



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0110062  
(43) 공개일자 2015년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*H01L 51/52* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0033860

(22) 출원일자 2014년03월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

최현민

경기도 파주시 미래로 562 가람마을9단지남양휴튼  
아파트 906동 803호

백승민

경기도 파주시 월롱면 엘씨디로 201 정다운마을  
101동 726호

(74) 대리인

오세일

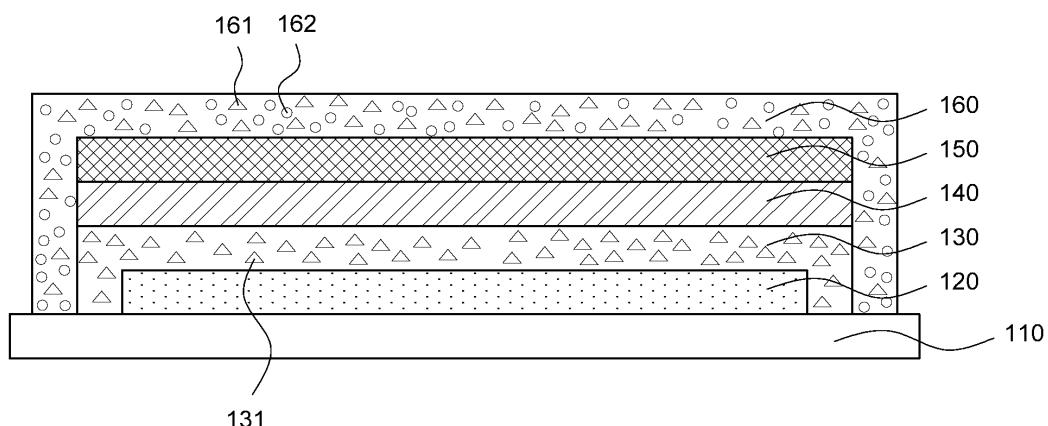
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 플렉서블 유기 발광 표시 장치

### (57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 봉지층 및 멀티 베퍼층에, 보다 치밀한 층 밀도를 가지고 알루미늄이 최대로  $Al_2O_3$  상태로 산화된, 산화알루미늄을 포함한 무기층을 구비하는데, 그 무기층은 질소 주입된다. 이러한 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 기존 대비 동등한 배리어 특성을 가지면서도 동시에 더욱 얇은 두께를 가짐으로써 플렉서블리티가 향상되고, 또는 기존 대비 동등한 두께를 가지면서도 동시에 향상된 배리어 특성을 가짐으로써 수명이 향상된다.

### 대 표 도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

플렉서블 기판;

상기 플렉서블 기판 상부에 위치하고, 산화규소, 질화규소, 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 적어도 하나의 무기물질을 포함하고, 질소 주입된, 멀티 베퍼층;

상기 멀티 베퍼층 상부에 위치하는 TFT 구동 소자층;

상기 TFT 구동 소자층 상부에 위치하는 유기 발광 소자층; 및

상기 유기 발광 소자층 상부에 위치하고, 산화규소, 질화규소, 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 적어도 하나의 무기물질 및 이를 방지 및 평탄화 작용을 하는 유기물질을 포함하고, 질소 주입된, 봉지층을 포함하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 봉지층에 포함된 적어도 하나의 무기물질은 적어도 하나의 무기층을 이루고, 상기 무기층의 두께가 3 nm 이상 50 nm 이하인,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 멀티 베퍼층에 포함된 적어도 하나의 무기물질은 적어도 하나의 무기층을 이루고, 상기 무기층의 두께가 3 nm 이상 50 nm 이하인,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 4

제2 항 또는 제3 항에 있어서,

상기 무기층은 질소 주입된,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 5

제4 항에 있어서,

질소 주입된 상기 무기층의 영역이 상기 무기층의 최상층인;

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

#### 청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 멀티 베퍼층은 말림 방지층을 더 포함하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 봉지층에 포함되는 상기 무기층과 상기 멀티 베퍼층에 포함되는 상기 무기층은 산화알루미늄을 포함하고 질소 주입된 동일한 무기층이고,

상기 산화알루미늄을 포함하고 질소 주입된 동일한 무기층이란, 오차범위 내에서 층 밀도가 동일하거나, 오차범위 내에서 알루미늄-산소 결합비가 동일하거나, 오차범위 내에서 층 표면에 산소와 결합한 알루미늄이 전체 알루미늄에서 차지하는 비율이 동일한 것을 의미하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 말립 방지층의 상부에 접촉한 상기 무기층과 상기 말립 방지층의 하부에 접촉한 상기 무기층은 산화알루미늄을 포함하고 질소 주입된 동일한 무기층이고,

상기 산화알루미늄을 포함하고 질소 주입된 동일한 무기층이란, 오차범위 내에서 층 밀도가 동일하거나, 오차범위 내에서 알루미늄-산소 결합비가 동일하거나, 오차범위 내에서 층 표면에 산소와 결합하지 않은 알루미늄이 전체 알루미늄에서 차지하는 비율이 동일한 것을 의미하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 말립 방지층은 산화규소, 질소 주입 산화규소, 탄소 주입 산화규소, 질소 주입 탄화규소, 유기 아크릴 수지 중에서 적어도 하나를 포함하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 10

제6 항에 있어서,

상기 멀티 베퍼층의 최상층에 상기 무기층이 위치하고,

상기 무기층은 상기 말립 방지층을 커버하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 무기층은 상기 말립 방지층을 커버하면서 동시에 상기 플렉서블 기판의 측면 또는 가장자리까지도 커버하는,

플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 12

플렉서블 기판;

상기 플렉서블 기판 상부에 위치하고, 산화알루미늄을 포함하고, 질소 주입된 제1 무기층;

제1 무기층 상부에 위치하는 제1 말립 방지층;

제1 말립 방지층 상부에 위치하고, 산화알루미늄을 포함하고, 질소 주입된 제2 무기층;

제2 무기층 상부에 위치하는 TFT 구동 소자층;

상기 TFT 구동 소자층 상부에 위치하는 유기 발광 소자층; 및  
상기 유기 발광 소자층 상부에 위치하는 봉지층을 포함하는,  
플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제1 말립 방지층은 산화규소, 질소 주입 산화규소, 탄소 주입 산화규소, 질소 주입 탄화규소, 유기 아크릴 수지 중에서 적어도 하나를 포함하는,  
플렉서블 유기 발광 표시 장치.

### 청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 제1 무기층과 상기 제2 무기층은,  
오차범위 내에서 층 밀도가 동일하거나, 오차범위 내에서 알루미늄-산소 결합비가 동일하거나, 오차범위 내에서 층 표면에 산소와 결합하지 않은 알루미늄이 전체 알루미늄에서 차지하는 비율이 동일한,  
플렉서블 유기 발광 표시 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 산소 및 수분이 유기 발광층으로 침투하는 것을 최소화할 수 있는 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

### 배경 기술

[0002] 유기 발광 표시 장치(OLED)는 자체 발광형 표시 장치로서, 액정 표시 장치(LCD)와는 달리 별도의 광원이 필요하지 않아 경량 박형으로 제조 가능하다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 저전압 구동에 의해 소비 전력 측면에서 유리할 뿐만 아니라, 색상 구현, 응답 속도, 시야각, 명암 대비비(contrast ratio; CR)도 우수하여, 차세대 디스플레이로서 연구되고 있다.

[0003] 특히 최근에는 다양한 애플리케이션에 활용 가능한, 구부렸다가 평거나 또는 접었다가 펼 수 있는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치(Flexible OLED)에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 경우, 휘어질 수 있는 기판을 구현하기 위하여 PI(Polyimide)와 같은 플라스틱 계열 기판을 사용할 수 있다. 이러한 플라스틱 계열 기판은 기존의 유리 기판 대비하여 산소 및 수분이 잘 침투한다. 그런데 유기 발광 표시 장치는 공액 분자구조의 화합물인 유기물을 발광층으로 사용하기 때문에, 산소 및 수분에 매우 민감하게 반응하여 열화하는 치명적인 문제점이 있다. 유기 발광층의 산소 및 수분에 의한 열화는, 유기 발광 표시 장치의 수명 저하로 이어진다.

[0004] 따라서 플렉서블 유기 발광 표시 장치에서는 유기 발광층을 포함하는 유기 발광 소자층 상부뿐만 아니라, 유기 발광 소자층 하부의 플라스틱 계열 기판쪽에도 배리어(Barrier)를 형성하여, 산소 및 수분의 침투를 최소화 시켜야 할 필요가 발생한다.

[0005] 이에 업계는, 외부로부터 유기 발광층으로 산소 및 수분이 침투하는 것을 최소화하기 위한 다양한 기술들을 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 적용하고 있다. 무기막과 유기막을 유기 발광층을 포함하는 유기 발광 소자층 상부에 교번 적층하는 박막 봉지 기술은 그 중 하나이다. 또한, 유기 발광 소자층과 플라스틱 계열 기판 사이에 소위 멀티 베퍼층이 제공되고, 이러한 멀티 베퍼층은 산화규소 무기층(SiO<sub>x</sub>)과 질화규소 무기층(SiNx)이 교번 적층된 구조를 갖는 기술이 특허출원번호 제10-2011-0101016호로써 제공된 바 있다.

[0006] [관련기술문헌]

[0007] 1. 플렉서블 OLED 표시장치(Flexible OLED device) (특허출원번호 제 10-2011-0101016 호)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0008] 그러나 기존에 출원되었던 특허출원번호 제10-2011-0101016호에 개시된 구성에 따르는 경우, 다음과 같은 문제점이 있다.

[0009] 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 두께가 얇을수록 플렉서블리티(Flexiblelity)가 향상된다. 따라서 박막 봉지의 두께가 얇을수록, 그리고 멀티 베퍼층의 두께가 얇을수록, 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 플렉서블리티는 향상된다. 그런데 플렉서블 유기 발광 표시 장치가 요구하는 배리어 특성 수준에 도달하기 위해서는 멀티 베퍼층의 두께를 일정 이상의 두께, 예를 들어 적어도  $0.7 \mu\text{m}$  이상은 되도록 형성하여야만 하는 문제점이 있었다.

[0010] 또한 멀티 베퍼층이 형성된 플렉서블 기판이 멀티 베퍼층의 잔류응력의 영향을 받아, 의도치 않게 휘거나 말리는 현상이 발생하는 문제점이 있었다.

[0011] 이에 본 발명의 발명자들은 기존 대비 두께가 더욱 얇으면서도, 동등한 배리어 특성 수준을 유지하거나 또는 기존 대비 두께 수준을 유지하면서도, 향상된 배리어 특성을 보일 수 있고, 말림 현상을 최소화 할 수 있는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 발명하였다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는 외부로부터 유기 발광층으로 산소와 수분이 침투되는 것을 최소화할 수 있는 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제는 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제조함에 있어 지지의 역할을 하는 유리 지지판을 레이저 릴리즈(laser release) 한 이후에, 플렉서블 기판이 의도치 않게 휘거나 말리는 현상을 최소화할 수 있는 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 소자는 플렉서블 기판, 플렉서블 기판 상부에 위치하고, 산화규소, 질화규소, 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 적어도 하나의 무기물질을 포함하고, 질소 주입된, 멀티 베퍼층, 멀티 베퍼층 상부에 위치하는 TFT 구동 소자층, TFT 구동 소자층 상부에 위치하는 유기 발광 소자층, 발광 소자층 상부에 위치하고, 산화규소, 질화규소, 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 적어도 하나의 무기물질 및 이를 방지 및 평탄화 작용을 하는 유기물질을 포함하고, 질소 주입된, 봉지층을 포함하고, 상기 무기층은 두께가  $3 \text{ nm}$  이상  $50 \text{ nm}$  이하로 형성된다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치에서는 봉지층과 멀티 베퍼층으로써 배리어를 형성하여 산소 및 수분이 유기 발광층으로 침투되는 것을 최소화할 수 있다.

#### 발명의 효과

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따라 봉지층과 멀티 베퍼층에 보다 치밀한 층 밀도를 가지고 순도 높은, 질소 주입된 산화알루미늄 무기층을 구비함으로써, 기존 대비 동등한 배리어 특성을 가지면서도 동시에 더욱 얇은 두께를 가짐으로써 플렉서블리티가 향상되는, 또는 기존 대비 동등한 두께를 가지면서도 동시에 향상된 배리어 특성을 가짐으로써 수명이 향상되는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따라 멀티 베퍼층에 말림 방지층을 구비함으로써, 유리 지지판을 레이저 릴리즈 한 이후에 플렉서블 기판이 의도치 않게 휘거나 말리는 현상을 최소화할 수 있는, 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있다.

[0019] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[0020] 이상에서 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과에 기재한 발명의 내용이 청구항의 필수적인 특징을 특정

하는 것은 아니므로, 청구항의 권리범위는 발명의 내용에 의하여 제한되지 않는다.

### 도면의 간단한 설명

[0021] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 봉지층과 멀티 베피층을 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 2, 5, 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 봉지층을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

도 3, 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 봉지층 및 멀티 베피층에서의 질소 주입을 설명하기 위한 개략적인 모식도들이다.

도 7 내지 9 는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 멀티 베피층을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

도 10 은 본 발명의 일 실시예에 따른, 도 5 의 구성과 도 7 의 구성을 결합한, 최종적인 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 대한 개략적인 단면도이다. 즉, 도 10 은 봉지층과 멀티 베피층을 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 적용한 형태이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0023] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등을 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

[0024] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0025] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접' 또는 '접하여' 가 함께 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.

[0026] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.

[0027] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.

[0028] 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면에서는 본 발명에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 구성 요소인 각종 층들이 편의상 직사각형으로 표현된다. 구성 요소인 각종 층의 전면과 측면이 명확하게 구분되는 것처럼 보이나 전면과 측면이 명확하게 구분되지 않고 완만한 곡선형일 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 '어떤 층의 가장자리'란, 층의 전면과 측면이 명확하게 구분되는 경우에는 '측면'을 의미하고 전면과 측면이 명확하게 구분되지 않는 경우에는 '전면의 가장자리'를 의미한다.

[0029] 설명에 앞서, 본 발명에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판, 멀티 베피층, 구동 소자층, 유기 발광 소자층, 봉지층을 포함하는 바, 특히 멀티 베피층과 봉지층에 그 핵심이 있으므로, 이들 구성에 대하여 중

점적으로 설명한다.

[0030] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 봉지층(160)과 멀티 베퍼층(130)을 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 기판(120), 기판(120) 상부에 위치하고, 산화규소, 질화규소, 질소 주입된 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 적어도 하나의 무기물질(131)을 포함하고, 질소 주입(N-doping)된, 멀티 베퍼층(130), 멀티 베퍼층(130) 상부에 위치하는 TFT 구동 소자층(140), TFT 구동 소자층(140) 상부에 위치하는 유기 발광 소자층(150), 유기 발광 소자층(150) 상부에 위치하고, 산화규소, 질화규소, 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 적어도 하나의 무기물질(161) 및 이를 방지 및 평탄화 작용을 하는 유기물질(162)을 포함하고, 질소 주입된, 봉지층(160)을 포함한다. 이 때 이 때 유기물질(162)은 애폭시, 아크릴레이트 또는 우레탄아크릴레이트를 포함하는 고분자 유기 화합물일 수 있다.

[0032] 한편 도 1 에서 플렉서블 기판(120) 하부에 위치하는 유리 지지판(110)은 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 형성하는 공정의 최종 단계에서 릴리즈 되기 때문에 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 포함되는 구성은 아니나, 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위하여 편의상 도면에 추가하여 도시하기로 한다.

[0033] 봉지층(160) 및 멀티 베퍼층(130)에 포함된 적어도 하나의 무기물질(161, 131)은, 도 2, 5, 6 내지 9 에서 설명되고 있듯이, 적어도 하나의 무기층을 이를 수 있다. 예를 들어, 봉지층(160) 및 멀티 베퍼층(130)은 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 적어도 하나 포함할 수 있다. 그리고 산화알루미늄을 포함하는 무기층은 질소 주입될 수 있다.

[0034] 도 2, 5, 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시장치에서의 봉지층(230, 530, 630)을 보다 구체적으로 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

[0035] 도 2, 5, 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시장치에서의 봉지층(230, 530, 630)에 포함되는 적어도 하나의 무기물질이 무기층을 이루는 경우를 구체적으로 도시하였다. 도 2, 5, 6 을 참조하여 봉지층(230, 530, 630)에 대하여 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0036] 도 2 를 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 기판(미도시), 멀티 베퍼층(미도시), TFT 구동 소자층(210), 유기 발광 소자층(530), 봉지층(230)을 포함한다. 이 때 도 2 에서, 봉지층(230)은 제1 무기층(230)을 포함한다.

[0037] 상기 도 2 가 나타내는 구조의 봉지층(230)에서의 제1 무기층(230)에 대하여 설명하기로 한다.

[0038] 제1 무기층(230)은 산화규소, 질화규소, 산화알루미늄, 산화아연, 산화지르코늄, 산화티타늄, 산화하프늄, 산화란타늄 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하고, 질소 주입된, 고 순도, 고 밀도의 무기층이다. 예를 들면, 층 표면에 산소와 결합하지 않은 알루미늄이 전체 알루미늄의 10 % 이하이고, 층 밀도가  $3.0 \text{ g/cm}^3$  이상인, 질소 주입된 산화알루미늄을 포함하는 무기층이다.

[0039] 다음에서는 편의상 제1 무기층(230)의 일 예로써의 질소 주입된 산화알루미늄을 포함하는 무기층에 대하여 설명하기로 한다.

[0040] 산화알루미늄을 포함하는 무기층은 TMA(Trimethylaluminum)를 전구체로,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{O}_2$  에서 선택되는 어느 하나를 기체 상태의 반응물로 이용하여 100 °C 부근의 온도에서 저온 원자층 증착법(Thermal Atomic Layer Deposition) 방식으로 형성할 수 있다. 이 때 층의 두께가 3 nm 이상은 되도록 형성하여야 하는데, 3 nm 보다 작을 경우 층 형성 컨트롤이 어렵기 때문이다. 또한 층의 두께는 50 nm 이하가 되도록 형성하면 족한데, 50 nm 정도로도 원하는 배리어 특성을 얻을 수 있고, 50 nm 보다 클 경우에는 플렉서블리티 관점에서 불리해진다.

[0041] 기존의 물리기상증착법(PVD, Physical Vapor Deposition)로는 주로 RF 마그네트론 스퍼터링법이나 반응성 DC 마그네트론 스퍼터링법 등을 사용하였고, 화학기상증착법(CVD, Chemical Vapor Deposition)로는 플라즈마 화학기상증착법 등을 사용하여 금속산화물층 또는 금속질화물층을 형성하였다.

[0042] 물리기상증착법 중 스퍼터링법의 경우, 아크(Arching), 양극 소멸(Disappearing Anode), 반응 조건의 불안정성 등이 문제가 되었다. 또한, 플렉서블 기판이 자체 수분을 함유하고 있어서, 고 진공 하에서 진행되는 금속 산화물 막의 형성 공정 중에 압력 변화가 일어나고 층 형성이 안정적인 조건에서 이루어지기 어렵다는 문제가 있었

다.

[0043] 화학기상증착법의 경우, 총 형성에 요구되는 모든 반응물들이 고온에서 기체 상태로 동시에 노출되어 있으면서, 이러한 반응물들이 기상반응을 하여 형성되는 화합물이 기판에 증착된다. 플라즈마 반응 메커니즘을 이용하게 되면 이온화, 여기, 완화, 해리, 재결합 등의 반응이 동시에 발생으로 일어나기 때문에 정교하게 조절된 구조의 층을 얻기 어렵다. 또한 원치 않은, 예컨대 Al-C, Al-OH 등 다양한 부산물들이 층에 포함된다.

[0044] 원자층 증착법의 경우, 반응물이 기체 상태로 펄스 형태로 공급되며 각각의 반응물이 퍼지 기체에 의해 물리적으로 분리되어 있다. 기판에 이미 화학흡착된 반응물을 표면이라고 할 경우, 그 표면과 새로이 공급된 기체상태의 반응물 만이 표면반응(Self-limiting Reaction)을 함으로써 원자 수준의 층이 형성된다. 이러한 일련의 표면반응을 수싸이클(cycle) 반복함으로써 전체적인 층의 두께를 조절하여 형성할 수 있다.

[0045] 따라서, 제1 무기층(230)의 일례인 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 원자층 증착법을 이용하여 형성하면, 여타의 방법을 이용하는 것보다 층의 두께 및 조성을 정밀하게 제어할 수 있고, 층에 부산물이 거의 없고, 층의 파티클에 의한 오염을 배제할 수 있다. 또한 원자층 증착법을 이용하여 형성하는 산화알루미늄을 포함하는 무기층은 높은 종횡비(Aspect Ratio)에서도 100 % 단차 피복성(Step Coverage)을 가지게 된다. 특히 약 100 °C 부근의 저온에서 공정을 진행할 수 있어, 열에 취약한 유기 발광층의 손상이 최소화 된다.

[0046] 그럼에도 불구하고, 상기의 과정으로 형성된 산화알루미늄을 포함하는 무기층은 여전히 void나 pin-hole이 존재한다. 또한 대기와 같은 수분 있는 공기 중에 노출되었을 때 시간이 흐를수록 표면에서부터 산화반응이 일어나면서 층 표면의 미세 구조가 변한다. 이로 인해 층 밀도가 저하되고 투과율 및 굴절률의 변화가 일어나고 변색 등이 발생한다. 따라서 표면처리로써 배리어 성능을 향상시킬 필요가 있다.

[0047] 도 3, 4는 산화알루미늄을 포함하는 무기층에 질소 주입을 하여 표면처리를 하는 경우를 설명하기 위한 개략적인 모식도들이다. 원자층 증착법을 이용하여 형성한 산화알루미늄을 포함하는 무기층은 플라즈마 화학기상증착법을 통해 표면에 질소 주입을 할 수 있다. 이 때 질소 주입을 위한 플라즈마는 NH<sub>3</sub> 또는 N<sub>2</sub>에서 선택되는 어느 하나의 플라즈마를 이용할 수 있다.

[0048] 좀 더 구체적으로 살펴보면, 도 3은 산화 알루미늄을 포함하는 무기층을 원자층 증착법을 통해 원하는 두께로 형성한 다음 플라즈마 화학기상증착법을 통해 질소 주입을 함으로써, 산화알루미늄을 포함하는 무기층의 최상부에 질소 주입이 이루어진 경우를 간략하게 나타낸 것이다. 즉, 총 n(n은 1보다 크거나 같은 정수) 번의 표면반응 싸이클을 수행하여 원하는 두께의 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 형성함에 있어서, 마지막 n 번째 표면반응 싸이클 직후에 질소 주입된 경우를 나타낸 것이다. 이렇듯 산화알루미늄을 포함하는 무기층의 일부에만 질소 주입이 이루어질 수 있다.

[0049] 도 4는 산화알루미늄을 포함하는 무기층 전체에 질소 주입이 이루어진 경우를 간략하게 나타낸 것이다. 즉, 총 n 번의 표면반응 싸이클을 수행하여 원하는 두께의 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 형성함에 있어서, 모든 표면반응 싸이클 직후마다 질소 주입된 경우를 나타낸 것이다. 즉, 산화 알루미늄을 포함하는 무기층을 원하는 두께까지 형성한 후에 질소 주입을 하는 것이 아니라, 원자층 증착법에서의 표면반응의 매 사이클마다 질소 주입을 함으로써 결과적으로는 층 전체적으로 질소 주입이 이루어진 경우이다.

[0050] 이렇듯 산화알루미늄을 포함하는 무기층의 배리어 특성을 향상시키기 위한 질소 주입은 원자층 증착법에서의 표면반응 싸이클 직후에 이루어질 수 있다. 예를 들어, n 번의 표면반응 싸이클을 반복하여 산화알루미늄을 포함하는 무기층이 형성되는 경우, 총 1 번 내지는 n 번의 질소 주입이 이루어질 수 있다. 그리고 질소 주입의 시점은 1 번째부터 n 번째의 표면반응 싸이클 중 어느 시점이 될 수 있다.

[0051] 질소 주입 영역이 산화알루미늄을 포함하는 무기층의 최상부에 가까이 위치할수록 그리고 질소 주입이 적용되는 횟수가 표면반응 싸이클 횟수에 가까워질수록 무기층의 배리어 특성이 더욱 우수하다.

[0052] 다음에서는 제1 무기층(230)의 일례인 저온 원자층 증착법에 의하여 형성한 산화알루미늄을 포함한 무기층에 있어서, 질소 주입을 하지 않은 경우보다 질소 주입된 경우가 무기층의 배리어 특성이 더욱 우수하다는 점을 증명할 수 있는 각종 자료를 살펴보고자 한다.

[0053] 도 11은 TMA(Trimethylaluminum)를 전구체로, O<sub>3</sub> 기체를 반응물로 이용하여 약 100 °C 부근의 저온에서 원자층 증착법으로 형성한, 두께 50 nm의 산화알루미늄을 포함한 무기층에 있어서, NH<sub>3</sub> 플라즈마 화학기상증착법으로써 질소 주입된 경우의 투습도(WVTR, Water Vapor Transmittance Ratio) 그래프이다. 현재  $1.0 \times 10^{-5} \text{ g/m}^2 \text{ day}$  까지

측정 가능한, Mocon 사의 투습도 측정 장비를 이용하여 실험조건 온도 90 °C, 상대습도 40 % 의 환경에서 측정하였다.

[0054] 도 11 에 따르면, 질소 주입된 경우의 투습도는  $5.3 \times 10^{-4} \text{ g/m}^2 \text{ day}$  임을 알 수 있다. 동일한 조건에서 질소 주입을 하지 않은 경우의 투습도는 약  $1.0 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \text{ day}$  인 것과 비교해 보았을 때, 질소 주입된 경우가 현저히 낮은 투습도를 가짐을 알 수 있다.

[0055] 저온 원자층 증착법에 의하여 형성한 산화알루미늄을 포함한 무기층에 있어서, 질소 주입을 하지 않은 경우보다 질소 주입된 경우가 투습도가 더 낮아서 유기 발광층을 보호하는 능력이 더 우수하고, 이로써 유기 발광 소자의 열화의 진행이 더디어 짐으로써 플렉서블 유기 발광 표시 장치의 수명을 향상시킨다.

[0056] 도 12 는 TMA(Trimethylaluminum)를 전구체로,  $\text{O}_3$  기체를 반응물로 이용하여 약 100 °C 부근의 저온에서 원자층 증착법으로 형성한, 두께 50 nm 의 산화알루미늄을 포함한 무기층을  $\text{NH}_3$  플라즈마 화학기상증착법으로써 질소 주입된 경우, 초기 표면과 온도 85 °C, 습도 85 % 의 조건에서 100 시간이 지난 후를 표면을 분석한 SEM(Scanning Electron Microscope) 결과이다.

[0057] 도 12 에 따르면, 온도 85 °C, 습도 85 % 의 조건 하에서 100 시간이 흐른 후의 층 표면과 초기의 층 표면에 차이가 없다. 즉, 층의 변성이 없음을 알 수 있다.

[0058] 다시 말하면, 질소 주입을 하지 않은 경우에는 층의 특성 변성이 문제가 되는데 반하여, 질소 주입된 경우는 층의 특성 변성이 없어서 배리어 특성이 향상되었고 이로써 투습도가 더 낮아졌다고 볼 수 있다.

[0059] 도 13 은 TMA를 전구체로,  $\text{O}_3$  기체를 반응물로 이용하여 약 100 °C 부근의 저온에서 원자층 증착법으로 형성한, 두께 50 nm 의 산화알루미늄을 포함한 무기층에 있어서, 질소 주입을 하지 않은 경우와  $\text{NH}_3$  플라즈마 화학기상증착법으로써 질소 주입된 경우의 층 특성 측정 결과이다.

[0060] 도 13 에 따르면, 질소 주입을 하지 않은 경우는  $3.5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$  의 면 밀도,  $2.55 \text{ g/cm}^3$  의 층 밀도를 가지고, 질소 주입된 경우는 대략  $1.90 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^2$  의 면 밀도,  $2.68 \text{ g/cm}^3$  의 층 밀도를 가짐을 알 수 있다.

[0061] 즉, 저온 원자층 증착법에 의하여 형성한 산화알루미늄을 포함한 무기층에 있어서, 질소 주입을 하지 않은 경우보다 질소 주입된 경우가 면 밀도 및 층 밀도가 증가함을 알 수 있다. 이로써 배리어 특성이 향상되고 투습도가 더 낮아짐을 알 수 있다.

[0062] 도 5 를 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판(미도시), 멀티 버퍼층(미도시), TFT 구동 소자층(510), 유기 발광 소자층(520), 봉지층(530)을 포함한다.

[0063] 이 때 도 5 에서, 봉지층(530)은 제1 무기층(531), 제1 무기층(531)의 상부에 위치하는 이물 커버 및 평탄화 작용을 하는 제1 유기층(532), 제1 유기층(532) 상부에 위치하고, 제1 무기층(531)이 포함하는 물질과 동일한 물질을 포함하고, 질소 주입된, 제2 무기층(533)을 포함한다.

[0064] 상기 도 5 가 나타내는 구조의 봉지층(530)에서의 제2 무기층(531)에 대한 설명은 상기 도 2 가 나타내는 구조의 봉지층(230)에서의 제1 무기층(230)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다.

[0065] 도 6 을 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판(미도시), 멀티 버퍼층(미도시), TFT 구동 소자층(610), 유기 발광 소자층(620), 봉지층(630)을 포함한다.

[0066] 이 때 도 6 에서, 봉지층(630)은 질소 주입된 제1 무기층(631), 제1 무기층(631)의 상부에 위치하는 이물 커버 및 평탄화 작용을 하는 제1 유기층(632), 제1 유기층(632) 상부에 위치하고, 제1 무기층(631)이 포함하는 물질과 동일한 물질을 포함하고, 질소 주입된, 제2 무기층(633)을 포함한다.

[0067] 상기 도 6 이 나타내는 구조의 봉지층(320)에서의 제1 무기층(631), 제2 무기층(633)에 대한 설명은 상기 도 2 가 나타내는 구조의 봉지층(120)에서의 제1 무기층(230)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다. 추가되는 부분에 대하여 다음에서 설명하기로 한다.

[0068] 이 때 제1 무기층(631)과 제2 무기층(633)이 동일한 공정을 통하여 형성되고 질소 주입된 경우에는, 오차범위 내에서 층 밀도가 동일하거나, 오차범위 내에서 알루미늄-산소 결합비가 동일하거나, 오차범위 내에서 층 표면

에 산소와 결합한 알루미늄이 전체 알루미늄에서 차지하는 비율이 동일할 수 있다.

[0069] 여기서 ‘오차범위 내에서’란 총 밀도의 경우 양 값의 차이가  $0.5 \text{ g/cm}^3$  이하이고, 알루미늄-산소 결합비의 경우 양 값의 차이가 0.2 이하이고, 총 표면에 산소와 결합한 알루미늄이 전체 알루미늄에서 차지하는 비율의 경우 양 값의 차이가 5 % 이하임을 의미한다. 이하에서 사용하는 ‘오차범위 내에서’란 모두 이와 동일한 의미이다.

[0070] 다시 말하면, 상기 도 6 이 나타내는 구조의 봉지층(630)은, 제1 유기층(632)의 하부에 접촉하여 위치하고, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는 제1 무기층(631)이 위치할 수 있고, 제1 유기층(632)의 상부에 접촉하여 위치하고, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는 제2 무기층(633)이 위치할 수 있다.

[0071] 다시 말하면, 상기 도 6 이 나타내는 구조의 봉지층(630)은, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는 제1 무기층(631)이 최하단에 위치하고, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제2 무기층(633)이 최상단에 위치하는 구조를 가진다.

[0072] 도 7 내지 9 는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시장치에서의 멀티 베퍼층(730, 830, 930)을 보다 구체적으로 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

[0073] 도 7 내지 9 는 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시장치에서의 멀티 베퍼층(730, 830, 930)에 포함되는 적어도 하나의 무기물질이 무기층을 이루는 경우를 구체적으로 도시하였다. 도 7 내지 9 를 참조하여 멀티 베퍼층(730, 830, 930)에 대하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0074] 도 7 을 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판(720), 멀티 베퍼층(730), TFT 구동 소자층(740), 유기 발광 소자층(750), 봉지층(760)을 포함한다.

[0075] 한편 도 7 에서 플렉서블 기판(720) 하부에 위치하는 유리 지지판(710)은 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 형성하는 공정의 최종 단계에서 텔리즈 되기 때문에 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 포함되는 구성은 아니나, 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위하여 편의상 도면에 추가하여 도시하기로 한다.

[0076] 이 때 도 7 에서, 멀티 베퍼층(730)은 제1 무기층(730)을 포함한다.

[0077] 플렉서블 기판(720)의 표면이 외부에 노출되는 것을 최소화 하기 위하여, 제1 무기층(730)은 플렉서블 기판(720)을 커버할 수 있다. 다시 말하면 제1 무기층(730)은 플렉서블 기판(720)의 일면과 측면, 또는 가장자리를 포함하는 일면을 커버할 수 있다.

[0078] 플렉서블 기판(720)에는 PI(Polyimide), PET(Polyethyleneterephthalate), PEN(Polyethylenenaphthalate), PC(Polycarbonate), PP(Polypropylene), PS(Polystyrene), PE(Polyethylene), PES(Polyethersulfone), COC(Cyclic Olefin Copolymer), PAR(Polyarylate) 등의 플라스틱 계열의 물질이 사용될 수 있는데, 그 중 높은 열저항성, 낮은 절연상수, 우수한 기계적 성질들로 인하여 PI가 주로 사용되고 있다. PI가 플렉서블 기판(720)으로 사용될 때에는 두께가 수 마이크로미터 수준인 박막 형태가 사용된다.

[0079] 상기 도 7 가 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(730)에서의 제1 무기층(730)에 대한 설명은 상기 도 2 가 나타내는 구조의 봉지층(230)에서의 제1 무기층(230)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다.

[0080] 도 8 을 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판(820), 멀티 베퍼층(830), TFT 구동 소자층(840), 유기 발광 소자층(850), 봉지층(860)을 포함한다.

[0081] 한편 도 8 에서 플렉서블 기판(820) 하부에 위치하는 유리 지지판(810)은 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 형성하는 공정의 최종 단계에서 텔리즈 되기 때문에 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 포함되는 구성은 아니나, 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위하여 편의상 도면에 추가하여 도시하기로 한다.

[0082] 이 때 도 8 에서 멀티 베퍼층(830)은 제1 말립 방지층(831), 제1 말립 방지층(831) 상부에 위치하고, 제1 말립 방지층(831)을 커버하는 제1 무기층(832)을 포함한다.

[0083] 상기 도 8 이 나타내는 구조의 플렉서블 기판(820)에 대한 설명은 상기 도 7 이 나타내는 구조의 플렉서블 기판(720)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다.

[0084] 상기 도 8 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(830)에서의 제1 무기층(832)에 대한 설명은 상기 도 2 가 나타내는

구조의 봉지층(230)에서의 제1 무기층(230)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다. 추가되는 부분에 대하여 다음에서 설명하기로 한다.

[0085] 제1 말립 방지층(831)의 표면이 외부에 노출되는 것을 최소화 하기 위하여, 제1 무기층(832)은 제1 말립 방지층(831)을 커버할 수 있다. 다시 말하면 제1 무기층(832)은 제1 말립 방지층(831)의 일면과 측면, 또는 가장자리를 포함하는 일면을 커버할 수 있다. 이로써 제1 말립 방지층(831)에 의한, 산소 및 수분이 침투할 수 있는 표면 내지 계면은 발생하지 않을 수 있다.

[0086] 플렉서블 기판(820)의 표면이 외부에 노출되는 것을 최소화 하기 위하여, 제1 무기층(832)은 제1 말립 방지층(831)을 커버하면서 동시에 플렉서블 기판(820)의 측면, 또는 가장자리까지도 커버할 수 있다.

[0087] 상기 도 8 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(830)에서의 제1 말립 방지층(831)에 대하여 설명하기로 한다.

[0088] 레이저 헐리즈 공정으로 유리 지지판(810)을 탈착함으로써 최종적으로 얻은 플렉서블 기판(820) 자체는 휘거나 말리지 않는다.

[0089] 그러나 기존에 출원되었던 특허출원번호 제10-2011-0101016호에 개시된 구성을 따른 플렉서블 기판(820)의 경우, 플렉서블 기판(820)에 기존의 멀티 베퍼층을 형성하면 휘거나 말리는 현상이 발생한다. 즉, 레이저 헐리즈 공정으로 유리 지지판(810)을 탈착함으로써 최종적으로 얻은 플렉서블 기판(820)은 심하게 휘어서, 돌돌 말리게 된다. 좀 더 구체적으로, 기존의 멀티 베퍼층이 형성된 플렉서블 기판(820)은 탈착된 유리 지지판(810)과 접촉되어 있던 면이 안쪽을 향하도록 돌돌 말린다. 따라서, 후속 공정을 진행하기가 어렵게 된다.

[0090] 이렇듯, 플렉서블 기판(820)은 그 상부에 기존의 멀티 베퍼층이 형성되는 도중 발생하여 축적된 내부요인에 의한 잔류응력의 영향을 받아 휘거나 말리게 된다. 또한 기존의 멀티 베퍼층의 두께가 두꺼워질수록, 플렉서블 기판(820)과 기존의 멀티 베퍼층 사이의 물성 차이가 커짐으로 인해 잔류응력 증가하는 문제가 생긴다. 이를 외부요인에 의한 잔류응력이라고 한다.

[0091] 이러한 잔류응력은 인장(tensile) 또는 압축(compressive)의 모습으로 발현된다. 기존의 멀티 베퍼층에 존재하는 내부 및 외부요인에 의한, 인장 또는 압축 형태의 잔류응력으로 인해, 플렉서블 기판(820)도 영향을 받음으로써 휘거나 돌돌 말리게 된다.

[0092] 예를 들면, 기존의 멀티 베퍼층이 본래 의도된 것보다 수축한 형태로 형성되는 경우, 기존의 멀티 베퍼층은 형성 이후에 그 수축을 해소하기 위하여 팽창하려는 인장응력을 갖게 된다. 기존의 멀티 베퍼층과 맞붙어 있는 플렉서블 기판(820)은 상대적으로 압축응력이 걸리게 된다. 이들이 종합적으로 작용하면 결과적으로, 플렉서블 기판(820)의, 탈착된 유리 지지판(810)과 접촉되어 있던 면이 안쪽을 향하도록 플렉서블 기판(820)이 돌돌 말리게 된다.

[0093] 이에 이러한 의도치 않게 플렉서블 기판이 휘거나 말리는 현상을 최소화 하기 위하여, 제1 말립 방지층(831)을 삽입하여 응력을 완화한다.

[0094] 이러한 제1 말립 방지층(831)은 TFT 구동 소자층(840)의 형성 조건에 해당하는 온도에도 물성이 유지될 수 있는 물질을 사용할 수 있다. 예를 들면 산화규소, 질소 주입 산화규소, 탄소 주입 산화규소, 질소 주입 탄화규소, 유기 아크릴 수지를 사용하여 형성할 수 있다.

[0095] 다시 말하면, 상기 도 8 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(830)은, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제1 무기층(832)이 최상단에 위치하고, 제1 말립 방지층(831)이 최하단에 위치하는 구조를 가진다.

[0096] 다시 말하면, 상기 도 8 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(830)은, 제1 말립 방지층(831) 및 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제1 무기층(832)이 순서대로 적층한 구조를 가진다.

[0097] 도 9 을 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판(920), 멀티 베퍼층(930), TFT 구동 소자층(940), 유기 발광 소자층(950), 봉지층(960)을 포함한다.

[0098] 한편 도 9 에서 플렉서블 기판(920) 하부에 위치하는 유리 지지판(910)은 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 형성하는 공정의 최종 단계에서 헐리즈 되기 때문에 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 포함되는 구성은 아니나, 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위하여 편의상 도면에 추가하여 도시하기로 한다.

[0099] 이 때 도 9 에서, 멀티 베퍼층(930)은 제1 무기층(931), 제1 무기층(931) 상부에 위치하는 제1 말립 방지층

(932), 제1 말립 방지층(932) 상부에 위치하는 제2 무기층(933)을 포함한다.

[0100] 상기 도 9 가 나타내는 구조의 플렉서블 기판(920)에 대한 설명은 상기 도 7 이 나타내는 구조의 플렉서블 기판(720)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다.

[0101] 상기 도 9 가 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(930)에서의 제1 무기층(931)에 대한 설명은 상기 도 7 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(730)에서의 제1 무기층(730)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다. 또한 상기 도 9 가 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(930)에서의 제2 무기층(933)에 대한 설명은 상기 도 8 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(830)에서의 제1 무기층(832)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다. 추가되는 부분에 대하여 다음에서 설명하기로 한다.

[0102] 이 때 제1 무기층(931)과 제2 무기층(933)이 동일한 공정을 통하여 형성되고 질소 주입된 경우에는, 오차범위 내에서 층 밀도가 동일하거나, 오차범위 내에서 알루미늄-산소 결합비가 동일하거나, 오차범위 내에서 층 표면에 산소와 결합한 알루미늄이 전체 알루미늄에서 차지하는 비율이 동일할 수 있다.

[0103] 상기 도 9 가 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(930)에서의 제1 말립 방지층(932)에 대한 설명은 상기 도 8 이 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(830)에서의 제1 말립 방지층(831)에 대한 설명이 동일하게 적용되므로, 중복되는 부분은 설명을 생략하기로 한다.

[0104] 다시 말하면, 상기 도 9 가 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(930)은, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제2 무기층(933)이 최상단에 위치하고, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제1 무기층(931)이 최하단에 위치하는 구조를 가진다.

[0105] 다시 말하면, 상기 도 9 가 나타내는 구조의 멀티 베퍼층(930)은, 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제1 무기층(931), 제1 말립 방지층(932) 및 질소 주입된, 산화알루미늄을 포함하는 무기층을 일례로 들 수 있는, 제2 무기층(933)이 순서대로 적층한 구조를 포함한다.

[0106] 도 10 은 본 발명의 일 실시예에 따른, 도 5 의 구성과 도 7 의 구성을 결합한, 최종적인 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 대한 개략적인 단면도이다. 즉, 도 10 은 봉지층(530)과 멀티 베퍼층(730)을 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 적용한 형태이다.

[0107] 도 10 을 참조하면, 본 발명의 일 실시예인 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 플렉서블 기판(720), 멀티 베퍼층(730), TFT 구동 소자층(740), 유기 발광 소자층(750), 봉지층(530)을 포함한다.

[0108] 한편 도 10 에서 플렉서블 기판(720) 하부에 위치하는 유리 지지판(710)은 플렉서블 유기 발광 표시 장치를 형성하는 공정의 최종 단계에서 릴리즈 되기 때문에 플렉서블 유기 발광 표시 장치에 포함되는 구성은 아니나, 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위하여 편의상 도면에 추가하여 도시하기로 한다.

[0109] 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 도 5 의 구성과 도 7 의 구성을 결합한, 도 10 에 도시한 방법뿐만 아니라, 도 2, 5, 6 에서 선택되는 어느 하나의 구성과, 도 7 내지 9 에서 선택되는 어느 하나의 구성을 결합한 형태로 구현될 수 있다.

[0110] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 플렉서블 유기 발광 표시 장치는 도 2 의 봉지층(230)의 구성과 도 7 의 멀티 베퍼층(730)의 구성은 포함하여 구현될 수 있고, 도 2 의 봉지층(230)의 구성과 도 8 의 멀티 베퍼층(830)의 구성은 포함하여 구현될 수 있고, 도 2 의 봉지층(230)의 구성과 도 9 의 멀티 베퍼층(930)의 구성은 포함하여 구현될 수 있다.

[0111] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다.

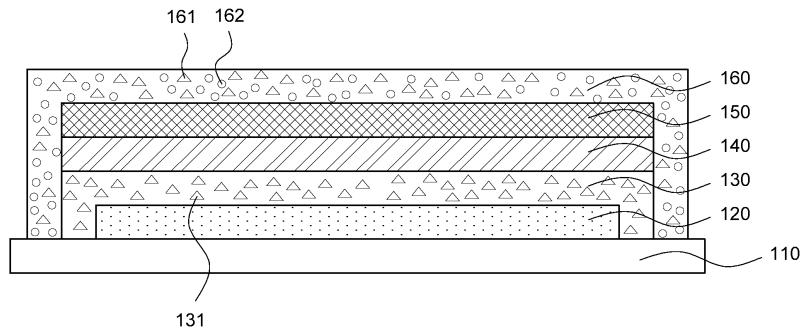
[0112] 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0113] 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

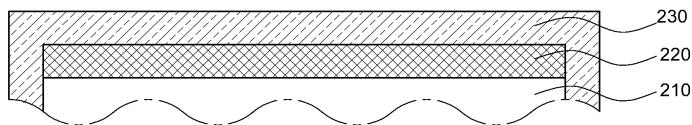
[0114] 본 발명의 보호 범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

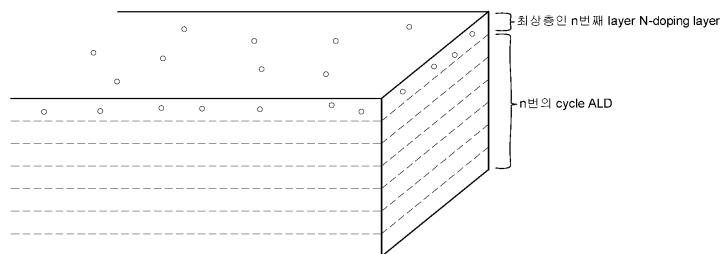
도면1



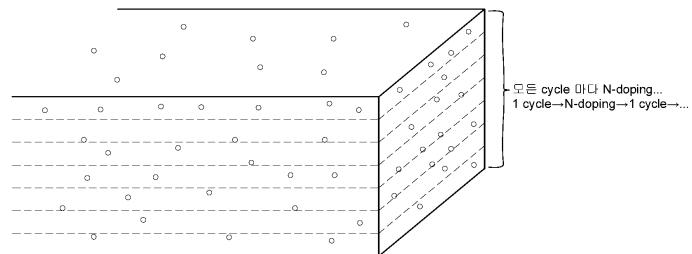
도면2



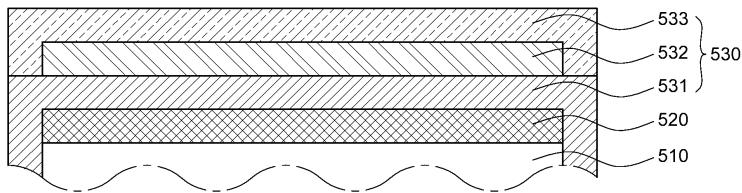
도면3



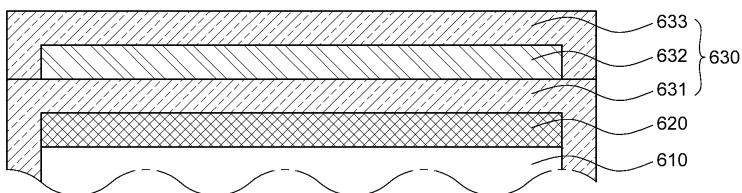
도면4



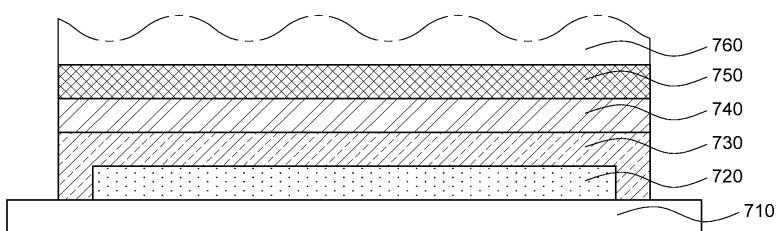
도면5



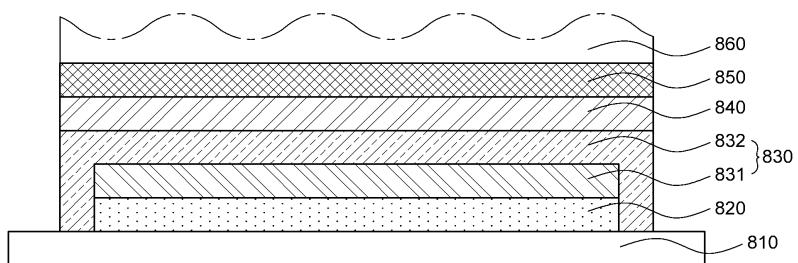
도면6



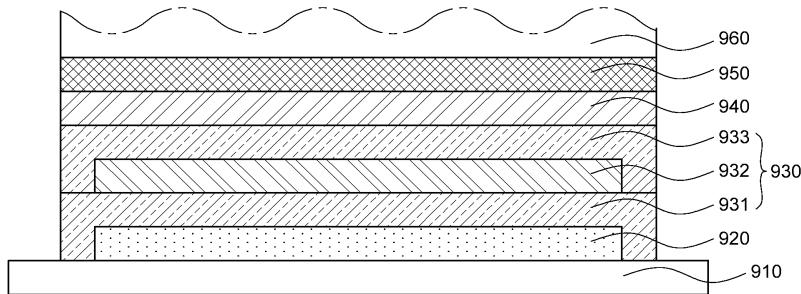
도면7



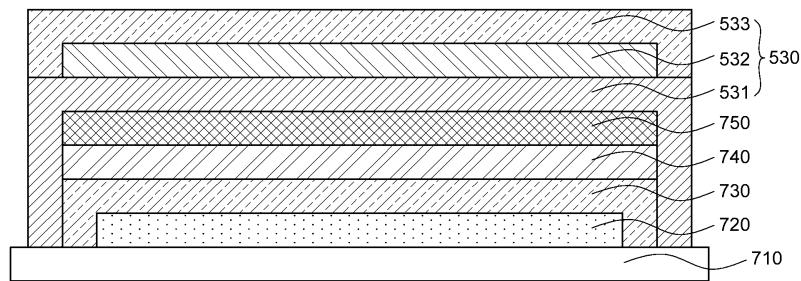
도면8



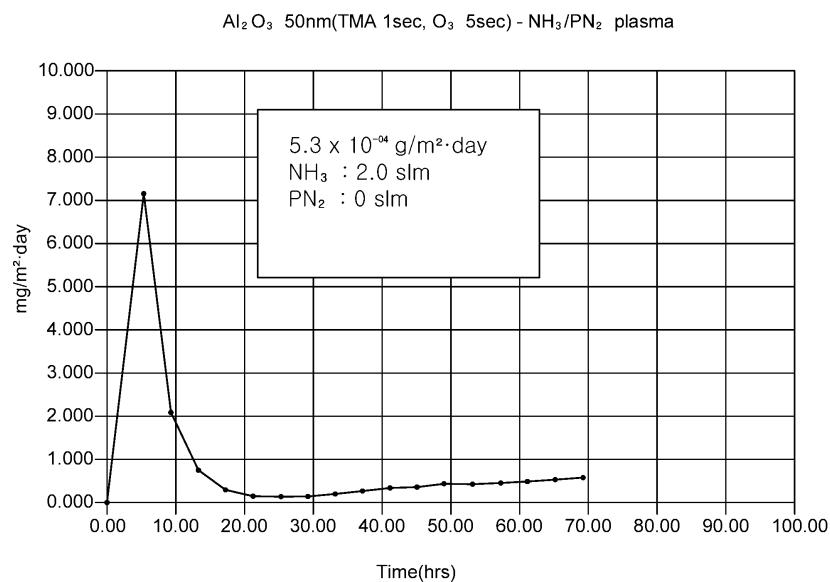
도면9



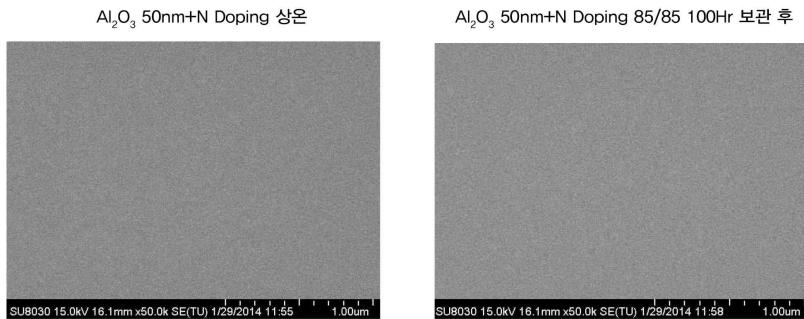
도면10



도면11



## 도면12



## 도면13

실험 조건	Al(wt%)	O(wt%)	H(wt%)	N(wt%)	RBS (atoms/cm <sup>2</sup> )	XRR (g/cm <sup>3</sup> )
비교예 1	30.63	57.44	11.93	-	$3.50 \times 10^{14}$	2.55
실시예 1	31.85	55.73	9.24	3.18	$1.90 \times 10^{18}$	2.68
실시예 2	30.86	55.56	8.95	4.63	$1.92 \times 10^{18}$	2.63

专利名称(译)	背景技术柔性有机发光显示器		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020150110062A</a>	公开(公告)日	2015-10-02
申请号	KR1020140033860	申请日	2014-03-24
[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	CHOI HYUN MIN 최현민 BAIK SEUNG MIN 백승민		
发明人	최현민 백승민		
IPC分类号	H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5237 H01L2251/5338		
代理人(译)	OH THE SEA		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

根据本发明实施方式的柔性有机发光显示装置包括：包含氧化铝的无机层，其具有更致密的层密度并且在包封层和多缓冲层中被氧化为最大Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>态，注入氮气。作为这样的柔性OLED显示器可以是柔性实用程序通过同时具有较薄的厚度，同时保持等效的阻隔性能比现有的，或同时具有改进的阻隔性能，同时相比于现有的生活具有相同厚度的改进的这提高。

