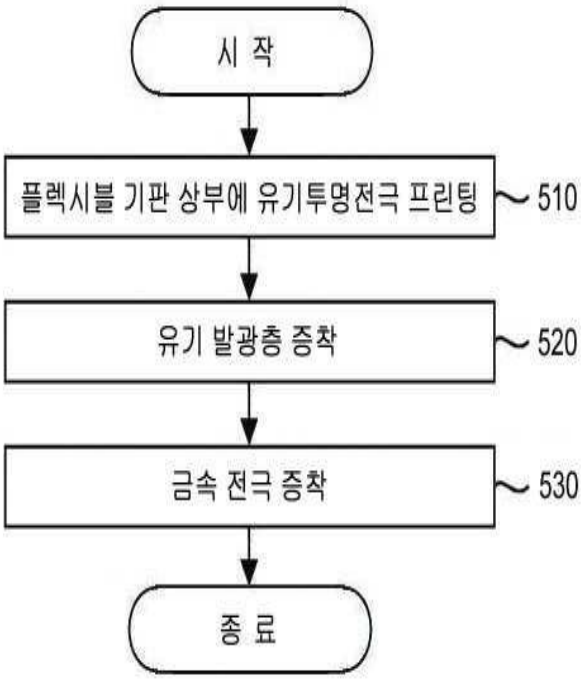
도면3


29
ITO 투명전극(양극)
21
정공 주입층
22
정공 수송층
23
발광층
24
전자 수송층
25
전자 주입층
26
음 극
27
28
유리 기판
20

도면4


금속전극(양극)
47
정공 주입층
46
정공 수송층
45
발광층
44
전자 수송층
43
전자 주입층
42
유기투명전극(음극)
41
플렉시블 기판
40
48
49

도면5


시 작
플렉시블 기판 상부에 유기투명전극 프린팅
510
유기 발광층 증착
520
금속 전극 증착
530
종 료