



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0056360
(43) 공개일자 2016년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/56 (2006.01) C01B 31/04 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0155446

(22) 출원일자 2014년11월10일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

정용빈

서울 은평구 갈현로17나길 14

김철홍

경기 고양시 일산동구 위시타4로 46, 209동 2103호 (식사동, 위시타일산자이2단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김은구, 송해모

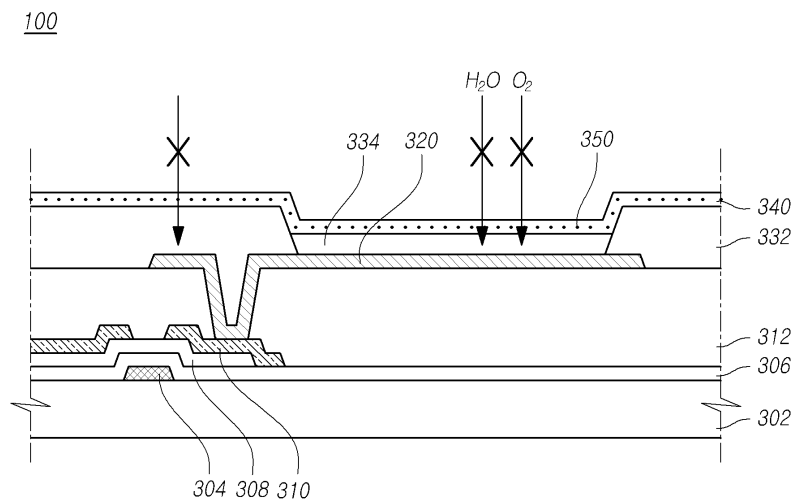
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 다기능막, 다기능막을 포함하는 유기발광표시장치 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film), 다기능막을 포함하는 유기발광표시장치 및 그 제조방법을 제공한다. 여기서 금속 나노입자는 각 도메인 사이에 존재하는 결합부에 위치한다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

조성희

서울 성동구 통일로 237, 101동 202호 (송정동, 서울숲아이파크)

이동진

서울 강남구 학동로64길 7, 101동 1401호 (삼성동, 한솔아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene); 및

금속 나노입자를 포함하고,

상기 금속 나노입자는 상기 각 도메인 사이에 존재하는 결함부에 위치하는 것을 특징으로 하는 다기능막(Multi-Functional Film).

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 금속 나노입자는 상기 각 도메인의 탄소(C) 원자 사이를 연결하는 것을 특징으로 하는 다기능막.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 금속 나노입자는 불균일하게 분포된 것을 특징으로 하는 다기능막.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 금속 나노입자의 일함수(Work Function) 값이 클수록 상기 다기능막의 일함수 값이 크고,

상기 금속 나노입자의 일함수 값이 작을수록 상기 다기능막의 일함수 값이 작은 것을 특징으로 하는 다기능막.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 금속 나노입자의 전기 전도도가 클수록 상기 다기능막의 전기 전도도가 크고,

상기 금속 나노입자의 전기 전도도가 작을수록 상기 다기능막의 전기 전도도가 작은 것을 특징으로 하는 다기능막.

청구항 6

제1전극부;

상기 제1전극부 상에 위치하는 유기층; 및

상기 유기층 상에 위치하는 제2전극부를 포함하고,

상기 제1전극부 및 상기 제2전극부 중 적어도 하나는,

복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 상기 각 도메인 사이에 존재하는 결함부에 위치하는 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)으로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제1전극부가 상기 다기능막으로 이루어진 경우,

상기 제2전극부 상에 인캡슐레이션층(Encapsulation Layer)이 추가로 배치된 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

장치.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 금속 나노입자는 상기 각 도메인의 탄소(C) 원자 사이를 연결하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 다기능막은 다중층 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치.

청구항 10

제1전극부 상에 유기층을 형성하는 단계; 및

상기 유기층 상에, 복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 상기 각 도메인 사이에 존재하는 결합부에 위치하는 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)으로 이루어진 제2전극부를 형성하는 단계를 포함하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제2전극부를 형성하는 단계에서,

촉매 금속층 상에서 상기 그래핀을 형성하고, 상기 그래핀을 상기 금속 나노입자의 전구체가 함유된 용액에 혼합하여 상기 금속 나노입자를 성장시킨 후, 상기 유기층 상에 전사하여 상기 다기능막을 형성하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 12

제 10항에 있어서,

상기 제2전극부를 형성하는 단계에서,

상기 다기능막의 전기 전도도, 일함수 및 투습율 중 적어도 하나에 대한 설계 값에 따라 상기 금속 나노입자의 종류를 결정하여 상기 다기능막을 형성하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 금속 나노입자는 상기 각 도메인의 탄소(C) 원자 사이를 연결하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 14

복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 상기 각 도메인 사이에 존재하는 결합부에 위치하는 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)으로 이루어진 제1전극부를 형성하는 단계; 및

상기 제1전극부 상에 유기층 및 제2전극부를 순차적으로 형성하는 단계를 포함하는 유기발광표시장치의 제조방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 유기층 및 제2전극부를 형성하는 단계 이후에,

상기 제2전극부 상에 인캡슐레이션층(Encapsulation Layer)을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시장치의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다기능막, 다기능막을 포함하는 유기발광표시장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 탄소(C) 원자 하나의 두께를 갖고 있고 sp^2 탄소(C) 네트워크로 구성된 이차원 물질인 그래핀(graphene)은 오랜 기간 동안 많은 과학자들의 관심사였다. 2004년 Dr. Geim과 Dr. Novoselov가 스카치 테이프를 이용해 흑연으로부터 그래핀을 쉽게 얻어내고, 그래핀의 뛰어난 전기적 성질을 처음 보고한 이후 트랜지스터, 투명전극, 에너지 저장 물질(초고용량 커패시터, 이차전지, 수소저장 물질 등), 센서, 고분자 복합체 등 여러 분야에서 그래핀을 기반으로 한 소재들의 응용이 연구되고 있다.

[0003] 한편, 정보화 사회가 발전함에 따라 화상을 표시하기 위한 표시장치에 대한 요구가 다양한 형태로 증가하고 있으며, 평판표시장치 분야에서, 지금까지는 가볍고 전력소모가 적은 액정표시장치가 널리 사용되어 왔으나, 액정표시장치는 스스로 빛을 생성하지 못하는 수광 소자(non-emissive device)여서, 휘도(brightness), 대조비(contrast ratio), 시야각(viewing angle) 및 대면적화 등에 단점이 있다.

[0004] 이에 따라, 이러한 액정표시장치의 단점을 극복할 수 있는 새로운 평판표시장치의 개발이 활발하게 전개되고 있는데, 새로운 평판표시장치 중 하나인 유기발광표시장치는 스스로 빛을 생성하는 발광소자이므로, 액정표시장치에 비하여 휘도, 시야각 및 대조비 등이 우수하며, 백라이트가 필요하지 않기 때문에 경량박형이 가능하고, 소비전력 측면에서도 유리하다.

[0005] 유기발광표시장치의 유기발광표시패널은 각 화소영역의 박막트랜지스터에 연결된 유기발광소자로부터 출사되는 빛을 이용하여 영상을 표시하는데, 유기 발광소자는 양극(anode)과 음극(cathode) 사이에 유기물로 이루어진 유기발광층을 형성하고 전기장을 가함으로 빛을 내는 소자로서, 낮은 전압에서 구동이 가능하고, 전력 소모가 비교적 적고, 가볍고 연성(flexible) 기판 상부에도 제작이 가능한 특징을 갖는다.

[0006] 유기발광표시장치의 음극 및 내부 소자를 보호하는 인캡슐레이션층이 그래핀으로 이루어진 경우, 전기 전도도, 먼저항 및 전하 주입능력 특성이 저하되고, 외부의 수분과 산소를 투과시켜 내부 소자의 열화를 초래하는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은, 먼저항, 전하 주입능력, 전기 전도도 및 투습률 특성이 우수하고, 전기 전도도 및 일함수 값의 조절이 가능하며, 공정 수 및 공정 시간이 단축되어 제조 원가가 절감되는 다기능막, 다기능막을 포함하는 유기발광표시장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은, 일 측면에서, 복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)을 제공한다. 여기서 금속 나노입자는 각 도메인 사이에 존재하는 결함부에 위치한다.

[0009] 다른 측면에서, 본 발명은, 제1전극부, 제1전극부 상에 위치하는 유기층 및 유기층 상에 위치하는 제2전극부를 포함하는 유기발광표시장치를 제공한다. 여기서, 제1전극부 및 제2전극부 중 적어도 하나는, 복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 상기 각 도메인 사이에 존재하는 결함부에 위치하는 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)으로 이루어진다.

[0010] 또 다른 측면에서, 본 발명은, 제1전극부 상에 유기층을 형성하는 단계 및 유기층 상에, 복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 각 도메인 사이에 존재하는 결함부에 위치하는 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)으로 이루어진 제2전극부를 형성하는 단계를 포함하는 유기발광표시장치의 제조방법을 제공한다.

[0011] 또 다른 측면에서, 본 발명은, 복수의 도메인(Domain)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 각 도메인 사이에 존재하는 결합부에 위치하는 금속 나노입자를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film)으로 이루어진 제1전극부를 형성하는 단계 및 제1전극부 상에 유기층 및 제2전극부를 순차적으로 형성하는 단계를 포함하는 유기발광표시장치의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 다기능막, 다기능막을 포함하는 유기발광표시장치는, 낮은 면저항 값, 우수한 전하 주입능력 및 우수한 전기 전도도의 효과를 갖고, 외부의 수분과 산소의 투과를 방지하여 내부 소자를 보호하는 효과를 갖는다. 또한 전기 전도도 및 일함수 값을 조절가능한 효과를 갖는다.

[0013] 또한 본 발명에 따른 유기발광표시장치의 제조방법은, 공정 수가 감소하고, 공정 시간이 단축되어 제조 원가가 절감되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 실시예들이 적용되는 유기발광표시장치에 관한 개략적인 시스템 구성도이다.
 도 2는 일반적인 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
 도 3a 내지 도 3c는 실시예들에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도들이다.
 도 4는 도 3a 내지 도 3c의 유기발광표시장치의 다기능막을 나타낸 개략적인 평면도이다.
 도 5는 다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
 도 6a 내지 도 6f는 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 나타낸 도면들이다.
 도 7a 내지 도 7d는 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 나타낸 도면들이다.
 도 8은 실시예에 따른 유기발광표시장치의 다기능막의 EDX 피크(Peak)를 나타내는 도면이다.
 도 9는 실시예에 따른 유기발광표시장치의 다기능막의 일함수 값을 나타내는 표이다.
 도 10a는 일반적인 유기발광표시장치의 다기능막의 개략적인 평면도이고, 도 10b는 일반적인 유기발광표시장치의 다기능막에 금속 나노입자를 도핑한 경우를 나타내는 개략적인 평면도이다.
 도 11은 도 10a의 다기능막과, 도 10b의 다기능막과, 실시예들에 따른 다기능막의 물성을 비교한 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0016] 또한, 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 같은 맥락에서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "상"에 또는 "아래"에 형성된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성 요소에 직접 또는 또 다른 구성 요소를 개재하여 간접적으로 형성되는 것을 모두 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0017] 도 1은 실시예들이 적용되는 유기발광표시장치에 관한 개략적인 시스템 구성도이다.

[0018] 도 1을 참조하면, 유기발광표시장치(100)는 m개의 데이터 라인(DL1, ..., DLm, m: 자연수) 및 n개의 게이트 라인(GL1, ..., GLn, n: 자연수)이 형성된 표시패널(140), m개의 데이터 라인(DL1, ..., DLm)을 구동하는 데이터 구동부(120), n개의 게이트 라인(GL1, ..., GLn)을 순차적으로 구동하는 게이트 구동부(130), 데이터 구동부(120) 및 게이트 구동부(130)를 제어하는 타이밍 컨트롤러(110) 등을 포함한다.

- [0019] 우선, 타이밍 컨트롤러(110)는 호스트 시스템으로부터 입력되는 수직/수평 동기신호(Vsync, Hsync)와 영상데이터(data), 클럭신호(CLK) 등의 외부 타이밍 신호에 기초하여 데이터 구동부(120)를 제어하기 위한 데이터 제어신호(Data Control Signal, DCS)와 게이트 구동부(130)를 제어하기 위한 게이트 제어신호(Gate Control Signal, GCS)를 출력한다. 또한, 타이밍 컨트롤러(110)는 호스트 시스템으로부터 입력되는 영상데이터(data)를 데이터 구동부(120)에서 사용하는 데이터 신호 형식으로 변환하고 변환된 영상데이터(data')를 데이터 구동부(120)로 공급할 수 있다.
- [0020] 데이터 구동부(120)는 타이밍 컨트롤러(110)로부터 입력되는 데이터 제어신호(DCS) 및 변환된 영상데이터(data')에 응답하여, 영상데이터(data')를 게조 값에 대응하는 전압 값인 데이터신호(아날로그 화소신호 혹은 데이터 전압)로 변환하여 데이터라인(D1~Dm)에 공급한다.
- [0021] 한편, 게이트 구동부(130)는 타이밍 컨트롤러(110)로부터 입력되는 게이트 제어신호(GCS)에 응답하여 게이트라인(G1~Gn)에 스캔신호(게이트 펄스 또는 스캔펄스, 게이트 온신호)를 순차적으로 공급한다.
- [0022] 게이트 구동부(130)는, 구동 방식에 따라서, 도 1에서와 같이 표시패널(140)의 한 측에만 위치할 수도 있고, 2개로 나누어져 표시패널(140)의 양측에 위치할 수도 있다.
- [0023] 한편 유기발광표시패널(140) 상의 각 화소(P)는, 데이터라인들(D1~Dm)과 게이트라인들(G1~Gn)에 의해 정의된 영역에 형성되어 매트릭스 형태로 배치될 수 있다.
- [0024] 유기발광표시장치(100)는, 제1전극부(미도시), 제1전극부(미도시) 상에 위치하는 유기층(미도시) 및 유기층(미도시) 상에 위치하는 제2전극부(미도시)를 포함하고, 제1전극부(미도시) 및 제2전극부(미도시) 중 적어도 하나는, 다기능막(Multi-Functional Film, 미도시)을 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서 다기능막(미도시)은, 복수의 도메인(Domain, 미도시)으로 구획되는 그래핀(Graphene) 및 금속 나노입자(미도시)를 포함하고, 금속 나노입자(미도시)는 각 도메인(미도시) 사이에 존재하는 결합부(미도시)에 위치한다.
- [0026] 제1전극부(미도시)가 다기능막(미도시)으로 이루어진 경우, 제1전극부(미도시)는 제1전극(또는 양극 또는 애노드 전극)이고, 동시에 외부의 수분(H₂O)과 산소(O₂) 등의 물질들의 투과를 방지하여, 유기층(미도시)을 보호하는 기능을 수행한다.
- [0027] 제1전극부(미도시)가 다기능막(미도시)으로 이루어진 경우에 있어서, 제2전극부(미도시)는 제2전극(또는 음극 또는 캐소드 전극)이고, 제2전극부(미도시) 상에는, 외부의 수분(H₂O)과 산소(O₂) 등의 물질로부터 유기층(미도시) 및 내부 소자를 보호하기 위한 인캡슐레이션층(Encapsulation Layer)이 추가로 배치될 수 있다.
- [0028] 한편, 제2전극부(미도시)가 다기능막(미도시)으로 이루어진 경우에, 제2전극부(미도시)는, 제1전극(미도시)인 제1전극부(미도시)에 대향하는 제2전극(또는 음극 또는 캐소드 전극)이고, 동시에 외부의 수분(H₂O)과 산소(O₂) 등의 물질들의 투과를 방지하여, 유기층(미도시)을 비롯한 내부 소자들을 보호하는 기능을 수행한다.
- [0029] 금속 나노입자(미도시)는 그래핀의 각 도메인(미도시)의 탄소(C) 원자 사이를 연결하는 기능을 수행한다. 또한 금속 나노입자(미도시)는 다기능막(미도시)에서, 불균일하게 분포되어 있을 수 있다. 즉, 다기능막(미도시)에서, 선택적으로 결합부(미도시)에 위치할 수 있다.
- [0030] 이에 따라, 제1전극부(미도시) 또는 제2전극부(미도시)의 전기 전도도가 향상되고, 제1전극(미도시) 또는 제2전극(미도시)으로서 전하 주입능력이 향상되는 효과가 발생한다. 구체적으로, 제1전극부(미도시)가 다기능막으로 이루어진 경우, 정공 주입능력이 향상되고, 제2전극부(미도시)가 다기능막으로 이루어진 경우에는, 전자 주입능력이 향상된다.
- [0031] 또한 금속 나노입자(미도시)의 종류를 조절하여(선택하여) 다기능막(미도시)의 전기 전도도 및 일함수 값을 조절할 수 있다는 장점이 있다. 구체적으로, 금속 나노입자(미도시)의 전기 전도도 및 일함수 값이 커질수록, 다기능막(미도시)의 전기 전도도 및 일함수 값이 커지고, 금속 나노입자(미도시)의 전기 전도도 및 일함수 값이 작아질수록, 다기능(미도시)의 전기 전도도 및 일함수 값이 작아진다.
- [0032] 한편, 금속 나노입자(미도시)는 결합부(미도시)를 막기 때문에, 외부의 수분(H₂O)이나 산소(O₂)로부터 유기층(미도시)을 비롯한 내부 소자들이 보호되는 효과를 발생시킨다.
- [0033] 한편, 제2전극부(미도시)가 다기능막(미도시)으로 이루어진 경우의 유기발광표시장치(100)의 제조방법에

있어서, 단일의 구조로서 제2전극의 기능과 내부 소자를 보호하는 기능을 동시에 수행할 수 있기 때문에, 공정 수와 공정 시간이 단축되어 제조 원가를 절감할 수 있는 효과가 있다.

[0034] 본 명세서에서, 제1전극, 화소전극, 애노드전극 및 양극은 동일한 의미로 사용될 수 있다. 또한 제2전극, 공통전극, 캐소드전극 및 음극은 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[0035] 이하 도면들을 참고하여, 실시예들을 구체적으로 설명한다.

[0036] 도 2는 일반적인 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.

[0037] 도 2를 참조하면, 일반적인 유기발광표시장치(100)는, 기판(202)과, 기판(202) 상에 위치하고, 게이트전극(204), 게이트절연막(206), 반도체층(208) 및 소스전극/드레인전극(210)을 포함하는 트랜지스터와, 트랜지스터 상에 위치하는 평탄화층(212)을 포함한다. 또한 일반적인 유기발광표시패널(140)은 평탄화층(212) 상에 위치하고, 컨택홀을 통해 소스전극/드레인전극(210)과 연결되는 제1전극(220)과, 제1전극(220)과 가장자리가 중첩되어 제1전극(220)의 일부를 노출시키는 बैं크(232)와, 노출된 제1전극(220) 상에 위치하는 유기층(234)과, 유기층(234) 및 बैं크(232)를 덮도록 전면에서 형성된 제2전극(240)을 포함한다.

[0038] 여기서 제1전극(220) 및 제2전극(240) 중 적어도 하나는 그래핀(Graphene)을 포함하는 다기능막으로 이루어질 수 있고, 다기능막은, 유기층(234)으로 정공을 공급하는 제1전극(또는 애노드 전극, 220)으로 기능하거나, 유기층(234)으로 전자를 공급하는 제2전극(또는 캐소드 전극, 240)으로 기능할 수 있다. 뿐만 아니라, 다기능막은 내부의 유기층(234)을 비롯한 소자를 보호하는 인캡슐레이션층(Encapsulation Layer)의 기능을 동시에 수행한다.

[0039] 일반적인 유기발광표시장치(100)의 다기능막을 이루는 그래핀은, 제조 과정에서 필연적으로 다수의 결함부(Defect, 미도시)를 포함하게 되는데, 이러한 결함부의 존재로 인해, 외부의 수분이나 산소가 유기층에 침투하게 되고, 유기층이 수분이나 산소에 접촉되면서, 특성이 열화되고, 수명이 감소하는 문제점이 발생한다.

[0040] 또한 다기능막에 존재하는 결함부로 인하여, 제1전극(220)이나 제2전극(240)으로의 기능 수행을 위한 충분한 전기 전도도를 확보할 수 없고, 유기층(234)으로 전자를 공급하기 위한 전하(전자, 정공) 주입능력이 부족한 문제점이 있다. 다시 말해서, 다기능막이 유기층(234)으로 원활하게 전하를 공급하기 위해서는, 제1전극(220)에서는 높은 일함수(Work Function) 값이 필요하고, 제2전극(240)에서는 낮은 일함수 값이 필요하지만, 그래핀의 일함수 값이 필요한 일함수 값에 비해 상대적으로 낮거나 높기 때문에, 전하의 주입이 원활하게 진행되지 않는다.

[0041] 한편, 전술한 문제점들을 해결하기 위하여, 그래핀 표면에 금속 나노입자(Dopant)가 도핑(Dopping)되기도 하지만, 이러한 도핑된 금속 나노입자는 결함부(미도시)를 막지 못하기 때문에, 외부의 수분이나 산소의 투과를 방지할 수 없는 문제점이 여전히 존재한다.

[0042] 본 명세서의 실시예들은 전술한 문제점들을 해결하는 구조를 갖는다.

[0043] 이하 도면을 참조하여 본 발명에 대한 실시예들을 상세히 설명한다.

[0044] 도 3a 내지 도 3c는 실시예들에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도들이고, 도 4는 도 3a 내지 도 3c의 유기발광표시장치의 다기능막을 나타낸 개략적인 평면도이다.

[0045] 도 3a 내지 도 4를 참조하면, 유기발광표시장치(100)는, 기판(302)과, 기판(302) 상에 위치하고, 게이트전극(304), 게이트절연막(306), 반도체층(308) 및 소스전극/드레인전극(310)을 포함하는 트랜지스터와, 트랜지스터 상에 위치하는 평탄화층(312)을 포함한다. 또한 유기발광표시장치(100)는 평탄화층(312) 상에 위치하고, 컨택홀을 통해 소스전극/드레인전극(310)과 연결되는 제1전극부(320)와, 제1전극부(320)와 가장자리가 중첩되어 제1전극부(320)의 일부를 노출시키는 बैं크(332)를 포함한다.

[0046] 또한 유기발광표시장치(100)는, 제1전극부(320) 상에 위치하는 유기층(334) 및 유기층(334) 상에 위치하는 제2전극부(340)를 포함하고, 제1전극부(320) 및 제2전극부(340) 중 적어도 하나는 다기능막(Multi-Functional Film, 320, 340)으로 이루어질 수 있다.

[0047] 다기능막(320, 340)은 복수의 도메인(Domain, Do1 내지 Do4)으로 구획되는 그래핀(Graphene, 344) 및 금속 나노입자(350)를 포함하고, 금속 나노입자(350)는 각 도메인(Do1 내지 Do4) 사이에 존재하는 결함부(346)에 위치한다.

[0048] 여기서, 도 3a에 도시된 바와 같이, 제2전극부(340)가 다기능막(340)으로 이루어진 경우, 다기능막(340)은, 유

기층(334)에 전자를 공급하는 제2전극(340)으로 기능하고, 동시에 외부의 수분(H_2O)과 산소(O_2)의 투과를 방지하여 유기층(334) 및 내부 소자들을 보호하는 기능을 수행한다.

[0049] 이때 제1전극부(320)는 양극으로서 유기층(334)에 정공을 공급하고, 애노드 전극(Anode, 양극)의 역할을 하도록 일함수 값이 비교적 크고, 투명한 도전성 물질, 예를 들면 ITO(Indium Tin Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide)와 같은 금속 산화물, $ZnO:Al$ 또는 $SnO_2:Sb$ 와 같은 금속과 산화물의 혼합물, 탄소(C) 나노튜브 및 은(Ag) 나노와이어 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.

[0050] 한편, 도 3b에 도시된 바와 같이, 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어진 경우, 다기능막(320)은, 유기층(334)에 정공을 공급하는 제1전극(320)으로 기능하고, 동시에 외부의 수분(H_2O)과 산소(O_2)의 투과를 방지하여 유기층(334)을 보호하는 기능을 수행한다.

[0051] 이때, 제2전극부(340)는 음극으로서 유기층(334)에 전자를 공급하고, 캐소드 전극(Cathode, 음극)의 역할을 하도록, 일함수 값이 비교적 작은 물질, 예를 들면, 제 1 금속, 예를 들어 Ag 등과 제 2 금속, 예를 들어 Mg 등이 일정 비율로 구성된 합금의 단일층 또는 이들의 다수층일 수 있다.

[0052] 이 경우, 제2전극부(340) 상에는 인캡슐레이션층(Encapsulation Layer, 360)이 추가로 위치할 수 있다. 인캡슐레이션층(360)은 외부의 수분과 산소로부터 유기층(334)을 보호하는 기능을 수행한다.

[0053] 한편, 도 3c에 도시된 바와 같이, 제1전극부(320) 및 제2전극부(340)가 동시에 다기능막(320, 340)으로 이루어질 수도 있다. 이 경우, 제1전극부(320)는 정공을 주입하는 양극의 기능 및 유기층(334)을 보호하는 기능을 동시에 수행하고, 제2전극부(340) 또한 전자를 주입하는 음극의 기능 및 유기층(334)을 보호하는 기능을 동시에 수행한다.

[0054] 다기능막(320, 340)의 골격을 이루는 그래핀(344)은, 흑연으로부터 기계적으로 박리되거나, 금속 촉매 상에 화학적 기상증착 방식으로 형성되거나, 실리콘 카바이드(SiC)를 열로 분해한 후 표면에서 형성되거나, 촉매 금속층 상에서 성장되는 등의 다양한 방식으로 제조될 수 있다.

[0055] 또한 그래핀(344)은, 흑연(Graphite)을 과망간산칼륨($KMnO_4$)과 황산(H_2SO_4)에 의해 산화 흑연(Graphite Oxide)으로 산화시킨 후, 초음파 분산(sonication, 또는 초음파 분해)을 통해 물과 에탄올로 분산시켜 제조한 산화 그래핀(Graphene Oxide, GO)일 수 있고, 이를 환원시킨 환원 그래핀(reduced Graphene Oxide, rGO)일 수도 있으나 이에 제한되지 않는다.

[0056] 예시적인 그래핀(344)의 제조방법에 대해서는 이하의 관련된 도면에서 상세히 설명한다.

[0057] 전술한 그래핀(344)은 제조 과정에서 형성된 다양한 형상의 도메인(Do1 내지 Do4) 및 결함부(346)를 포함할 수 있다. 결함부(346)에는 탄소(C) 원자 사이의 결합이 존재하지 않기 때문에, 그래핀(344)의 전기 전도도를 감소시키게 되고, 이러한 결함부(346)를 통해 외부의 수분 또는 산소가 통과할 수 있게 된다.

[0058] 도면들에 도시된 도메인(Do1 내지 Do4) 및 결함부(346)의 모양, 크기, 개수 등은, 설명의 편의를 위해 예시적으로 제시된 것이고, 실시예들은 이에 제한되지 않고 다양한 모양, 크기, 개수로 존재할 수 있다.

[0059] 한편, 금속 나노입자(350)는, 다기능막(320, 340)의 결함부(346)에 위치한다. 다시 말해서, 금속 나노입자(350)는 그래핀(344) 표면 상에 도핑되는 것과 달리, 그래핀(344)의 도메인(예를 들어 Do1)과 인접한 다른 도메인(예를 들어 Do2) 사이에 위치할 수 있다. 다시 말해서, 금속 나노입자(350)는 다기능막(320, 340) 전체에 걸쳐 불균일하게 분포된다. 따라서 금속 나노입자(350)는 각 도메인(Do1 내지 Do4)의 탄소(C) 원자 사이를 연결하는 기능을 수행한다.

[0060] 구체적으로, 도 4의 확대도에 도시된 바와 같이, 금속 나노입자(350)는 그래핀(344)에서 연결이 끊어져 있는 부분에 위치하여, 탄소(C) 원자와 탄소(C) 원자 사이를 연결한다.

[0061] 실시예들에 따른 금속 나노입자(350)는, 일반적인 유기발광표시장치(100)의 다기능막(220, 240)에 비해, 전기 전도도 및 일함수를 조절하여 다기능막(320, 340)이 우수한 특성을 구현할 수 있게 한다.

[0062] 예를 들어 설명하면, 금속 나노입자(350)의 전기 전도도가 클수록, 다기능막(320, 340)의 면저항(Sheet Resistance) 값이 작고, 전기 전도도가 크다. 반면, 결함부(346)에 위치하는 금속 나노입자(350)의 전기 전도도가 낮을수록, 다기능막(320, 340)의 전기 전도도가 작고, 면저항 값이 크게 형성된다.

[0063] 한편, 금속 나노입자(350)의 일함수 값이 클수록, 다기능막(320, 340)의 일함수 값이 크고, 이에 따라 정공 주

입능력이 크다. 반면, 금속 나노입자(350)의 일함수 값이 작을수록, 다기능막(320, 340)의 일함수 값이 작고, 이에 따라 전자 주입능력이 크다.

- [0064] 금속 나노입자(350)의 종류는, 유기발광표시장치(100)의 특성에 대한 설계 값에 따라 상이해질 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 큰 전기 전도도 및 작은 면저항 값을 갖는 제2전극(340)이 요구되는 유기발광표시장치(100)의 경우, 전기 전도도가 크고 면저항 값이 작은 금속 나노입자(350)가 포함된 다기능막(320)이 사용될 수 있다. 또한, 큰 전기 전도도 및 큰 면저항 값을 갖는 제1전극(340)이 요구되는 유기발광표시장치(100)의 경우, 전기 전도도가 크고, 면저항 값이 큰 금속 나노입자(350)가 포함된 다기능막(340)이 활용될 수 있다.
- [0066] 구체적으로, 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어진 경우에 있어서, 그래핀(344)의 일함수 값은 대략 4.4 eV 이고, 이는 양극으로서 유기층(334)으로의 정공 주입을 원활하게 하기에는 부족한 값이다. 실시예들에 따른 다기능막(320)이 그래핀(344)보다 큰 일함수 값을 갖는 금속 나노입자(350)를 포함하는 경우, 상대적으로 큰 일함수 값을 가지게 됨으로써, 정공 주입능력이 향상되는 효과를 발생시킨다.
- [0067] 반면, 제2전극부(340)가 그래핀(344)을 포함하는 다기능막(340)으로 이루어진 경우, 음극으로서 유기층(334)으로 전자의 주입이 원활하지 않게 된다. 이 경우, 그래핀(344)보다 낮은 일함수 값을 갖는 금속 나노입자(350)에 의해, 보다 향상된 전자 주입능력을 가질 수 있다.
- [0068] 금속 나노입자(350)는, 예를 들어, 금(Au) 나노입자(Nano Particle)일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 금(Au)은, 상대적으로 높은 전기 전도도와 낮은 면저항 값을 가지며, 외부의 입자들과의 반응성이 낮아 안정적으로 특성을 구현할 수 있는 장점을 갖는다. 또한 금 나노입자(350)는, 그래핀(334)보다 높은 일함수 값을 가지기 때문에, 제1전극부(320)의 그래핀(344)의 결합부(346)에 위치할 수 있다.
- [0069] 한편, 제1전극부(320) 또는 제2전극부(340)가 다기능막(320, 340)으로 이루어진 경우에 있어서, 초 박막 형태의 그래핀(344)으로 인해, 유기발광표시장치(100)의 전체적인 두께가 얇아지는 장점이 있다. 또한 다기능막(340)을 이루는 그래핀(344)은 기계적 유연성이 뛰어나기 때문에, 플렉서블(Flexible) 유기발광표시장치에 적용될 수 있다.
- [0070] 특히 제2전극부(340)가 다기능막(340)으로 이루어진 경우에는, 단일의 구조로 전극 및 보호 기능을 수행함으로써, 공정 수 및 공정 시간이 단축되어 제조 원가가 절감되는 효과가 발생한다.
- [0071] 한편, 기판(302)은, 글래스(Glass) 기판뿐만 아니라, PET(Polyethylen terephthalate), PEN(Polyethylen naphthalate), 폴리이미드(Polyimide) 등의 플라스틱 기판 등일 수 있다.
- [0072] 이러한 기판(302) 상에는 불순원소의 침투를 차단하기 위한 버퍼층(buffering layer)이 구비될 수 있다. 버퍼층은 예를 들어 질화실리콘(SiNx) 또는 산화실리콘(SiOx)의 단일층 또는 다수층으로 형성될 수 있다.
- [0073] 게이트전극(304)은 게이트신호를 트랜지스터에 전달하는 기능을 수행하고, Al, Pt, Pd, Ag, Mg, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, Mo, Ti, W, Cu 중 적어도 하나 이상의 금속 또는 합금으로, 단일층 또는 다수층으로 형성될 수 있다. 또한 반도체층(308)과 전기적으로 연결되는 소스전극/드레인전극(310)은, 크롬(Cr) 또는 탄탈륨(Ta) 등과 같은 고용점 금속으로 형성될 수 있다.
- [0074] 한편, 반도체층(308)은, 금속 산화물, 예를 들어 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), ZTO(Zinc Tin Oxide), ZIO(Zinc Indium Oxide) 중 어느 하나일 수 있으나 이에 제한되지 않고, 비정질 실리콘(a-Si)이나 다결정 실리콘(Polysilicon)으로 이루어질 수 있다.
- [0075] 게이트절연막(306)은, SiOx, SiNx 등의 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0076] 게이트전극(304), 반도체층(308), 소스전극/드레인전극(310) 등을 포함하는 트랜지스터는, 일예로서, 바텀 게이트(Bottom gate) 방식으로 도시되었지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고 탑 게이트(Top gate) 방식에 의할 수 있다.
- [0077] 한편, 평탄화층(312)은 기계적 강도, 내투습성, 성막 용이성, 생산성 등을 고려하여, 소수성의 성질을 갖는 유기막 또는 무기막으로서, 예를 들어, 폴리스티렌(Polystyrene), 실록세인계 수지(Siloxane Series Resin), 아크릴 수지(Acrylic Resin)SiON, 질화실리콘(SiNx), 산화실리콘(SiOx), 산화알루미늄(AlOx) 중 어느 하나로 형성된다.
- [0078] 한편, 유기발광표시장치(100)가 상부발광 방식(Top Emission)일 경우, 반사효율 향상을 위해 제1전극부(320)의

상/하부에 반사효율이 우수한 금속물질, 예를 들면, 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)으로써 반사판이 보조전극으로 더 형성될 수 있다.

- [0079] 본 명세서에서 상부발광 방식이라 함은, 유기층(334)에서 발광되는 광 다중박막(330) 방향으로 방출되는 것을 의미하고, 하부발광 방식이라 함은, 상부발광 방식과 반대 방향으로 광이 방출되는 것을 의미한다.
- [0080] 뱅크(332)는 발광영역을 정의하고, 소수성을 갖는 유기물질, 예를 들면, 폴리스티렌(Polystyrene), 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 벤조사이클로부텐계 수지(benzocyclobuteneseries resin), 실록세인계 수지(siloxane series resin) 및 실란 수지(silane), 아크릴 수지(Acrylic Resin) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0081] 유기층(334)은, 다중층으로 이루어질 수 있고, 예를 들어, 픽셀전극(220) 상부로부터 순차적으로, 정공주입층(Hole Injection Layer), 정공수송층(Hole Transport Layer), 발광층(Emitting Layer), 전자수송층(Electron Transport Layer) 및 전자주입층(Electron Injection Layer)의 5중층 구조로 형성되거나, 또는 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 전자주입층의 4중층 구조, 정공수송층, 발광층, 전자수송층의 3중층 구조로 형성될 수 있다.
- [0082] 한편, 도 3b에 도시된 인캡슐레이션층(360)은, 금속 박막의 형태로 적층되거나, 유기막과 무기막의 다중층 구조로 이루어지거나, 프릿(Frit)을 이용한 구조일 수 있으나, 이에 제한되지 않고 다양한 구조로 형성될 수 있다.
- [0083] 인캡슐레이션층(360)은 외부의 산소나 수분으로부터 유기층(334) 및 내부 소자들을 보호하기 위한 보호층의 기능을 수행한다.
- [0084] 도 5는 다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0085] 도 3과 중복되는 구성요소에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0086] 도 4 및 도 5를 참조하면, 유기발광표시장치(100)는, 제1전극부(320) 상에 위치하는 유기층(334) 및 유기층(334) 상에 위치하고 다기능막(Multi-Functional Film, 340)으로 이루어진 제2전극부(340)를 포함하고, 다기능막(340)은 복수의 도메인(Domain, Do1 내지 Do4)으로 구획되는 그래핀(Graphene, 334) 및 금속 나노입자(350)를 포함하고, 금속 나노입자(350)는 각 도메인(Do1 내지 Do4) 사이에 존재하는 결합부(346)에 위치한다.
- [0087] 도 5에 도시된 실시예는 제2전극부(340)가 다기능막(340)인 경우를 일 예로서 나타낸 것이고, 실시예들에 따른 다기능막(320, 340)은, 이에 제한되지 않고, 제1전극부(320)에도 적용될 수 있음에 유의하여야 한다.
- [0088] 여기서 다기능막(340)은, 유기층(334)으로 전자를 주입하는 음극의 기능을 수행하고, 동시에 외부의 수분(H₂O)과 산소(O₂)의 투과를 방지하는 기능을 수행한다.
- [0089] 한편, 다기능막(340)은 다중층 구조로 이루어질 수 있다. 도 5에서는, 예를 들어 세 개의 층이 존재하는 다기능막(330)을 도시하였지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 또한 도시되지는 않았지만, 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어진 경우에도, 마찬가지로 다중층 구조로 형성될 수 있다.
- [0090] 다중층 구조로 이루어진 다기능막(340)의 구조로 인하여, 제2전극부(340)의 두께가 두꺼워지고, 단일층인 경우에 비해 전체적인 면저항 값이 더욱 낮아질 수 있다. 따라서 단일층인 경우에 비해 전기 전도도 또한 상대적으로 향상될 수 있다.
- [0091] 또한 다기능막(340)에 포함된 금속 나노입자(350)의 일함수 값이 그래핀(344)에 비해 작은 경우, 다기능막(340)의 일함수 값이 이에 대응하여 작아지고, 이에 따라 다기능막(340)의 전자 주입능력 또한 이에 대응하여 상승한다.
- [0092] 또한 다기능막(340)의 다중층 구조로 인하여, 더욱 효율적으로 외부의 수분과 산소의 투과를 방지할 수 있게 된다.
- [0093] 한편, 제2전극부(340)가 다기능막(340)으로 이루어진 경우에 있어서, 초 박막 형태의 그래핀(344)으로 인해, 유기발광표시장치(100)의 전체적인 두께가 얇아지는 장점이 있다. 또한 다기능막(340)을 이루는 그래핀(344)은 기계적 유연성이 뛰어나기 때문에, 플렉서블(Flexible) 유기발광표시장치에 적용될 수 있다.
- [0094] 또한 다기능막(330)은 하나의 구조로 형성되기 때문에 공정 수가 감소하고, 공정 시간이 단축되어 제조 원가가 절감되는 효과를 갖는다. 다시 말해서, 제2전극과 인캡슐레이션층이 따로 형성되지 않기 때문에 공정 수 절감의 이점이 있다.

- [0095] 도 2 내지 도 5에서 도시된 유기발광표시장치(100)는 설명의 편의를 위해 예시적으로 도시된 도면들이고, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 다양한 구조로 설계될 수 있다. 또한 다기능막(320, 340)의 그래핀(344)의 도메인(Do1 내지 Do4), 결합부(346) 및 금속 나노입자(350)의 개수, 형상, 크기 등은 도면들에 제한되지 않고, 다양할 수 있다는 점에 유의해야 한다.
- [0096] 이하에서는 실시예들에 따른 유기발광표시장치의 제조방법에 대해 설명한다.
- [0097] 도 6a 내지 도 6f는 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 나타낸 도면들이다.
- [0098] 도 6a 내지 도 6f를 참조하면, 유기발광표시장치(100)의 제조방법은, 제 1전극부(320) 상에 유기층(334)을 형성하는 단계 및 유기층(334) 상에, 복수의 도메인(Domain, Do1 내지 Do4)으로 구획되는 그래핀(Graphene, 334) 및 각 도메인(Do1 내지 Do4) 사이에 존재하는 결합부(346)에 위치하는 금속 나노입자(350)를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film, 340)으로 이루어진 제2전극부(340)를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서 금속 나노입자(350)는 각 도메인(Do1 내지 Do4)의 탄소(C) 원자 사이를 연결한다.
- [0099] 구체적으로, 도 6a에 도시된 바와 같이, 유기발광표시장치(100)의 기판(302), 트랜지스터, 게이트절연막(306), 평탄화층(312), 제1전극부(320)을 형성한 후, 제1전극부(320), बैं크(332) 및 유기층(334)을 형성하는 단계가 수행된다.
- [0100] 도 6a 내지 도 6f에 도시된 유기발광표시장치(100)의 제조방법은, 제2전극부(340)가 다기능막(340)으로 이루어진 경우의 실시예를 나타낸다. 다만, 실시예들은 이에 제한되지 않고, 제1전극부(320) 또한 다기능막(320)으로 이루어질 수 있음에 유의하여야 한다.
- [0101] 게이트전극(304), 게이트절연막(306), 반도체층(308) 및 소스전극/드레인전극(310)을 포함하는 트랜지스터는, 물리적 기상증착(Physical Vapor Deposition) 또는 화학적 기상증착(Chemical Vapor Deposition) 등의 증착 공정을 통해 증착되고, 식각(Etching) 공정을 통해 패터닝(Patterning)된다.
- [0102] 트랜지스터 상에는 증착 공정을 통해 컨택홀이 위치하는 평탄화층(312)이 형성되고, 평탄화층(312) 상에는 컨택홀을 통해 소스전극/드레인전극(310)과 연결되는 제1전극부(320)가 증착 후 패터닝된다. 여기서 제1전극부(320)는 유기층(334)으로 정공을 공급하는 양극의 기능을 수행한다.
- [0103] 한편, 제1전극부(320)의 가장자리를 따라 बैं크(332)가 형성된다. बैं크(332)는 증착 및 에칭 공정에 의해 무기물 질로 형성되거나, 용액 공정에 의해 유기물질로 형성될 수 있다.
- [0104] बैं크(332)에 의해 노출된 제1전극부(320) 상에는 유기층(334)이 형성된다. 유기층(334)은 다수개의 층으로 이루어질 수 있다. 또한 유기층(334)은 물리적 기상증착 또는 화학적 기상증착 방식에 의해 증착되거나, 잉크젯 프린팅(Inkjet Printing)과 같은 용액 공정에 의해 형성될 수 있다. 여기서, 용액 공정에 의하는 경우에는, 다수개의 층 중 일부 층만 용액 공정으로 형성될 수 있다.
- [0105] 한편, 유기층(334) 상에는 다기능막(340)으로 이루어진 제2전극부(340)가 형성된다. 제2전극부(340)의 제조방법의 일예가 도 6b 내지 도 6d에 도시되어 있다.
- [0106] 도 6b 내지 도 6d에 도시된 다층박막(340)의 제조방법은 화학적 기상증착(Chemical Vapor Deposition, CVD) 방식에 의해 형성하는 방법을 예를 들어 설명한 것이고, 본 명세서의 유기발광표시장치(100)의 제조방법은 이에 제한되지 않는다.
- [0107] 여기서, 다기능막(340)을 형성하는 단계는, 촉매 금속층(604) 상에서 그래핀(344)을 형성하고, 그래핀(344)을 금속 나노입자(350)의 전구체(612)가 함유된 용액(614)에 혼합하여 금속 나노입자(350)를 성장시킨 후, 유기층(334) 상에 전사하여 다기능막(330)을 형성하는 단계이다.
- [0108] 구체적으로, 베이스 기판(602) 상에 촉매 금속층(604)을 형성한다. 여기서 촉매 금속층(604)은, 예를 들어, 탄소에 대한 용해도가 작은 구리(Cu) 또는 니켈(Ni)로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0109] 대부분의 금속은, 부분적으로는 결정을 이루지만 전체적으로는 하나의 균일한 결정이 아닌 다결정 구조를 갖기 때문에, 도 6b에 도시된 바와 같이, 촉매 금속층(604)은 다수의 결정 영역으로 구획되어 있을 수 있다.
- [0110] 따라서 도 6c에 도시된 바와 같이, 촉매 금속층(604) 상에 형성되는 그래핀(344)은, 촉매 금속층(604)의 결정 영역을 따라, 다수 개의 도메인(Do1 내지 Do5)으로 구획될 수 있다. 도 6c에는 다섯 개의 도메인(Do1 내지 Do5)을 도시하였지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

- [0111] 한편, 도시되지는 않았지만, 그래핀(344) 상에는 이후 단계에서 유기층(334)과의 접착을 위한 투명 접착 필름이 위치할 수 있다.
- [0112] 다음으로, 금속 나노입자(350)의 전구체가 혼합되어 있는 전구체 용액(614)에 그래핀(344)을 혼합하는(또는 담그는) 공정이 수행된다.
- [0113] 금속 나노입자(350)는 예를 들어, 일함수 값이 상대적으로 작은 마그네슘(Mg), 니켈(Ni), 칼슘(Ca) 등일 수 있으나, 실시예들은 이에 제한되지 않고, 금속 나노입자(350)는 다른 금속의 입자일 수 있고, 전구체 용액(614) 또한 금속 나노입자(350)를 공급할 수 있다면 적용될 수 있다.
- [0114] 여기서, 다기능막(330)을 형성하는 단계에서, 다기능막(330)의 전기 전도도, 일함수 및 투습율 중 적어도 하나에 대한 설계 값에 따라 금속 나노입자(350)의 종류가 결정될 수 있다.
- [0115] 전구체가 혼합되어 있는 전구체 용액(614)에 그래핀(344)을 혼합하는(또는 담그는) 단계에서, 금속 나노입자(350)는 선택적으로 그래핀(344)의 결합부(346)에 위치하여 그래핀(344)에 결합된다. 즉, 각 도메인(Do1 내지 Do5)의 경계를 따라서 성장하게 되고, 전체적으로 볼 때 불균일하게 분포된다.
- [0116] 이는 활성화 에너지(Activation Energy, Ea)의 차이에서 비롯된 것이다. 구체적으로, 금속 나노입자(350)가 결합부(346)가 아닌 영역에서 그래핀(344)의 탄소 원자와 결합하는 경우의 활성화 에너지에 비해, 금(Au) 원자가 결합부(346)에서 각 도메인(Do1 내지 Do5)의 가장자리에 있는 탄소 원자와 결합하는 경우의 활성화 에너지가 작기 때문에, 금속 나노입자(350)는 선택적으로 결합부(346)에 위치하게 된다.
- [0117] 따라서, 결합부(346)에 위치하는 금속 나노입자(350)를 포함하는 다기능막(340)은, 수분 및 산소의 투과를 방지할 수 있고, 우수한 전기 전도도 특성, 낮은 면저항 특성을 갖게 된다.
- [0118] 한편, 도시되지는 않았지만, 금속 나노입자(350)가 선택적으로 위치할 수 있도록, 반응 온도 및 베이스 기판(602)의 온도를 조절하여 활성화 에너지를 조절할 수 있다.
- [0119] 이는 금속 나노입자가 다기능막(340)의 표면 상에 배치되는 도핑(Doping)과는 상이한 방식으로, 도핑에 의한 경우, 결합부(346)를 막을 수 없어, 투습율 특성이 저하되는 문제점이 있다.
- [0120] 이후, 촉매 금속층(604)을 선택적으로 식각할 수 있는 식각 용액(Etchant)으로 식각하여, 촉매 금속층(604)을 제거하고, 남아 있는 그래핀(344)을 유기층(334) 상에 전사하여 도 6e에 도시된 다기능막(340)으로 이루어진 제2전극부(340)를 형성하는 단계가 수행되고, 유기발광표시장치(100)가 완성된다(도 6f 참조).
- [0121] 화학적 기상증착 방식에 의해 형성된 다기능막(330)의 제조공정은, 예를 들어 설명된 것이고, 실시예들에 따른 유기발광표시장치(100)의 다기능막(330)은, 이외에도, 다양한 방식으로 형성될 수 있음에 유의하여야 한다.
- [0122] 도 7a 내지 도 7d는 또다른 실시예에 따른 유기발광표시장치의 제조방법을 나타낸 도면들이다.
- [0123] 도 7a 내지 도 7d를 참조하면, 유기발광표시장치(100)의 제조방법은, 복수의 도메인(Domain, Do1 내지 Do5)으로 구획되는 그래핀(Graphene, 344) 및 각 도메인(Do1 내지 Do5) 사이에 존재하는 결합부(346)에 위치하는 금속 나노입자(350)를 포함하는 다기능막(Multi-Functional Film, 320)으로 이루어진 제1전극부(320)를 형성하는 단계 및 제1전극부(320) 상에 유기층(334) 및 제2전극부(340)를 순차적으로 형성하는 단계를 포함한다. 또한 유기발광표시장치(100)의 제조방법은, 유기층(334) 및 제2전극부(340)를 형성하는 단계 이후에, 제2전극부(340) 상에 인캡슐레이션층(Encapsulation Layer, 360)을 형성하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0124] 도 7a 내지 도 7d는, 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어진 경우에 대한 유기발광표시장치(100)의 제조방법을 나타낸 것이고, 도 6a 내지 도 6f와 동일한 내용에 관해서는 기재 생략한다.
- [0125] 게이트전극(304), 게이트절연막(306), 반도체층(308) 및 소스전극/드레인전극(310)을 포함하는 트랜지스터는, 물리적 기상증착(Physical Vapor Deposition) 또는 화학적 기상증착(Chemical Vapor Deposition) 등의 증착 공정을 통해 증착되고, 식각(Etching) 공정을 통해 패터닝(Patterning)된다. 또한 트랜지스터 상에는 증착 공정을 통해 컨택홀이 위치하는 평탄화층(312)이 형성된다(도 7a 참조).
- [0126] 이후, 평탄화층(312) 상에는, 다기능막(320)으로 이루어진 제1전극부(320)가 형성된다(도 7b 참조). 이때, 다기능막(320)은, 도 6b 내지 도 6d에서 설명한 방법에 의해 형성된다.
- [0127] 제1전극부(320)를 이루는 다기능막(320)의 금속 나노입자(350)는, 그래핀에 비해 상대적으로 일함수가 큰 금속인 금(Au), 백금(Pt), 은(Ag) 등일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

- [0128] 제1전극부(320)는 유기층(334)에 정공을 공급하는 양극의 기능과, 외부의 수분과 산소 등을 차단하는 보호층으로서의 기능을 동시에 수행한다.
- [0129] 이어서, 제1전극부(320) 상에는 유기층(334) 및 제2전극부(340)가 순차적으로 형성된다(도 7c 참조). 여기서 제2전극부(340)는 유기층(334)에 전자를 공급하는 음극의 기능을 수행한다.
- [0130] 다만, 제2전극부(340)는 수분과 산소를 차단하는 기능을 수행할 수 없기 때문에, 이후 인캡슐레이션층(360)이 형성될 수 있다. 이때 인캡슐레이션층(360)은 금속 박막 구조, 유기/무기 반복 적층 구조, 프릿을 이용한 구조일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0131] 도 8은 실시예에 따른 유기발광표시장치의 다기능막의 EDX 피크(Peak)를 나타내는 도면이다.
- [0132] EDX(Energy Dispersive X-ray spectroscopy)는, 전류의 인가에 의해 생성된 전자를 가속시켜 시료와 충돌 시키는 경우 발생하는 X-ray 의 에너지를 측정하여 시료를 분석하는 방법으로서, 각 원소마다 특유의 값을 갖는다.
- [0133] 도 8을 참조하면, 다기능막(320)은, 그래핀(344)의 결합부(346)에 위치하는 금속 나노입자(350)를 포함한다. 여기서, 도 8의 EDX 피크는, 유기발광표시장치(100)의 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어지고, 다기능막(320)에 포함된 금속 나노입자(350)는 상대적으로 일함수 값이 큰 금(Au) 나노입자인 경우를 나타낸다.
- [0134] 도 8에 도시된 바와 같이, 결합부(346)에 해당하는 영역에서는, 탄소(C) 원자 및 금(Au) 원자에 해당하는 EDX 피크가 검출되었다. 반면, 결합부(346)에 해당하지 않는 영역에서는, 탄소(C) 원자에 해당하는 EDX 피크만이 검출되었다.
- [0135] 따라서 이를 통해, 금속 나노입자(350)가 결합부(346)에 위치한다는 사실을 알 수 있다. 다시 말해서, 금속 나노입자(350)는 다기능막(320) 전체에 걸쳐 불균일하게 분포되고, 결합부(346)에 선택적으로 위치한다. 이는 금속 나노입자(350)를 도핑한 경우와 비교했을 때, 여러 물성의 차이를 가져온다.
- [0136] 도 9는 실시예에 따른 유기발광표시장치의 다기능막의 일함수 값을 나타내는 표이다.
- [0137] 도 9를 참조하면, 금(Au), ITO(Indium Tin Oxide), 그래핀(344) 및 결합부(346)에 위치하는 금 나노입자(350)를 포함하는 그래핀(344)의 일함수 값을 볼 수 있다.
- [0138] 도 9의 일함수 값은 UPS(Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy) 방식에 의해 측정된 것으로서, UPS는 10 ~ 20 eV 정도의 극자외선(extreme UV) 영역의 빛을 사용하여 시료의 가전자(valence electron) 영역의 전자를 방출도록 하여, 화학결합에 직접 참여하는 전자들이 고체 내에서 가질 수 있는 다양한 상태를 알 수 있도록 해주는 방식이다. 일함수 측정 장비에서 뉴트럴라이저(Neutralizer)가 온(on) 상태인 경우와 오프(Off) 상태인 경우를 각각 측정하였다.
- [0139] 도 9의 표는, 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어지고, 다기능막(320)에 포함된 금속 나노입자(350)는 상대적으로 일함수 값이 큰 금(Au) 나노입자인 경우의 일함수 값을 나타낸다.
- [0140] 표를 참조하면, ITO나 금속 나노입자(350)를 포함하지 않는 그래핀의 경우에는 상대적으로 낮은 일함수 값을 갖는 것을 볼 수 있다. 이는 다기능막(320)이 양극으로 기능할 경우, 상대적으로 낮은 값으로서, 다기능막(320)의 유기층(334)으로의 정공 주입능력이 상대적으로 부족함을 의미한다.
- [0141] 반면, 실시예들에 따라, 결합부(346)에 위치하는 금 나노입자(350)를 포함하는 그래핀(344)의 경우에는 5.12 eV의 일함수 값을 가짐으로써, 상대적으로 정공 주입능력이 우수한 효과가 있음을 알 수 있다.
- [0142] 도 10a는 일반적인 유기발광표시장치의 다기능막의 개략적인 평면도이고, 도 10b는 일반적인 유기발광표시장치의 다기능막에 금속 나노입자를 도핑한 경우를 나타내는 개략적인 평면도이며, 도 11은 도 10a의 다기능막과, 도 10b의 다기능막과, 실시예들에 따른 다기능막의 물성을 비교한 표이다.
- [0143] 도 10a 및 도 10b의 경우, 일반적인 유기발광표시장치(100)의 양극인 제1전극(220)의 평면을 나타낸 도면들이다. 한편, 도 11의 경우, 실시예에 따른 유기발광표시장치(100)는 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어진 경우를 나타낸다.
- [0144] 도 10a 내지 도 11을 참조하면, 일반적인 다기능막(320)을 이루는 그래핀(244)은, 다수의 결합부(246)를 포함하게 되는데, 이러한 결합부(246)의 존재로 인해, 외부의 수분이나 산소가 유기층에 침투하게 되고, 유기층(234)이 수분이나 산소에 접촉되면서, 특성이 열화되고, 수명이 감소하는 문제점이 발생한다.

[0145] 또한 결합부(246)로 인하여, 양극의 기능 수행을 위한 충분한 전기 전도도를 확보할 수 없고, 유기층(234)으로 전자를 공급하기 위한 전자 주입능력이 부족한 문제점이 있다. 다시 말해서, 다기능막(220)이 유기층(234)으로 원활하게 정공을 공급하기 위해서는 높은 일함수(Work Function) 값이 필요하지만, 그래핀의 일함수 값이 필요한 일함수 값에 비해 상대적으로 낮기 때문에, 정공 주입이 원활하게 진행되지 않는다.

[0146] 한편, 전술한 문제점들을 해결하기 위하여, 그래핀(244) 표면에 금속 나노입자(Dopant, 250)가 도핑(Dopping)되기도 하지만(도 9b 참조), 이러한 도펀트(Dopant)는 결합부(246)를 막지 못하기 때문에, 외부의 수분이나 산소의 투과를 방지할 수 없는 문제점이 여전히 존재한다. 또한 도핑에 의한 전기 전도도의 향상은 실시예들에 따른 전기 전도도 향상에 비해 미미한 수준이다.

[0147] 도 11의 표를 참조하면, 실시예들에 따른 다기능막(320)은, 그래핀 및 금 나노입자가 도핑된 그래핀에 비해서, 현저하게 낮은 면저항 값($52.3\Omega/\square$) 및 투습율($3.78 \times 10^{-1} \text{ g/m}^2 \text{ day}$) 값을 갖는 것을 볼 수 있다. 이는 금속 나노입자(330)가 결함부(346)에 위치하여, 결함부(346)를 막고, 탄소 원자 사이를 연결하는 것에 기인한 것이다.

[0148] 정리하면, 본 발명에 따른 다기능막(320, 340)을 포함하는 유기발광표시장치(100)는, 금속 나노입자(350)의 도전성으로 인해 낮은 면저항 값과 큰 전기 전도도 특성을 구현한다. 또한 제1전극부(320)가 다기능막(320)으로 이루어지는 경우, 상대적으로 큰 일함수 값을 갖는 금속 나노입자(350)에 의해 정공 주입능력이 향상되고, 제2전극부(340)가 다기능막(340)으로 이루어지는 경우에는, 상대적으로 작은 일함수 값을 갖는 금속 나노입자(350)에 의해 전자 주입능력이 향상될 수 있다. 또한 유기발광표시장치(100)는, 다기능막(320, 340)을 이루는 그래핀(344)의 결합부(346)에 금속 나노입자(350)가 위치하여 외부의 수분과 산소의 투과를 방지할 수 있다. 또한 그래핀(344)은 매우 얇은 초 박막 형태이기 때문에, 유기발광표시장치(100)의 두께가 얇아지고, 단일의 구조로 형성되기 때문에 공정 수가 감소하고, 공정 시간이 단축되어 제조 원가가 절감되는 효과를 갖는다.

[0149] 이상 도면을 참조하여 실시예들을 설명하였으나 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0150] 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

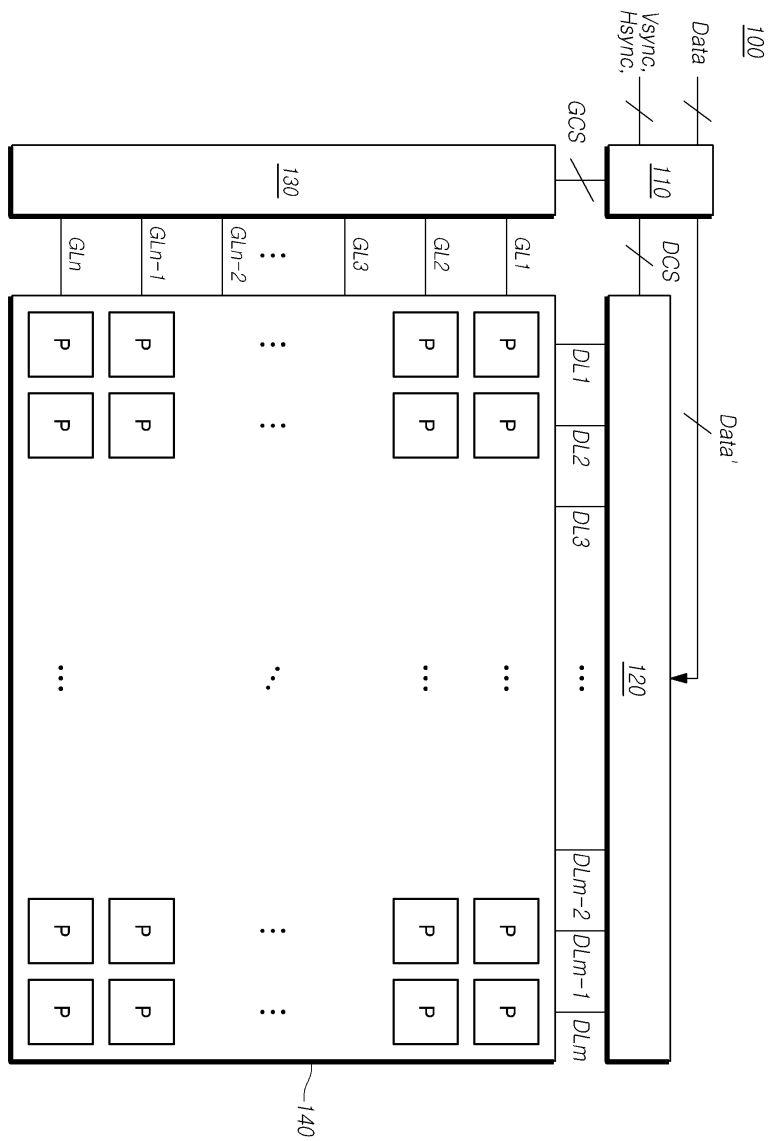
[0151] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0152] 302: 기관 304: 게이트전극
312: 평탄화층 320: 제1전극

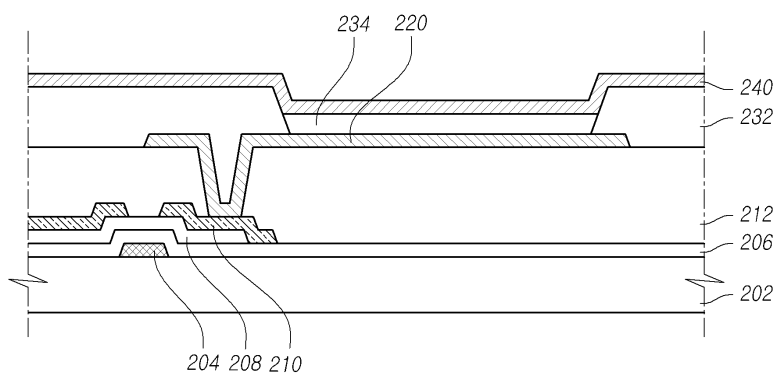
도면

도면1



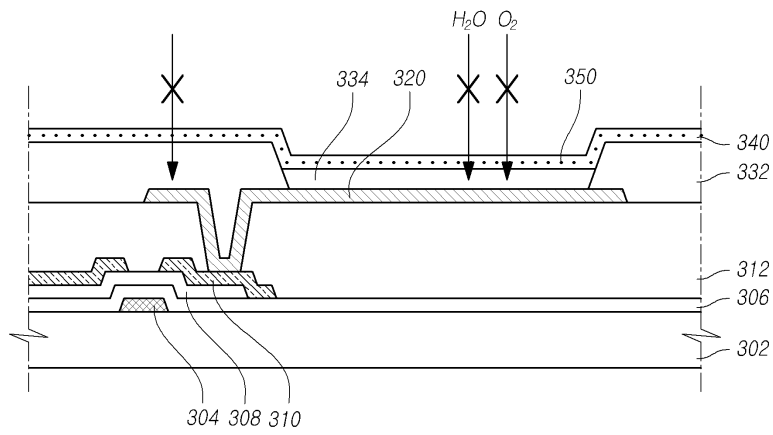
도면2

100



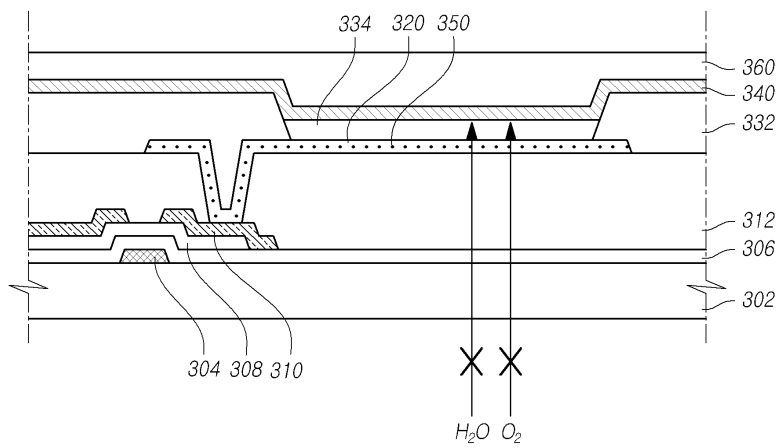
도면3a

100



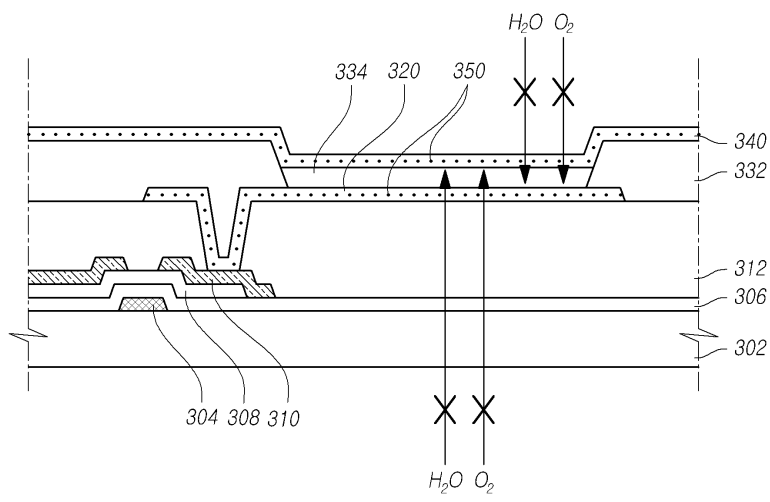
도면3b

100

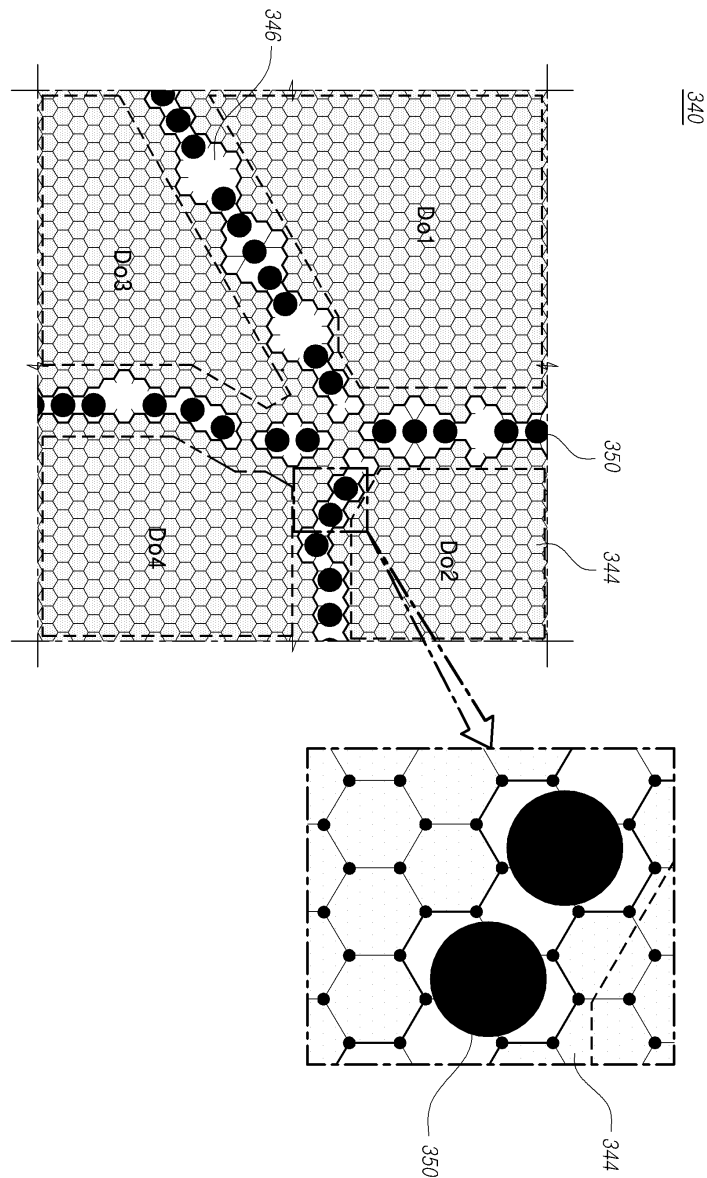


도면3c

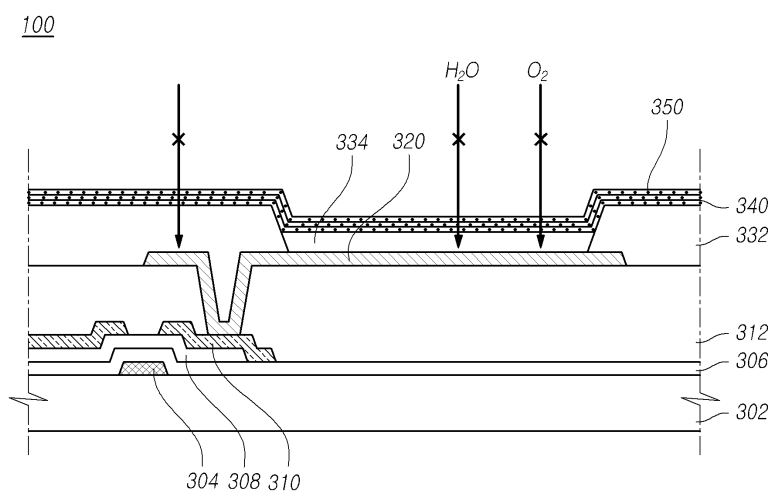
100



도면4

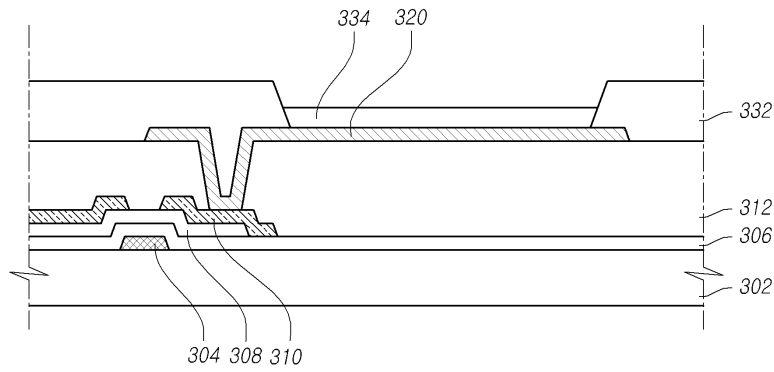


도면5

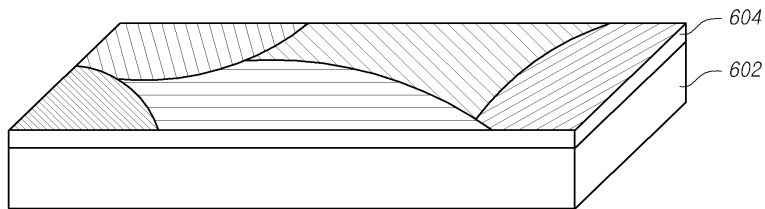


도면6a

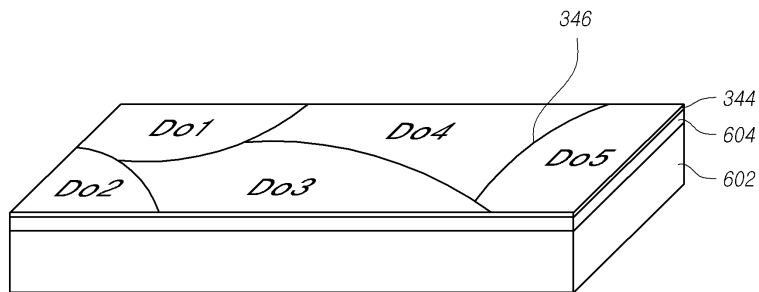
100



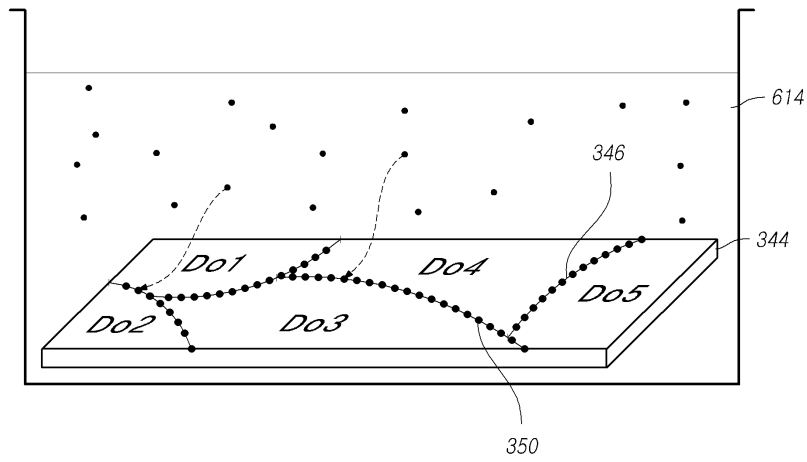
도면6b



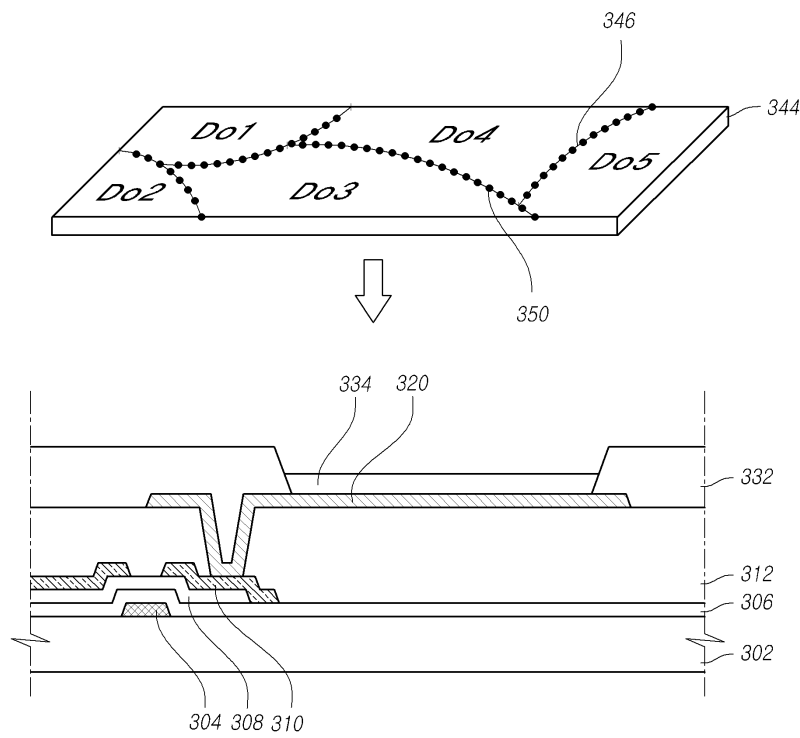
도면6c



도면6d

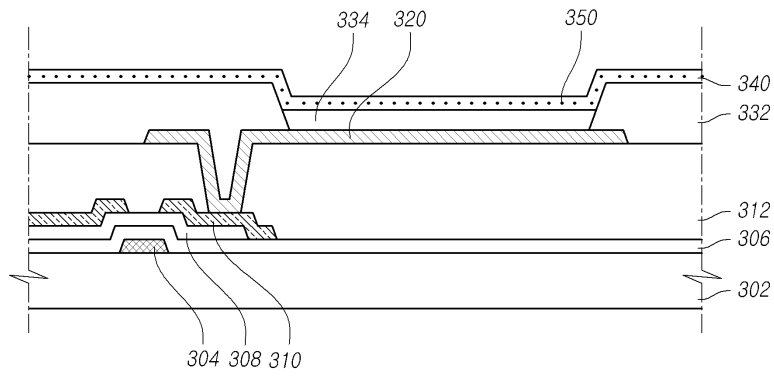


도면6e



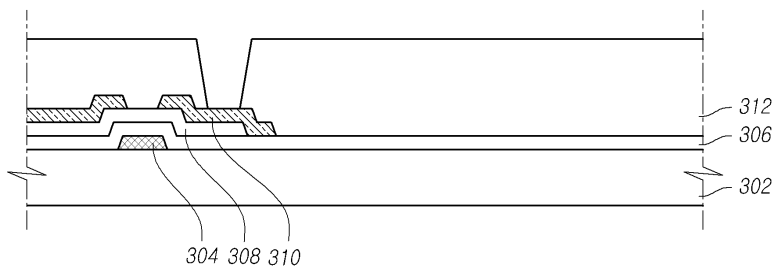
도면6f

100

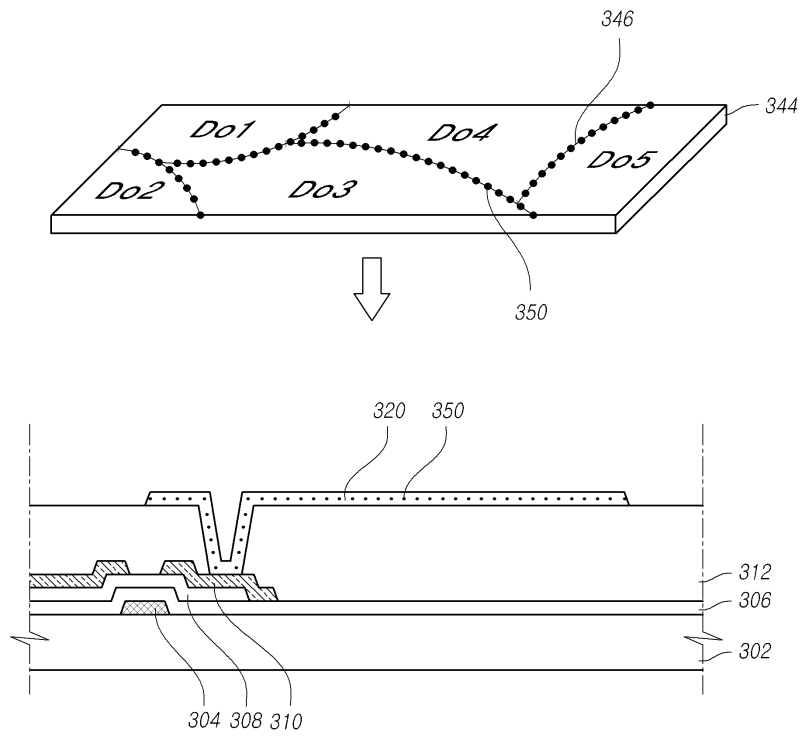


도면7a

100

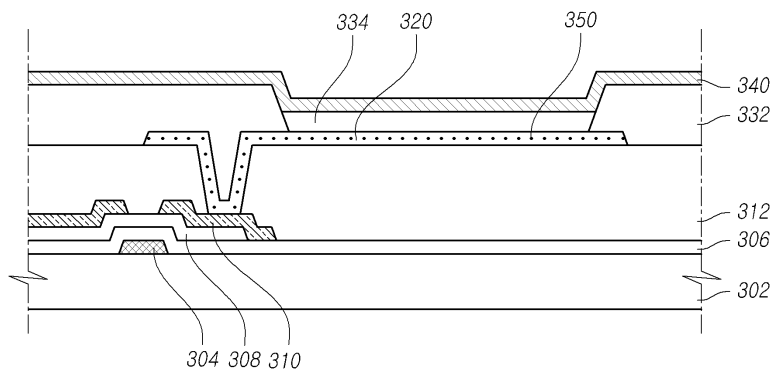


도면7b



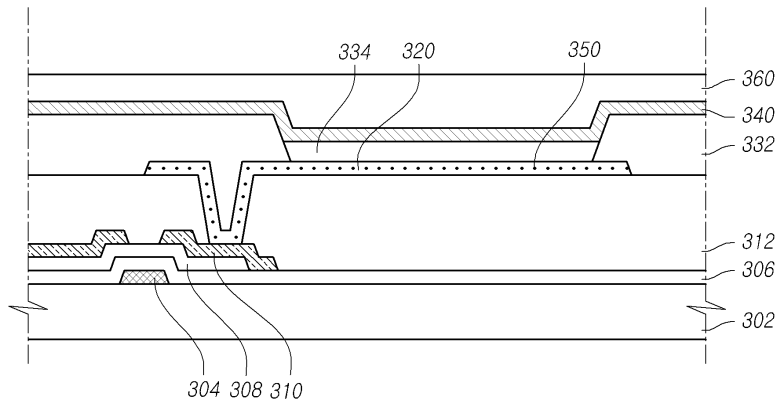
도면7c

100

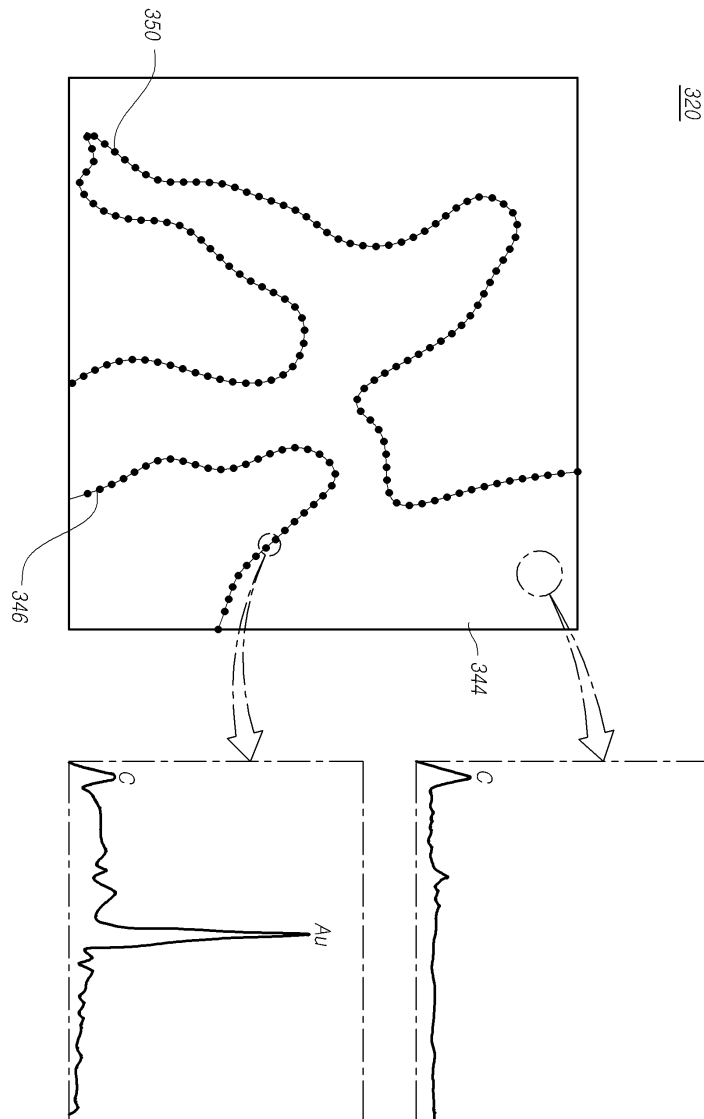


도면7d

100



도면8

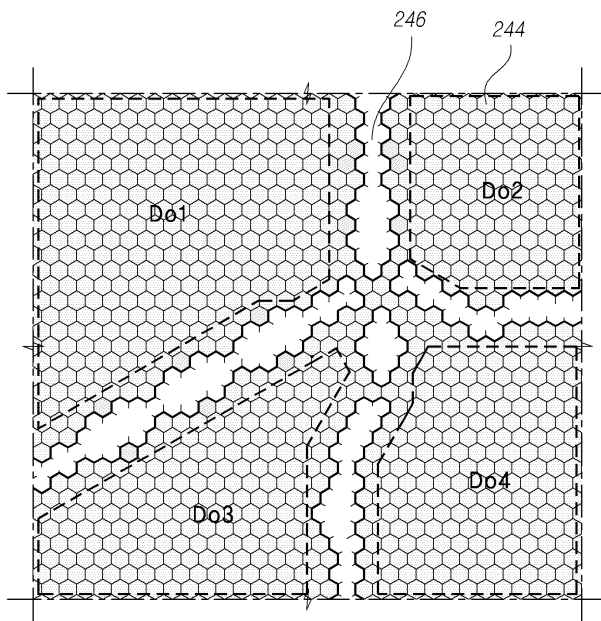


도면9

	Au ref.	ITO 500 Å	Graphene	Graphene (Au NP)
Neutralizer off	5.05 eV	4.64 eV	4.37 eV	5.12 eV
Neutralizer on	5.05 eV	4.59 eV	4.38 eV	5.05 eV

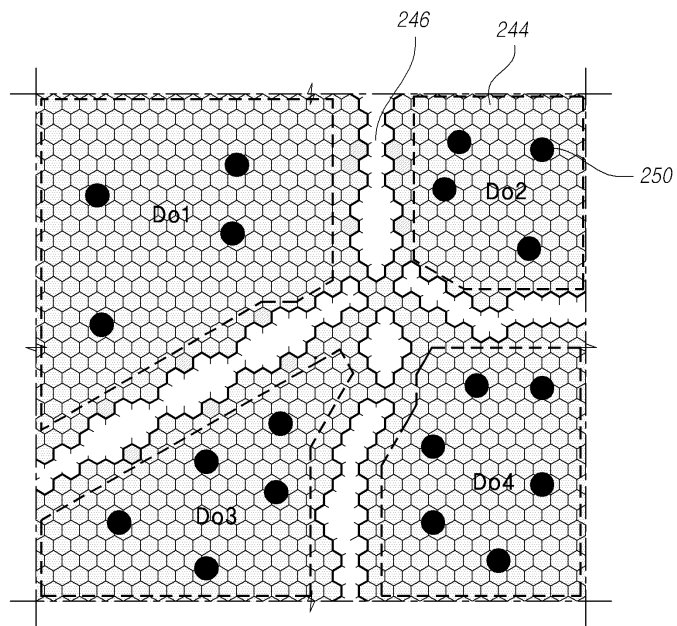
도면10a

220



도면10b

220



도면11

	면저항($\Omega/\square$)	투과율(%)	투습율($g/m^2 day$)
Graphene	155.9	84	1.7×10^0
Graphene(Au NP 도핑)	105.6	84	1.9×10^0
Graphene(결함부 Au NP)	52.3	83	3.78×10^{-1}

专利名称(译)	标题：包括多功能膜，多功能膜的OLED显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020160056360A	公开(公告)日	2016-05-20
申请号	KR1020140155446	申请日	2014-11-10
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	JEONG YONG BIN 정용빈 KIM CHUL HONG 김철홍 CHO SUNG HEE 조성희 LEE DONG CHIN 이동진		
发明人	정용빈 김철홍 조성희 이동진		
IPC分类号	H01L51/56 C01B31/04 H01L27/32 H01L51/52		
CPC分类号	C01B32/184 H01L51/56		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种多功能膜，包括分隔成多个域的石墨烯和金属纳米颗粒，包括多功能膜的有机发光显示器，以及制造该多功能膜的方法。其中金属纳米颗粒位于各个区域之间存在的缺陷中。

