



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0012592

(43) 공개일자 2015년02월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/52 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0088275

(22) 출원일자 2013년07월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성디스플레이 주식회사

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

(72) 발명자

송승용

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95(농서동)

(74) 대리인

리앤록특허법인

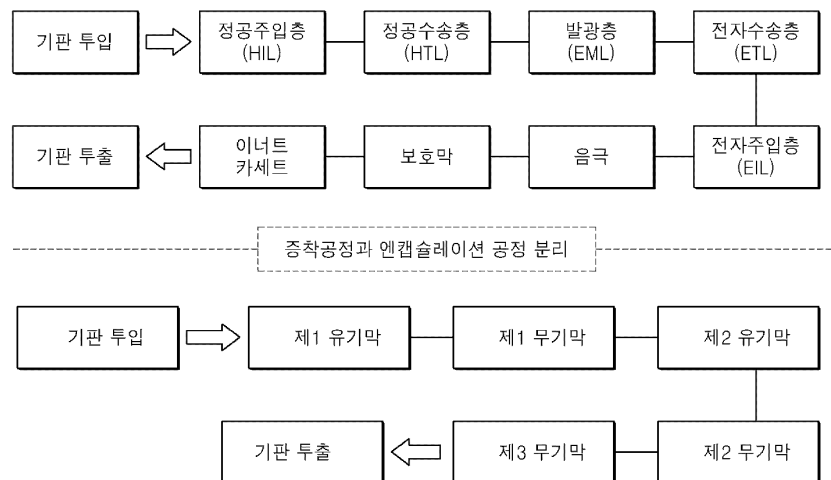
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 디스플레이 장치와, 이의 제조 방법

(57) 요약

유기 발광 디스플레이 장치와, 이의 제조 방법을 개시한다. 본 발명은 기판을 증착 챔버 내에 투입하여서, 기판 상에 제 1 전극, 유기 발광층, 및 제 2 전극을 가지는 유기 발광 소자를 형성하는 단계;와, 기판을 리저버 챔버로 이동시켜서, 기판이 수납된 이너트 카세트를 플로린계 용액 내에서 보관하는 단계;와, 기판을 엔캡슐레이션 챔버 내에 투입하여서, 기판 상에 유기막이나, 무기막이 각각 적어도 하나 적층된 엔캡슐레이션을 형성하는 단계;를 포함하는 것으로서, 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정을 서로 분리하고, 기판을 플로린계 용액 내에서 보관함으로써, 설비 가동율이 향상되고, 압점 불량을 용이하게 제거할 수 있다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기관을 증착 챔버 내에 투입하여서, 기관 상에 제 1 전극, 유기 발광층, 및 제 2 전극을 가지는 유기 발광 소자를 형성하는 단계;

상기 기관을 리저버 챔버로 이동시켜서, 상기 기관이 수납된 이너트 카세트를 플로린계 용액 내에서 보관하는 단계; 및

상기 기관을 엔캡슐레이션 챔버 내에 투입하여서, 상기 기관 상에 유기막이나, 무기막이 각각 적어도 하나 적층된 엔캡슐레이션을 형성하는 단계;를 포함하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 전극을 형성한 다음에는 상기 제 2 전극이 형성된 기관의 일면을 덮는 보호막을 더 형성하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 보호막은 적어도 하나의 무기막을 포함하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 플로린계 용액 내에서 보관하는 단계에서는,

상기 기관이 수납된 이너트 카세트가 리저버 챔버 내에 위치하고,

상기 리저버 챔버 내에 상기 플로린계 용액을 공급하여서, 상기 이너트 카세트가 완전히 잠기는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 리저버 챔버의 압력은 상압을 유지하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 리저버 챔버의 온도는 상온 이하를 유지하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 리저버 챔버는 불활성 분위기를 유지하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 증착 챔버와 리저버 챔버 사이에는 버퍼 챔버가 더 설치되는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 엔캡슐레이션 공정 이전에는,

상기 리저버 챔버에서 꺼낸 기관 상의 잔류하는 플로린계 용액을 경화시켜서, 상기 기관 상에 플로린 물질을 코팅하는 것을 더 포함하는 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정은 서로 별도로 분리하여 수행하는 유기 발광 디스플레이 장치.

#### 청구항 11

기관;

상기 기관 상에 형성된 박막 트랜지스터;

상기 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결되며, 제 1 전극, 유기 발광층, 및 제 2 전극을 포함하는 유기 발광 소자; 및

상기 유기 발광 소자를 덮으며, 유기막이나, 무기막이 각각 적어도 하나 적층된 엔캡슐레이션;을 포함하되,

상기 엔캡슐레이션에 형성된 결합에는 플로린계 물질이 충전된 유기 발광 디스플레이 장치.

#### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 결합은 상기 유기막이나, 무기막중 적어도 어느 한 박막에 형성되며,

상기 플로린계 물질은 상기 결합으로 침투하여 형성된 유기 발광 디스플레이 장치.

#### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 기관의 표면에는 플로린계 소재가 더 코팅된 구조인 유기 발광 디스플레이 장치.

#### 청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 증착에 의하여 형성된 유기 발광 디스플레이 장치.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 설비 가동율이 향상된 유기 발광 디스플레이 장치와, 이의 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 통상적으로, 박막 트랜지스터(Thin film transistor, TFT)를 구비한 유기 발광 디스플레이 장치(Organic light emitting display device, OLED)는 스마트 폰이나, 디지털 카메라나, 비디오 카메라나, 캠코더나, 휴대 정보 단말기 등의 모바일 기기용 디스플레이 장치나, 초박형 텔레비전이나, 초슬림 노트북이나, 태블릿 퍼스널 컴퓨터나, 플렉서블 디스플레이 장치 등의 전자 전기 제품에 적용할 수 있다.

[0003] 유기 발광 디스플레이 장치는 기관 상에 형성된 제 1 전극, 제 2 전극, 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 개재되는 유기 발광층을 가지는 유기 발광 소자를 포함한다. 유기 발광 디스플레이 장치는 시야각이 넓고, 콘트라스트가 우수하고, 응답 속도가 빠르다는 장점이 있다.

[0004] 최근 들어서는, 휴대하기가 용이하고, 다양한 형상의 장치에 적용할 수 있도록 플렉서블 디스플레이 장치

(Flexible display device)가 차세대 디스플레이 장치로 각광받고 있다. 이중에서, 유기 발광 디스플레이 기술을 기반으로 하는 플렉서블 디스플레이 장치가 가장 유력한 디스플레이 장치로 유력시되고 있다. 플렉서블 디스플레이 장치는 유기 발광 소자를 보호하기 위하여 박막 엔캡슐레이션(Thin film encapsulation, TFE)을 포함한다.

[0005] 엔캡슐레이션을 포함한 박막은 다양한 증착 방법에 의하여 형성가능하다.

[0006] 예컨대, 박막 증착 공정은 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition, CVD)과, 물리 기상 증착(Physical Vapor Deposition, PVD) 등을 포함한다. 물리 기상 증착은 스퍼터링(Sputtering), 열 증착법(Thermal Evaporation), 전자빔 증착법(E-beam evaporation) 등을 포함한다.

[0007] 기관 상에 유기 발광 소자 및 엔캡슐레이션을 형성하기 위해서는 기관을 복수로 배열된 챔버를 통과시키게 된다. 이때, 증착 공정용 챔버나, 엔캡슐레이션 공정용 챔버중 어느 한 챔버에서 이상이 발견시에도 가동 효율을 향상시킬 수 있도록 제조 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정을 분리하여 진행하여서 설비 가동율을 향상시킨 유기 발광 디스플레이 장치와, 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 바람직한 일 측면에 따른 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법은,

[0010] 기관을 증착 챔버 내에 투입하여서, 기관 상에 제 1 전극, 유기 발광층, 및 제 2 전극을 가지는 유기 발광 소자를 형성하는 단계;

[0011] 상기 기관을 리저버 챔버로 이동시켜서, 상기 기관이 수납된 이너트 카세트를 플로린계 용액 내에서 보관하는 단계; 및

[0012] 상기 기관을 엔캡슐레이션 챔버 내에 투입하여서, 상기 기관 상에 유기막이나, 무기막이 각각 적어도 하나 적층된 엔캡슐레이션을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 제 2 전극을 형성한 다음에는 상기 제 2 전극이 형성된 기관의 일면을 덮는 보호막을 더 형성한다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 보호막은 적어도 하나의 무기막을 포함한다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 플로린계 용액 내에서 보관하는 단계에서는, 상기 기관이 수납된 이너트 카세트가 리저버 챔버 내에 위치하고, 상기 리저버 챔버 내에 상기 플로린계 용액을 공급하여서, 상기 이너트 카세트가 완전히 잠긴다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 리저버 챔버의 압력은 상압을 유지한다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 리저버 챔버의 온도는 상온 이하를 유지한다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 상기 리저버 챔버는 불활성 분위기를 유지한다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 상기 엔캡슐레이션 공정 이전에는, 상기 리저버 챔버에서 꺼낸 기관 상의 잔류하는 플로린계 용액을 경화시켜서, 상기 기관 상에 플로린 물질을 코팅하는 것을 더 포함한다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정은 서로 별도로 분리하여 수행한다.

[0021] 본 발명의 다른 측면에 따른 유기 발광 디스플레이 장치는,

[0022] 기관;

[0023] 상기 기관 상에 형성된 박막 트랜지스터;

[0024] 상기 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결되며, 제 1 전극, 유기 발광층, 및 제 2 전극을 포함하는 유기 발광 소

자; 및

- [0025] 상기 유기 발광 소자를 덮으며, 유기막이나, 무기막이 각각 적어도 하나 적층된 엔캡슐레이션;을 포함하되,
- [0026] 상기 엔캡슐레이션에 형성된 결함에는 플로린계 물질이 충전된다.
- [0027] 일 실시예에 있어서, 상기 결함은 상기 유기막이나, 무기막중 적어도 어느 한 박막에 형성되며, 상기 플로린계 물질은 상기 결함으로 침투하여 형성된다.
- [0028] 일 실시예에 있어서, 상기 기관의 표면에는 플로린계 소재가 더 코팅된 구조이다.
- [0029] 일 실시예에 있어서, 상기 유기 발광 소자는 증착에 의하여 형성된다.

### 발명의 효과

- [0030] 이상과 같이, 본 발명의 유기 발광 디스플레이 장치와, 이의 제조 방법은 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정을 서로 분리하고, 기관을 플로린계 용액 내에서 보관함으로써, 설비 가동율이 향상되고, 암점 불량을 용이하게 제거할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치의 일 서브 픽셀을 도시한 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 유기 발광 소자를 도시한 구성도이다.
- 도 3은 도 1의 유기 발광 디스플레이 장치의 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정이 분리된 것을 도시한 구성도이다.
- 도 4는 도 1의 기관이 플로린계 용액 내에 보관되는 것을 도시한 구성도이다.
- 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 결함이 형성된 기관을 도시한 단면도이다.
- 도 5b는 도 5a의 결함에 플로린계 용액이 충전된 것을 도시한 단면도이다.
- 도 6a는 비교예에 따른 패널에 암점이 발현된 것을 도시한 사진이다.
- 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 패널에 암점이 미발현된 것을 도시한 사진이다.
- 도 7a는 본 발명의 일 실시예에 따른 파티클이 형성된 기관의 표면을 도시한 사진이다.
- 도 7b는 도 7a의 파티클을 단면으로 절개 도시한 사진이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치를 도시한 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고, 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0033] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의하여 한정되어서는 안된다. 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0034] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, “포함한다” 또는 “가지다” 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 이하, 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 장치의 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며,

첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치(100)의 서브 픽셀의 일 예를 도시한 것이고, 도 2는 도 1의 유기 발광 소자를 도시한 것이다.
- [0037] 여기서, 서브 픽셀들은 적어도 하나의 박막 트랜지스터(TFT)와, 유기 발광 소자(OLED)를 가진다. 상기 박막 트랜지스터는 반드시 도 1의 구조로만 가능한 것은 아니며, 그 수와 구조는 다양하게 변형가능하다.
- [0038] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 유기 발광 디스플레이 장치(100)에는 기판(101)이 마련되어 있다. 상기 기판(101)은 글래스나, 플라스틱과 같은 절연 기판으로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 유기 발광 디스플레이 장치(100)가 플렉서블 디스플레이 장치인 경우, 상기 기판(101)은 플렉서블 기판으로 이루어진다. 상기 플렉서블 기판(101)은 유연성을 가지는 절연성 소재로 제조되는 것이 바람직하다. 예컨대, 상기 플렉서블 기판(101)은 폴리이미드(Polyimide, PI)나, 폴리 카보네이트(Polycarbonate, PC)나, 폴리 에테르 설펜(Polyethersulphone, PES)이나, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(Polyethylene terephthalate, PET)나, 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN)나, 폴리아릴레이트(Polyarylate, PAR)나, 유리섬유 강화 플라스틱(Fiber glass reinforced plastic, FRP) 등의 고분자 소재로 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 플렉서블 기판(101)은 투명하거나, 반투명하거나, 불투명할 수 있다.
- [0040] 상기 플렉서블 기판(101)은 유리 기판에 비하여 수분이나 산소를 쉽게 투과시키기 때문에 수분이나 산소에 취약한 유기 발광층을 열화시켜서 유기 발광 소자의 수명이 저하될 수 있다.
- [0041] 상기 제 1 기판(101) 상에는 버퍼층(102)이 형성되어 있다. 상기 버퍼층(102)은 유기막이나, 무기막이나, 유기막 및 무기막이 교대로 적층된 구조이다. 상기 버퍼층(102)은 단일막으로 형성되거나, 다층막으로 적층될 수 있다. 상기 버퍼층(102)은 산소나 수분이 유기 발광 소자(OLED)로 침투하는 것을 차단한다.
- [0042] 상기 버퍼층(102) 상에는 박막 트랜지스터(Thin film transistor, TFT)가 형성되어 있다. 본 실시예에 따른 박막 트랜지스터는 탑 게이트(Top gate) 방식의 박막 트랜지스터를 예시하나, 바텀 게이트(Bottom gate) 방식 등 다른 구조의 박막 트랜지스터가 구비될 수 있음은 물론이다.
- [0043] 상기 버퍼층(102) 상에는 소정 패턴의 반도체 활성층(103)이 형성되어 있다. 상기 반도체 활성층(103)이 폴리 실리콘으로 형성될 경우에는 아몰퍼스 실리콘을 형성하고, 이를 결정화시키는 것에 의하여 폴리 실리콘으로 변화시킬 수 있다.
- [0044] 아몰퍼스 실리콘의 결정화 방법으로는 RTA(Rapid thermal annealing)법, SPC(Solid phase crystallization)법, ELA(Eximer laser annealing)법, MIC(Metal induced crystallization)법, MILC(Metal induced lateral crystallization)법, SLS(Sequential lateral solidification)법 등 다양한 방법이 적용될 수 있으나, 본 실시예에 따른 플렉서블 기판(101)을 적용하기 위해서는 고온의 가열 공정이 요구되지 않는 방법을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0045] 예컨대, 저온 폴리 실리콘(Low temperature poly-silicon, LTPS) 공정에 의한 결정화시, 상기 반도체 활성층(103)의 활성화를 위하여 레이저를 단시간 조사하여 진행함으로써, 상기 플렉서블 기판(101)이 고온, 예컨대, 450℃ 이상의 온도에서 노출되는 시간을 최소화시키게 된다. 이에 따라, 고분자 소재를 적용한 플렉서블 기판(101)을 적용하여 박막 트랜지스터를 형성할 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 반도체 활성층(103)은 산화물 반도체로 형성될 수 있다.
- [0047] 예컨대, 산화물 반도체는 아연(Zn), 인듐(In), 갈륨(Ga), 주석(Sn), 카드뮴(Cd), 게르마늄(Ge), 하프늄(Hf)과 같은 12, 13, 14족 금속 원소 및 이들의 조합에서 선택된 물질의 산화물을 포함할 수 있다. 예를 들면, 반도체 활성층(103)은  $G-I-Z-O[In_2O_3]_a[Ga_2O_3]_b[ZnO]_c$  (a, b, c는 각각  $a \geq 0$ ,  $b \geq 0$ ,  $c \geq 0$ 의 조건을 만족시키는 실수)을 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 반도체 활성층(103)에는 N형이나, P형 불순물 이온을 도핑하여 소스 영역(104)과, 드레인 영역(105)이 형성되어 있다. 상기 소스 영역(104)과, 드레인 영역(105) 사이의 영역은 불순물이 도핑되지 않은 채널 영역(106)이다.

- [0049] 상기 반도체 활성층(103) 상에는 게이트 절연막(107)이 형성되어 있다. 상기 게이트 절연막(107)은  $\text{SiO}_2$ 로 된 단일층이나,  $\text{SiO}_2$ 와  $\text{SiN}_x$ 의 이중층 구조로 형성된다. 상기 게이트 절연막(107)은 실리콘 산화물이나, 실리콘 질화물이나, 금속 산화물과 같은 무기막을 포함하며, 이들이 단일층이나, 다층으로 적층된 구조이다.
- [0050] 상기 게이트 절연막(107) 상의 소정 영역에는 게이트 전극(108)이 형성되어 있다. 상기 게이트 전극(108)은 박막 트랜지스터의 온/오프 신호를 인가하는 게이트 라인(미도시)과 연결되어 있다. 상기 게이트 전극(108)은 단일 금속이나, 다중 금속의 사용이 가능하다. 상기 게이트 전극(108)은 Mo, MoW, Cr, Al 합금, Mg, Ni, W, Au 등의 단층막이나, 이들의 혼합으로 이루어지는 다층막으로 형성될 수 있다.
- [0051] 상기 게이트 전극(107) 상에는 층간 절연막(109)이 형성되어 있다. 상기 층간 절연막(109)은 실리콘 산화물이나, 실리콘 질화물 등과 같은 절연성 소재로 형성될 수 있으며, 이외에도 절연성 유기막 등으로 형성될 수 있다.
- [0052] 상기 층간 절연막(109) 상에는 소스 전극(110)과, 드레인 전극(111)이 형성되어 있다. 보다 상세하게는, 상기 게이트 절연막(107) 및 층간 절연막(109)에는 이들을 선택적으로 제거하는 것에 의하여 콘택 홀이 형성되고, 콘택 홀을 통하여 소스 영역(104)에 대하여 소스 전극(110)이 전기적으로 연결되고, 드레인 영역(105)에 대하여 드레인 전극(111)이 전기적으로 연결되어 있다.
- [0053] 상기 소스 전극(110) 및 드레인 전극(111) 상에는  $\text{SiO}_2$ 나,  $\text{SiN}_x$  등으로 이루어진 패시베이션막(112)이 형성되어 있다. 상기 패시베이션막(112)은 실리콘 산화물이나, 실리콘 질화물과 같은 무기막이나, 또는 유기막으로 형성시킬 수 있다.
- [0054] 상기 패시베이션막(112) 상에는 평탄화막(113)이 형성되어 있다. 상기 평탄화막(113)은 아크릴(acryl), 폴리이미드(polyimide), BCB(Benzocyclobutene) 등의 유기막을 포함한다.
- [0055] 상기 박막 트랜지스터의 상부에는 유기 발광 소자(OLED)가 형성되어 있다.
- [0056] 상기 유기 발광 소자를 형성하기 위하여, 소스 전극(110)이나 드레인 전극(111)중 어느 한 전극에 콘택 홀을 통하여 픽셀 전극과 대응되는 제 1 전극(115)이 전기적으로 연결되어 있다.
- [0057] 상기 제 1 전극(115)은 유기 발광 소자에 구비되는 전극들중 양극 역할을 하는 것으로서, 다양한 소재로 형성될 수 있다. 상기 제 1 전극(115)은 유기 발광 소자(OLED)의 특성에 따라 투명 전극이나, 반사형 전극으로 형성될 수 있다.
- [0058] 상기 제 1 전극(115)이 투명 전극으로 사용될 경우에는 ITO, IZO, ZnO,  $\text{In}_2\text{O}_3$ 를 포함할 수 있으며, 상기 제 1 전극(115)이 반사형 전극으로 사용될 경우에는 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 반사막을 형성한 후, 반사막 상에 ITO, IZO, ZnO,  $\text{In}_2\text{O}_3$ 를 형성할 수 있다.
- [0059] 상기 평탄화막(113) 상에는 상기 제 1 전극(115)의 적어도 일부를 외부에 노출시킬 수 있도록 개구부(123)가 형성되며, 상기 개구부(123)의 둘레에는 상기 제 1 전극(115)의 가장자리를 커버하는 픽셀 정의막(Pixel define layer, PDL, 114)이 형성되어 있다. 상기 픽셀 정의막(114)은 절연층으로서, 상기 제 1 전극(115)의 가장자리를 둘러싸는 것에 의하여 각 서브 픽셀의 발광 영역을 정의한다.
- [0060] 상기 픽셀 정의막(114)은 유기물이나, 무기물로 형성하게 된다.
- [0061] 이를테면, 상기 픽셀 정의막(114)은 폴리이미드, 폴리아마이드, 벤조사이클로부텐, 아크릴 수지, 페놀 수지 등과 같은 유기물이나,  $\text{SiN}_x$ 와 같은 무기물로 형성가능하다. 상기 픽셀 정의막(114)은 단일막으로 형성되거나, 다층막으로 구성될 수 있는등 다양한 변형이 가능하다.
- [0062] 상기 개구부(123)에 의하여 외부로 노출된 제 1 전극(115) 상에는 유기 발광층(116)이 형성되어 있다. 상기 유기 발광층(116)은 증착 공정에 의하여 형성시키는 것이 바람직하다.
- [0063] 본 실시예에 있어서, 상기 유기 발광층(116)은 각 서브 픽셀, 즉, 패터닝된 제 1 전극(115)에만 대응되도록 패터닝된 것으로 도시되어 있으나, 이것은 서브 픽셀의 구성을 설명하기 위하여 편의상 도시한 것이며, 다양한 실시예가 가능하다.
- [0064] 상기 유기 발광층(116)은 저분자 유기물이나, 고분자 유기물로 이루어질 수 있다.
- [0065] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 유기 발광층(116)이 저분자 유기물을 사용할 경우, 상기 제 1 전극(115)의 표면



으로부터 정공 주입층(Hole injection layer, HIL, 118), 정공 수송층(Hole transport layer, HTL, 119), 발광층(Emissive layer, EML, 120), 전자 수송층(Electron transport layer, ETL, 121), 전자 주입층(Electron injection layer, EIL, 122) 등이 단일층이나, 복합층을 형성할 수 있다.

[0066] 또한, 상기 유기 발광층(116)에 이용 가능한 유기 재료는 구리 프탈로시아닌(CuPc: copper phthalocyanine), N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘(N,N'-Di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine: NPB), 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(tris-8-hydroxyquinoline aluminum)(Alq3) 등을 비롯해 다양하게 적용 가능하다. 상기 저분자 유기 발광층은 진공 증착의 방법으로 형성하는 것이 바람직하다.

[0067] 상기 유기 발광층(116)이 고분자 유기물을 사용할 경우, 정공 수송층(HTL) 및 발광층(EML)을 구비할 수 있다. 정공 수송층으로는 PEDOT를 사용하고, 발광층으로는 PPV(Poly-Phenylenevinylene)계 및 폴리플루오렌(Polyfluorene)계 등 고분자 유기물질들을 사용하며, 이를 스크린 인쇄나 잉크젯 인쇄방법 등으로 형성하는 것이 바람직하다.

[0068] 다시 도 1을 참조하면, 상기 유기 발광층(116) 상에는 음극 역할을 하는 제 2 전극(117)을 형성하게 된다. 상기 제 2 전극(117)은 제 1 전극(115)과 마찬가지로 투명 전극이나, 반사형 전극으로 형성할 수 있다.

[0069] 상기 제 2 전극(117)이 투명 전극으로 사용될 경우, 일 함수가 작은 금속, 예컨대, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Mg 및 이들의 화합물이 유기막(116) 상에 증착된 후, 그 위에 ITO, IZO, ZnO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등의 투명 전극 형성용 물질로 형성된 보조 전극을 형성할 수 있다.

[0070] 상기 제 2 전극(117)이 반사형 전극으로 사용될 경우, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Mg 및 이들의 화합물을 전면 증착하여 형성하게 된다.

[0071] 한편, 상기 제 1 전극(116)은 투명 전극이나, 반사형 전극으로 형성시에 각 서브 픽셀의 개구 형태에 대응되는 형태로 형성될 수 있다. 상기 제 2 전극(117)은 투명 전극이나, 반사형 전극을 디스플레이 영역 전체에 전면 증착하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 제 2 전극(117)은 반드시 전면 증착될 필요는 없으며, 다양한 패턴으로 형성될 수 있음은 물론이다. 이때, 상기 제 1 전극(115)과, 제 2 전극(117)은 위치가 서로 반대로 적층될 수 있음은 물론이다.

[0072] 이처럼, 유기 발광 소자(OLED)는 제 1 전극(115), 제 2 전극(117), 및 상기 제 1 전극(115)과 제 2 전극(117) 사이에 개재되는 발광층(EML)을 구비한 유기 발광층(116)을 포함한다. 상기 제 1 전극(115)과, 제 2 전극(117)은 유기 발광층(116)에 의하여 서로 절연되어 있으며, 상기 유기 발광층(116)에 서로 다른 극성의 전압을 가하여 유기 발광층(116)에서 발광이 이루어지게 된다.

[0073] 유기 발광 소자(OLED) 상에는 엔캡슐레이션(130)이 형성되어 있다. 상기 엔캡슐레이션(130)은 유기막이나, 무기막이 각각 적어도 한 층 이상 적층된 구조이다. 상기 엔캡슐레이션(130)은 외부의 수분이나 산소 등으로부터 유기 발광 소자 및 다른 박막을 보호하기 위하여 형성되는 것이다.

[0074] 상기 엔캡슐레이션(130)은 에폭시, 폴리이미드, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리에틸렌, 폴리아크릴레이트 등과 같은 적어도 하나의 유기막과, 실리콘 옥사이드(SiO<sub>2</sub>), 실리콘 나이트 라이드(SiNx), 알루미늄 옥사이드(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 티타늄 옥사이드(TiO<sub>2</sub>), 지르코늄 옥사이드(ZrO<sub>x</sub>), 징크 옥사이드(ZnO) 등과 같은 적어도 하나의 무기막이 적층된 구조이다. 상기 엔캡슐레이션(130)은 유기막이 적어도 1층이고, 무기막이 적어도 2층의 구조를 가지는 것이 바람직하다.

[0075] 본 실시예에 있어서, 상기 엔캡슐레이션(130)은 상기 유기 발광 소자(OLED)와 마주보는 면에 형성된 보호막(131)과, 상기 보호막(131) 상에 형성된 제 1 유기막(132)과, 상기 제 1 유기막(132) 상에 형성된 제 1 무기막(133)과, 상기 제 1 무기막(133) 상에 형성된 제 2 유기막(134)과, 상기 제 2 유기막(134) 상에 형성된 제 2 무기막(135)과, 상기 제 2 무기막(135) 상에 형성된 제 3 무기막(136)을 포함한다. 이때, 상기 보호막(131)은 증착 공정후 상기 유기 발광 소자를 포함한 상기 기판(101)의 상부면을 덮기 위하여 형성되는 박막이다. 상기 보호막(131)은 적어도 하나의 무기막을 포함한다.

[0076] 한편, 상기 유기 발광 소자(OLED)는 외부의 산소 및 수분에 매우 취약하므로, 모든 공정이 N<sub>2</sub> 분위기와 같은 불활성 분위기나 고진공에서 이루어져야 한다. 통상적으로, 상기 플렉서블 기판(101) 상에 다층 구조의 박막을 형성시키기 위하여 상기 유기 발광 소자(OLED)의 유기 발광층(116)을 형성시키는 공정으로부터 엔캡슐레이션(130)을 형성시키는 공정까지 인 라인(In-line) 공정에서 진행하게 된다. 이렇게, 박막 봉지 구조를 연속적인 인



라인 공정에서 진행할 경우에는 어느 한 챔버에서 이상이 발생하게 되면, 전체 시스템을 멈추게 되어서, 설비 가동율 및 효율성이 현저히 떨어지게 된다.

[0077] 본 실시예에 있어서, 상기 유기 발광 디스플레이 장치(100)는 증착 공정 및 엔캡슐레이션 공정을 서로 분리하여 수행하고, 증착 공정 및 엔캡슐레이션 공정 사이에 외부의 산소 및 수분에 취약한 유기 발광 소자(OLED)가 증착된 기판을 플로린계 용액 내에서 보관하게 된다.

[0078] 도 3은 도 1의 유기 발광 디스플레이 장치(100)의 증착 공정과, 엔캡슐레이션 공정이 분리된 것을 도시한 구성도이고, 도 8은 도 1의 유기 발광 디스플레이 장치(100)를 제조하는 과정을 도시한 순서도이다.

[0079] 여기서, 도 3의 정공 주입층로부터 이너트 카세트까지의 박스들과, 제 1 유기막으로부터 제 3 무기막까지의 박스들은 각각의 챔버에 해당된다.

[0080] 도 3 및 도 8을 참조하면, 먼저, 기판(도 1의 101)이 연속적으로 설치된 증착 공정용 챔버에 투입된다. 이때, 투입되는 기판(101) 상에는 박막 트랜지스터(TFT)와, 이와 전기적으로 연결된 유기 발광 소자(OLED)의 제 1 전극(115)이 형성되어 있다.

[0081] 상기 기판(101)은 연속적으로 배치된 증착용 챔버들을 통과하면서, 상기 기판(101) 상에는 제 1 전극(115), 즉, 양극의 표면으로부터 정공 주입층(118), 정공 수송층(119), 발광층(120), 전자 수송층(121), 전자 주입층(122) 등의 박막이 형성된다. 이어서, 상기 유기 발광층(116) 상에는 제 2 전극(117), 즉, 음극이 형성되는 것에 의하여 유기 발광 소자(OLED)가 완성된다. 이처럼, 상기 유기 발광 소자(OLED)는 증착에 의하여 형성시키는 것이 바람직하다.(S10)

[0082] 이어서, 상기 유기 발광 소자(OLED)가 형성된 기판(101) 상에는 이를 보호하기 위하여 보호막(131)이 형성된다. 상기 보호막(131)은 적어도 하나의 무기막을 포함한다. 예컨대, 상기 보호막(131)은 실리콘 옥사이드( $\text{SiO}_2$ ), 실리콘 나이트 라이드( $\text{SiNx}$ ), 알루미늄 옥사이드( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 티타늄 옥사이드( $\text{TiO}_2$ ), 지르코늄 옥사이드( $\text{ZrO}_x$ ), 징크 옥사이드( $\text{ZnO}$ )중 선택된 어느 한 물질이 적어도 1층 적층된 구조이다.(S20)

[0083] 다음으로, 상기 기판(101)을 버퍼 챔버(미도시)로 이동하는 것에 의하여 고진공에서 저진공, 상압으로 단계적으로 압력을 낮춘 다음에(S30), 리저버 챔버(도 4의 403)로 이동시켜서, 기판이 수납된 이너트 카세트(inert cassette)를 플로린(fluorine)계 용액 내에서 보관하게 된다.(S40)

[0084] 보다 상세하게는, 도 4에 도시된 바와 같이, 이너트 카세트(401) 내에 수납된 복수의 기판(101)은 증착 공정을 통하여 기판(101) 상에 유기 발광 소자(OLED) 및 보호막(131)이 각각 형성되어 있다. 버퍼 챔버를 통과하고, 게이트 밸브(404)를 선택적으로 개폐시켜서, 리저버 챔버(403) 내로 이동시킨 이너트 카세트(401)는 플로린계 용액(405)에 담겨지게 된다. 즉, 리저버 챔버(403) 내에 이너트 카세트(401)를 위치시키고 나서, 상기 이너트 카세트(401)가 완전히 잠겨질 정도까지 플로린계 용액(405)을 공급하고, 이후, 상기 리저버 챔버(403)를 밀폐시키게 된다.

[0085] 상기 기판(401)이 이너트 카세트(401)에 디핑(deeping)되기 위한 조건으로는 상기 리저버 챔버(403)의 내부 압력이 상압(760 Torr, 1 atm)을 유지해야 한다. 또한, 리저버 챔버(403) 내의 온도는 상온 이하, 바람직하게는  $-10^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 를 유지해야 한다. 또한, 상기 리저버 챔버(403) 내의 분위기는  $\text{N}_2$  분위기이다. 또한, 상기 리저버 챔버(403) 내의 수분은 1 ~ 10 ppm으로 관리가 요구된다.

[0086] 한편, 상기 플로린계 용액(405)은 불활성 물질로서, 상기 유기 발광 소자(OLED)와 반응성이 전혀 없으며, 외부 수분을 차단하는 소수성 물질이다. 따라서, 상기 리저버 챔버(403) 내의 분위기가  $\text{N}_2$  분위기나 고진공 분위기가 아니더라도 외부의 수분을 방지할 수 있다.

[0087] 또한, 상기 플로린계 용액(405)은 휘발성이 매우 큰 물질이므로, 이후, 엔캡슐레이션 공정을 위하여 엔캡슐레이션용 챔버에 투입되더라도 그 이전에 자연스럽게 증발되므로, 상기 기판(101) 상에 잔류하는 플로린계 용액(405)을 제거하기 위한 별도의 건조 수단이 필요하지 않다.

[0088] 게다가, 상기 플로린계 용액(405)은 표면 장력이 매우 낮아서, 기판(101)에 존재하는 미세 결함(defect)으로 침투가 용이하다. 따라서, 미세 결함에 충전되어서, 암점 발현을 방지할 수 있다.

[0089] 다시, 도 3 및 도 8을 참조하면, 상기 기판(101)은 플로린계 용액이 저장된 리저버 챔버(403)에서 투출하게 된다. 투출된 기판(101)은 스톡어(Stocker)와 같은 보관대에 스톡킹되어서, 다음 공정동안 대기하게 된다.(S50)

- [0090] 상기와 같이, 증착 공정을 통하여 상기 기관(101) 상에 유기 발광 소자를 형성시킨 다음에는 증착 공정과 별도로 분리된 엔캡슐레이션 챔버로 기관(101)을 이동시켜서 엔캡슐레이션 공정을 진행하게 된다.(S60)
- [0091] 상기 기관(101)은 연속적으로 배치된 엔캡슐레이션용 챔버들을 통과하면서, 상기 기관(101) 상에는 보호막(131)의 표면으로부터 제 1 유기막(132), 제 1 무기막(133), 제 2 유기막(134), 제 2 무기막(135), 제 3 무기막(136)을 순차적으로 증착시키게 된다. 이에 따라, 상기 기관(101) 상에는 유기 발광 소자를 포함한 박막을 보호하기 위한 다층 구조로 된 엔캡슐레이션(130)이 완성된다.
- [0092] 한편, 상기 제 1 유기막(132) 및 제 2 유기막(134)은 고분자로 형성되며, 바람직하게는 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리이미드, 폴라카보네이트, 에폭시, 폴리에틸렌 및 폴리아크릴레이트 중 어느 하나로 형성되는 단일막이나 다층막일 수 있다. 더욱 바람직하게는, 상기 제 1 유기막(132) 및 제 2 유기막(134)은 폴리아크릴레이트로 형성될 수 있으며, 구체적으로는 디아크릴레이트계 모노머와 트리아크릴레이트계 모노머를 포함하는 모노머 조성물이 고분자화된 것을 포함한다. 상기 모노머 조성물에 모노아크릴레이트계 모노머가 더 포함될 수 있다. 또한, 상기 모노머 조성물에 TP0와 같은 공지의 광개시제가 더욱 포함될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0093] 또한, 상기 무기막들(133, 135, 136)은 금속 산화물이나 금속 질화물을 포함하는 단일막이나 적층막일 수 있다. 구체적으로, 상기 무기막은  $\text{SiN}_x$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0094] 상기 엔캡슐레이션(130)중 외부로 노출되는 최상층(136)은 상기 유기 발광 소자(OLED)에 대한 투습을 방지하기 위하여 무기막으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0095] 또한, 상기 엔캡슐레이션(130)은 적어도 2개의 무기막 사이에 적어도 하나의 유기막이 삽입된 샌드위치 구조를 적어도 하나 포함할 수 있다. 또한, 상기 엔캡슐레이션(130)은 적어도 2개의 유기막 사이에 적어도 하나의 무기막이 삽입된 샌드위치 구조를 적어도 하나 포함할 수 있다.
- [0096] 본 실시예에 있어서, 상기 기관(101)은 보호막(131)이 형성된 이후에 플로린계 용액(도 4의 405)에 보관하지만, 이외에도, 다른 박막, 즉, 상기 유기막(132, 134)을 각각 형성한 이후나, 상기 무기막(133, 135, 136)을 각각 형성한 이후에 보관할 수 있는등 다양한 실시예가 가능하다.
- [0097] 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 결합이 형성된 기관을 도시한 단면도이고, 도 5b는 도 5a의 결합에 플로린계 용액이 충전된 것을 도시한 것이다.
- [0098] 도 5a를 참조하면, 기관(500) 상에는 제 1 전극(501), 유기 발광층(502), 및 제 2 전극(503)을 가지는 유기 발광 소자(504, OLED)가 형성된다.
- [0099] 상기 기관(500) 상에는 유기 발광 소자를 덮기 위하여, 다층의 박막 구조로 된 엔캡슐레이션(510)이 형성된다. 상기 엔캡슐레이션(510)은 상기 유기 발광 소자와 마주보는 면에 형성된 보호막(511)과, 상기 보호막(511) 상에 형성된 제 1 유기막(512)과, 상기 제 1 유기막(512) 상에 형성된 제 1 무기막(513)과, 상기 제 1 무기막(513) 상에 형성된 제 2 유기막(514)과, 상기 제 2 유기막(514) 상에 형성된 제 2 무기막(515)을 포함하게 된다. 이때, 상기 보호막(511)은 증착 공정후 유기 발광 소자를 포함하여 기관(500)의 표면을 덮는 박막으로서, 적어도 하나의 무기막을 포함한다.
- [0100] 다층의 박막 구조로 된 엔캡슐레이션(510)은 제조 과정에서 미세한 결함(521)이 발생할 수 있다. 상기 미세 결함(521)은 암점으로 발현을 하게 되어서, 디스플레이 장치의 신뢰성을 저하시킨다.
- [0101] 이를 방지하기 위하여 이용되는 본 실시예에 따른 플로린계 물질은 표면 장력이 매우 낮다. 따라서, 상기 기관(500)을 플로린계 용액이 채워진 저장 챔버 내에 보관하는 동안에, 플로린계 물질이 미세한 결함(521)으로 침투하게 된다.
- [0102] 이에 따라, 도 5b에 도시된 바와 같이, 플로린계 물질(522)은 상기 결함(521)으로 침투하여서 충전된다. 이렇게 상기 플로린계 물질(522)은 상기 결함(521)을 제거해주는 효과가 있으므로, 디스플레이 장치의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0103] 도 6a는 비교예에 따른 패널(601)에 암점(602)이 발현된 것을 도시한 것이고, 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 패널(603)에 암점이 미발현된 것을 도시한 것이다.
- [0104] 도 6a를 참조하면, 통상적인 증착 공정 및 엔캡슐레이션 공정이 인라인화된 공정을 통하여 제조된 패널(601)은 다층의 박막에서 결함이 발생하게 된다. 이러한 결함은 암점(602)으로 발현을 하여서, 사용자의 입장에서는 시

각적으로 매우 불편하다.

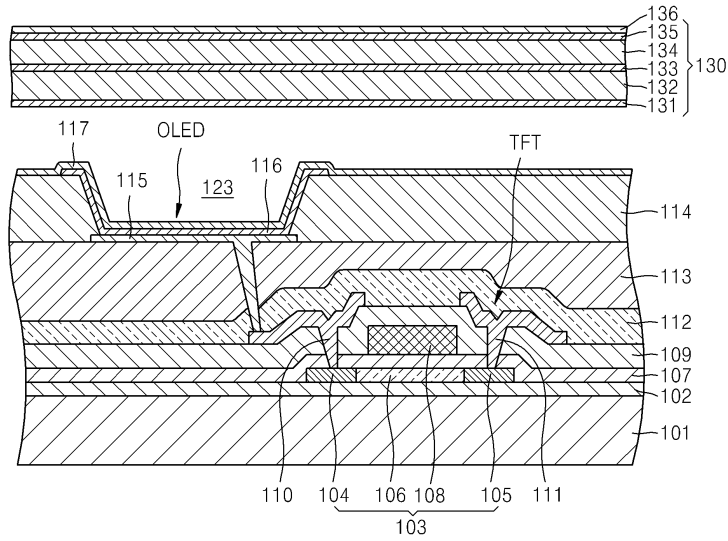
- [0105] 도 6b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 증착 공정 및 엔캡슐레이션 공정이 별도로 분리되고, 기관을 증착 공정 이후 플로린계 용액이 채워진 리저버 챔버에서 48시간 보관이후에 엔캡슐레이션 공정을 진행한 경우에는 패널(603) 상의 결함을 플로린계 물질이 충전시켜서 암점이 발생되지 않음을 알 수 있다.
- [0106] 도 7a는 본 발명의 일 실시예에 따른 파티클(702)이 형성된 기관(701)의 표면을 도시한 사진이고, 도 7b는 도 7a의 파티클(702)을 단면으로 절개 도시한 사진이다.
- [0107] 도 7a를 참조하면, 상기 기관(701) 상에는 파티클(702)이 돌출되어 있다. 상기 기관(701)의 표면에는 플로린계 물질(703)이 코팅되어 있다. 상술한 바와 같이, 상기 플로린계 물질(703)은 휘발성이 매우 크다.
- [0108] 따라서, 증착 공정 이후, 플로린계 물질(703)은 쉽게 증발하게 된다. 그러나, 플로린계 용액이 담겨진 리저버 챔버에서 기관을 꺼낸 후에, 바로 경화시키게 되면, 완전히 증발되지 않고, 상기 기관(701) 상에 박막으로 플로린계 물질(703)이 코팅가능하다.
- [0109] 상기 기관(701) 표면을 FIB 및 EDX를 통하여 성분 분석을 해보면, A 지역에 있어서, 기관(701) 표면에는 Si 40.46%, C 38.24%, N 11.11%, F 9.7% 검출된다. 이처럼, 상기 기관(701)의 표면에는 플로린계 물질(703)이 박막으로 코팅되므로, 미세한 크랙을 방지할 수 있다.
- [0110] 도 7b를 참조하면, 기관(701) 상에 형성된 파티클(702)을 절개해보면, 기관(701)의 내부에 형성된 결함에 플로린계 물질(704)이 충전되어 있다.
- [0111] 상기 기관(701)의 파티클(702)을 성분 분석 해보면, 파티클에 의한 결함 지역인 B 지역에 있어서, C 44.14%, Ca 32.25%, O 17.32%, F 1.44%, Cl 1.21%, Si 1.07% 검출된다. 이처럼, 상기 기관(701)에 형성된 결함에는 플로린계 물질(705)이 침투되어서 코팅됨을 알 수 있다.

### 부호의 설명

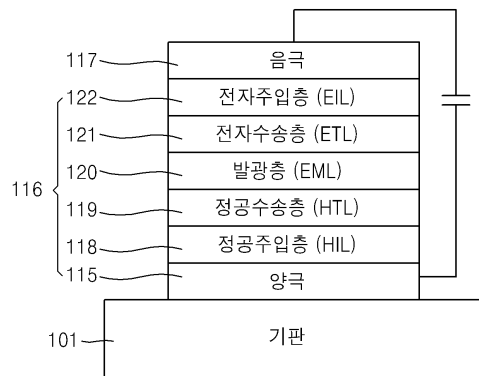
- [0112] 100...유기 발광 디스플레이 장치 101...기관
- 115...제 1 전극 116...유기 발광층
- 117...제 2 전극 130...엔캡슐레이션
- 131...보호막 132...제 1 유기막
- 133...제 1 무기막 134...제 2 유기막
- 135...제 2 무기막 136...제 3 무기막
- 403...리저버 챔버 405...플로린계 용액

도면

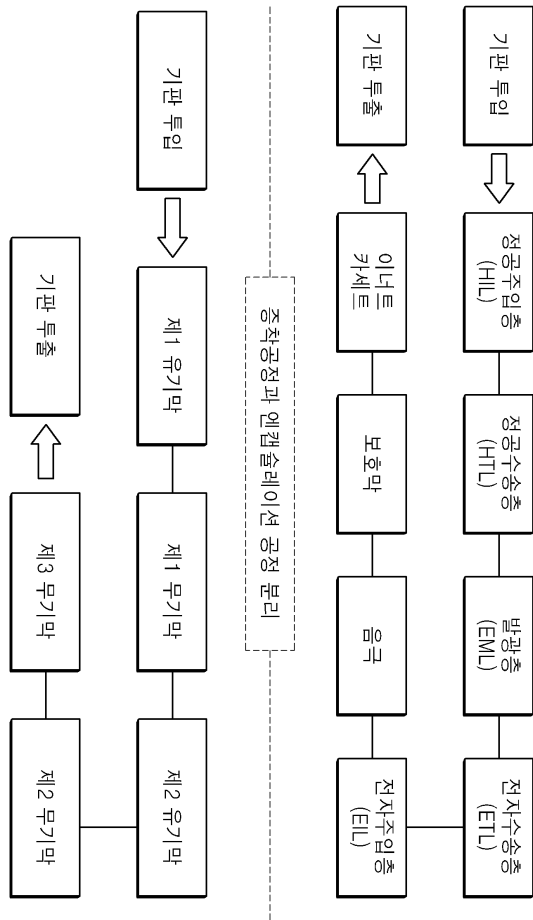
도면1



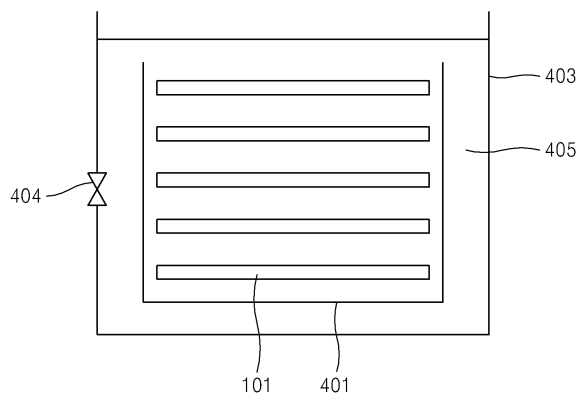
도면2



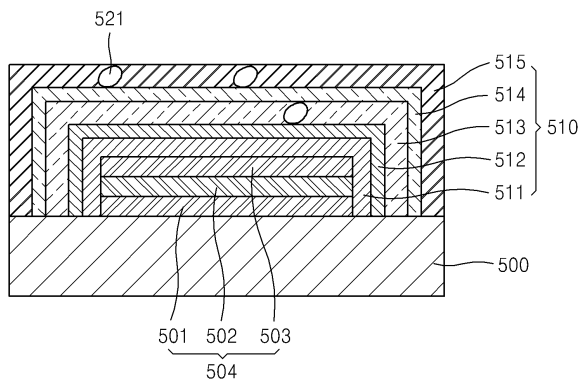
도면3



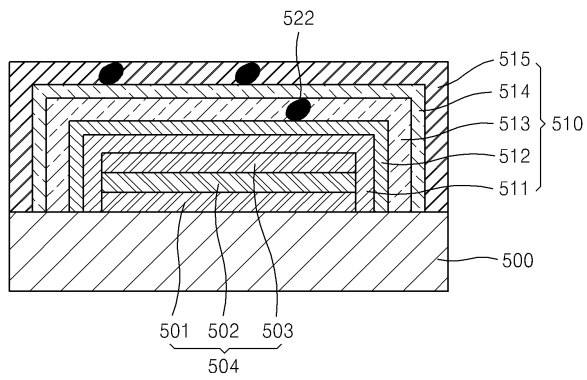
도면4



도면5a

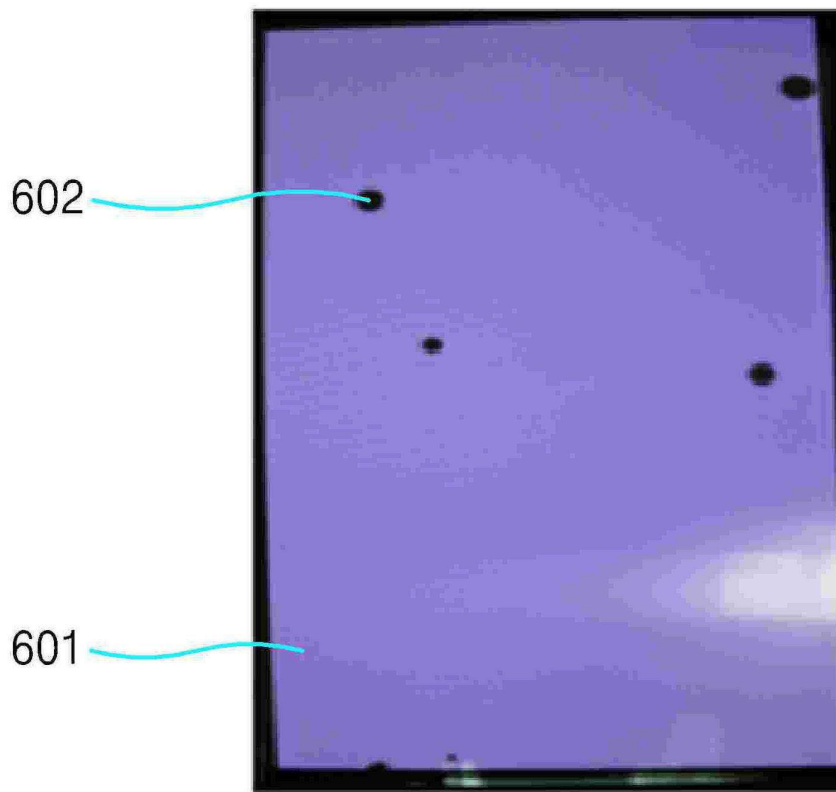


도면5b





도면6a

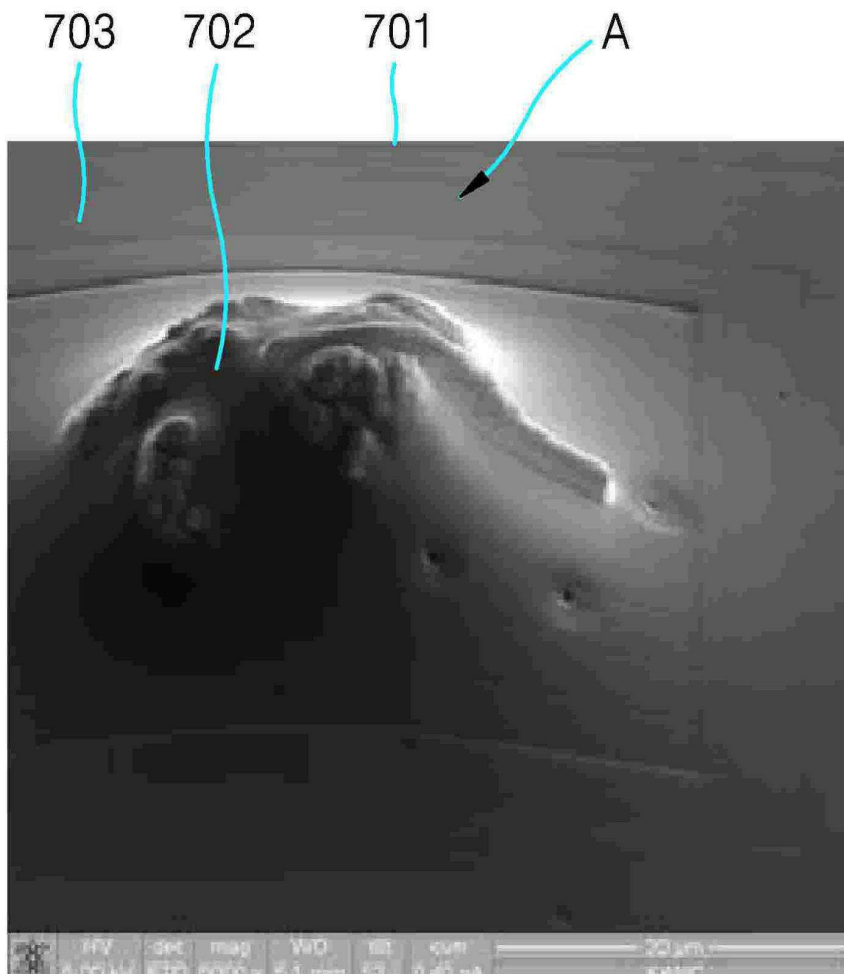


도면6b

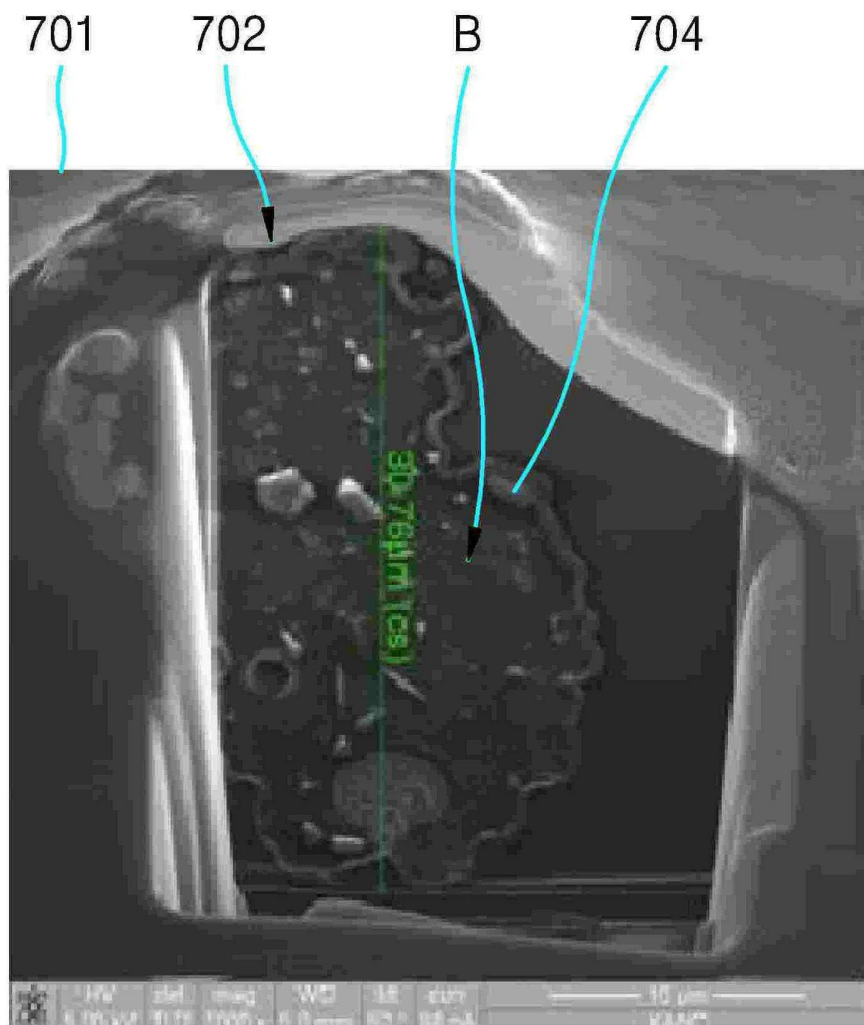
603



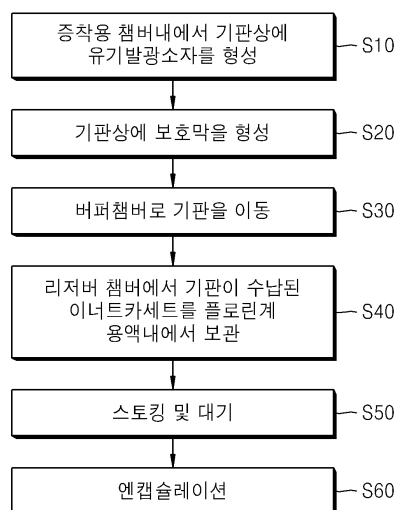
도면7a



도면7b



도면8



专利名称(译)	标题：OLED显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020150012592A</a>	公开(公告)日	2015-02-04
申请号	KR1020130088275	申请日	2013-07-25
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	SONG SEUNG YONG 송승용		
发明人	송승용		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/0002 H01L51/5237 H01L51/56		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

公开了一种有机发光显示装置及其制造方法。本发明涉及一种制造有机电致发光器件的方法，包括：通过将基板注入沉积室中，在基板上形成具有第一电极，有机发光层和第二电极的有机发光器件；通过将基板注入封装室中形成封装，其中至少一个有机膜或无机膜堆叠在基板上，沉积工艺和封装工艺彼此分离，并且基板存储在氟基溶液中，提高了设备操作速率，并且可以容易地去除缺陷缺陷的缺陷。

