(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0022768
(43) 공개일자 2017년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) *H01L 51/56* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5253 (2013.01)
H01L 27/3274 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0118192
(22) 출원일자 2015년08월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
황주환
대구광역시 수성구 수성로 400 수성우방팔레스아파트 1712호
장철영
대구광역시 수성구 청호로 426(범어동, 대구범어삼성쉐르빌) 102동 203호
(74) 대리인
특허법인인벤투스

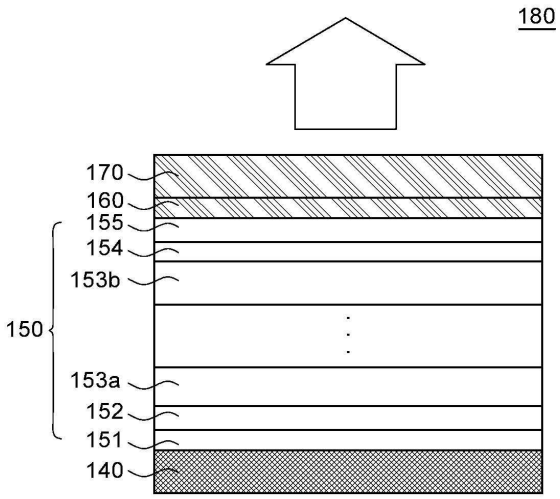
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법이 제공된다. 유기 발광 표시 장치는 애노드, 복수의 유기층 및 캐소드를 포함한다. 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층 상에 스퍼터링 공정으로 캐소드를 적층하는 동안, 스퍼터링 공정에 의한 타겟(target) 입자에 의해 복수의 유기층의 적어도 일부가 손상되는 것이 최소화되도록, 복수의 유기층 및 캐소드 사이에 위치하며, 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 포함하는 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층과 캐소드 사이에, 캐소드와 동일한 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 포함함으로써, 캐소드 형성 시 발생하는 복수의 유기층의 변성 및 손상을 억제할 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압이 상승하고, 수명 및 효율이 저하되는 문제가 해결될 수 있다.

대 표 도 - 도2a



(52) CPC특허분류
H01L 51/0008 (2013.01)
H01L 51/5203 (2013.01)
H01L 51/5237 (2013.01)
H01L 51/56 (2013.01)
H01L 2227/32 (2013.01)
H01L 2251/56 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

애노드, 상기 애노드 상의 복수의 유기층 및 상기 복수의 유기층 상의 캐소드를 포함하는 유기 발광 표시 장치에 있어서,

상기 복수의 유기층 상에 스퍼터링 공정으로 상기 캐소드를 적층하는 동안, 상기 스퍼터링 공정에 의한 타겟(target) 입자에 의해 상기 복수의 유기층의 적어도 일부가 손상되는 것이 최소화되도록, 상기 복수의 유기층 및 상기 캐소드 사이에 위치하며, 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide: TCO)로 이루어진 보호층을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 캐소드는 상기 보호층과 동일한 물질로 이루어지는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보호층은 상기 캐소드와 인접하는 표면이 산화되거나 질화된 계면층을 포함하고,

상기 계면층은 수분 또는 수소의 침투를 억제하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 계면층은 상기 보호층 및 상기 캐소드의 불연속적인 스퍼터링 공정에 의해, 상기 보호층의 표면이 산화되거나 질화되어 형성된 것인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 캐소드는,

복수의 전극층; 및

상기 복수의 전극층 사이에서 수분 또는 수소의 침투를 억제하는 전극 계면층을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 보호층은 상기 캐소드에서 생성된 전자를 상기 복수의 유기층으로 공급하거나, 전자를 생성하여 상기 복수의 유기층으로 공급하도록 구성되는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

기판;

상기 기판 상의 애노드;

상기 애노드 상의 복수의 유기층;

상기 복수의 유기층 상의 보호층; 및

상기 보호층 상의 적어도 하나의 전극층을 포함하는 캐소드를 포함하고,

상기 보호층 및 상기 전극층은 투명 도전성 산화물을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 보호층과 상기 전극층은 동일한 물질로 이루어지는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 보호층의 두께는 상기 전극층의 두께보다 얇은, 유기 발광 표시 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 보호층의 두께는 100 Å 내지 400 Å이고,

상기 전극층의 두께는 800 Å 내지 1400 Å인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 보호층은 상기 캐소드와 인접하는 표면이 산화되거나 질화되어, 상기 보호층을 이루는 물질의 산화물 또는 질화물로 이루어진 계면층을 포함하는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 계면층의 두께는 20 Å 내지 80 Å인, 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 복수의 유기층 중 발광층으로부터 발광된 빛은 상기 캐소드를 투과하여 방출되는, 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

기판 상에 애노드를 형성하는 단계;

상기 애노드 상에 복수의 유기층을 형성하는 단계;

상기 복수의 유기층 상에 제1 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 형성하는 단계; 및

상기 보호층 상에 제2 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 이루어진 캐소드를 형성하는 단계를 포함하는, 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 보호층의 표면이 산화되거나 질화되어 계면층이 형성되도록 상기 보호층을 형성하는 단계와 상기 캐소드를 형성하는 단계는 불연속적으로 수행되는, 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제1 스퍼터링 공정 및 상기 제2 스퍼터링 공정은 고정 스퍼터링(fixed sputtering) 방식으로 수행되고,

상기 제1 스퍼터링 공정은 상기 제2 스퍼터링 공정보다 짧은 시간 동안 수행되는, 유기 발광 장치의 제조 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 제1 스퍼터링 공정 및 상기 제2 스퍼터링 공정은 스캔 스퍼터링(scan sputtering) 방식으로 수행되고,

상기 제1 스퍼터링 공정은 상기 제2 스퍼터링 공정보다 빠른 스캔 속도로 수행되는, 유기 발광 장치의 제조 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정은 3kW 내지 5kW의 전력으로 수행되는, 유기 발광 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 스퍼터링 공정을 이용하여 캐소드를 형성할 때 발생하는 유기층의 손상을 최소화하여, 수명과 효율이 향상되고, 양산성이 향상된 유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유기 발광 표시 장치(organic light emitting display device)는 자체 발광형 표시 장치로서, 액정 표시 장치(liquid crystal display device)와는 달리 별도의 광원이 필요하지 않아 경량 박형으로 제조 가능하다. 또한, 유기 발광 표시 장치는 저전압 구동에 따라 소비 전력 측면에서 유리할 뿐만 아니라, 응답 속도, 시야각 및 명암 대비비(contrast ratio; CR)도 우수하여, 차세대 디스플레이로서 연구되고 있다.

[0003] 탑 에미션(top-emission) 방식의 유기 발광 표시 장치의 경우, 유기 발광층에서 발광된 빛을 상부로 방출시키기 위해, 은(Ag), 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo) 또는 은(Ag)과 마그네슘(Mg)의 합금 등과 같은 금속 물질을 매우 얇은 금속층으로 형성하여 캐소드로 사용할 수 있다. 그러나, 금속층의 경우, 투과율이 낮다는 문제점이 있다. 또한, 금속층의 투과율을 향상시키기 위해 금속층의 두께를 얇게 형성하게 되면, 캐소드의 전기적 저항이 증가되는 문제점이 있었다.

[0004] 이에 대응하여, 충분한 투과율을 확보할 수 있는 캐소드로서, 인듐 주석 산화물(ITO), 인듐 아연 산화물(IZO), 인듐 주석 아연 산화물(ITZO), 아연 산화물(Zinc Oxide, ZnO) 및 주석 산화물(Tin Oxide, TiO) 등과 같은 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide: TCO)을 사용하는 것에 대한 연구가 계속되고 있다. 이러한 투명 도전성 산화물은 물리기상증착법(Physical Vapor Deposition, PVD)에 속하는 스퍼터링 방식에 의해서만 증착이 가능하다.

[0005] 그러나, 이온화된 타겟(target) 입자가 증착 표면을 때리는 식으로 캐소드의 증착이 진행되는 스퍼터링 방식은, 이미 증착되어 있던 발광층을 비롯한 유기층을 변성 또는 손상시키는 문제점이 있다. 특히, 제품의 양산성을 향상시키는 방안으로서 증착 속도를 높이기 위해서는, 스퍼터링 공정 시 높은 전력(Power)이 인가되어야만 한다. 높은 전력, 즉, 빠른 증착 속도에서는 플라즈마 내 타겟 입자의 물리적인 충돌이 더욱 강해져, 유기층에 큰 손상을 주게 된다. 보다 구체적으로, 높은 전력의 플라즈마 공정에 의해 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL) 또는 전자 주입층(Electron Injection Layer; EIL)에 손상이 생기는 경우, 전자가 원활하게 발광층으로 이동하기 어렵게 되어, 발광층 이외의 유기층에서 엑시톤이 형성될 수 있다. 또한, 발광층에 손상이 생기는 경우, 발광 효율이 크게 저하될 수 있다.

[0006] 결국, 유기층의 기능을 저하시키고, 유기 발광 표시 장치의 구동전압을 높이게 되어, 유기 발광 표시 장치의 수명과 효율이 저하되는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 앞서 언급한, 스퍼터링 방식에 의한 유기층의 손상 문제를 개선하기 위하여, 유기층 상에 금속 박막과 같은 버퍼층이 도입될 수 있다. 그러나, 금속 박막과 같은 버퍼층은 금속 고유의 빛을 반사하는 성질에 의해 마이크로 캐비티(Micro-cavity) 현상을 발생시킨다. 이로 인해, 특정 파장대의 빛은 보강 간섭이 일어나고 나머지 보강 간섭 조건에 맞지 않는 파장대의 빛은 상쇄 간섭이 일어난다. 이에 따라, 발광층에서 발생한 빛의 특정 파장대의 강도가 높아지기는 하나, 발광층에서 발생한 빛의 발광 스펙트럼의 파장 영역이 좁아지게 되어, 백색 색좌표가 틀어지고 전체적인 백색 소자 효율이 감소되는 문제가 발생한다. 또한, 유기층과 캐소드 사이에 별도의 층이 형성됨으로써, 유기 발광 표시 장치의 두께가 증가하고 광학 특성이 저하되는 단점도 있다.

[0008] 이에, 본 발명의 발명자들은, 높은 전력으로 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 캐소드를 증착시키는 경우 발생하는 유기층의 손상을 최소화할 수 있는 방법에 대해 다양한 연구를 진행하였다. 본 발명의 발명자들은, 별도의 금속 박막을 도입하지 않고, 캐소드와 동일한 물질로 이루어지고 캐소드로서 기능할 수도 있는 보호층을 갖는 새로운 구조의 유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법을 발명하였다.

[0009] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 투명 도전성 산화물로 이루어지는 캐소드와 유기층 사이에 배치되는, 투명 도전성 산화물로 이루어지는 보호층을 구성함으로써, 스퍼터링 공정에 의해 필연적으로 발생할 수 있는 유기층의 변성 및 손상을 억제할 수 있는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 수명 및 효율이 개선된 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 과제는 높은 전력으로 스퍼터링 공정을 진행하여도 유기층의 손상이 최소화되어 양산성이 향상된 유기 발광 표시 장치 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 애노드, 복수의 유기층 및 캐소드를 포함한다. 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층 상에 스퍼터링 공정으로 캐소드를 적층하는 동안, 스퍼터링 공정에 의한 타겟(target) 입자에 의해 복수의 유기층의 적어도 일부가 손상되는 것이 최소화되도록, 복수의 유기층 및 캐소드 사이에 위치하며, 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층과 캐소드 사이에, 캐소드와 같은 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 형성함으로써, 캐소드 형성 시 발생하는 유기층의 변성 및 손상을 억제할 수 있다. 이에 따라, 유기 발광 표시 장치의 구동 전압이 상승하고, 수명 및 효율이 저하되는 문제가 개선될 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 캐소드는 보호층과 동일한 물질로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면 상기 보호층은 캐소드와 인접하는 표면이 산화되거나 질화된 계면층을 포함하고, 계면층은 수분 또는 수소의 침투를 억제하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 계면층은 보호층 및 캐소드의 불연속적인 스퍼터링 공정에 의해, 보호층의 표면이 산화되거나 질화되어 형성된 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 캐소드는 복수의 전극층 및 복수의 전극층 사이에서 수분 또는 수소의 침투를 억제하는 전극 계면층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 보호층은 캐소드에 생성된 전자를 복수의 유기층으로 공급하거나, 전자를 생성하여 복수의 유기층으로 공급하도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 기판, 기판 상의 애노드, 애노드 상의 복수의 유기층, 복수의 유기층 상의 보호층 및 보호층 상의 적어도 하나의 전극층을 포함하는 캐소드를 포함한다. 보호층 및 전극층은 투명 도전성 산화물을 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 캐소드 증착을 위한 스퍼터링 공정 시 발광층 또는 전자 수송층과 같

은 유기층에 발생하는 변성 및 손상을 억제할 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 보호층과 전극층은 동일한 물질로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 보호층의 두께는 전극층의 두께보다 얇은 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 보호층의 두께는 100 Å 내지 400 Å이고, 전극층의 두께는 800 Å 내지 1400 Å인 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 보호층은 캐소드와 인접하는 표면이 산화되거나 질화되어, 보호층을 이루는 물질의 산화물 또는 질화물로 이루어진 계면층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 계면층의 두께는 20 Å 내지 80 Å인 것을 특징으로 한다.

[0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 복수의 유기층 중 발광층으로부터 발광된 빛은 캐소드를 투과하여 방출되는 것을 특징으로 한다.

[0026] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 기판 상에 애노드를 형성하는 단계, 애노드 상에 유기층을 형성하는 단계, 복수의 유기층 상에 제1 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 형성하는 단계 및 보호층 상에 제2 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 이루어진 캐소드를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 투명 도전성 산화물로 이루어지는 보호층 및 캐소드를 순차적인 스퍼터링 공정을 통해 적층되는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 캐소드 적층 과정에서 높은 전력으로 수행되는 스퍼터링 공정에 의해 유기층이 변질되거나 손상되는 현상을 최소화시킬 수 있어, 유기 발광 표시 장치의 불량이 감소될 수 있다. 이에, 유기 발광 표시 장치의 생산 수율이 향상될 수 있다.

[0027] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 보호층의 표면이 산화되거나 질화되어 계면층이 형성되도록 보호층을 형성하는 단계와 캐소드를 형성하는 단계는 불연속적으로 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정은 고정 스퍼터링(fixed sputtering) 방식으로 수행되고, 제1 스퍼터링 공정은 제2 스퍼터링 공정보다 짧은 시간 동안 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정은 스캔 스퍼터링(scan sputtering) 방식으로 수행되고, 제1 스퍼터링 공정은 제2 스퍼터링 공정보다 빠른 스캔 속도로 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정은 3kW 내지 5kW의 전력으로 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0031] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0032] 본 발명은 투명 도전성 산화물을 포함하는 보호층을 복수의 유기층과 캐소드 사이에 배치시킴으로써, 캐소드 증착 시 복수의 유기층에 손상이 발생하는 문제를 개선할 수 있는 효과가 있다.

[0033] 이에 따라, 본 발명은 수명 및 효율이 향상된 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0034] 또한, 보호층이 유기층과 캐소드 사이에 배치됨으로써, 캐소드를 형성하기 위해 높은 전압으로 스퍼터링 공정을 수행할 수 있고, 이로 인해 양산성이 향상될 수 있다.

[0035] 또한, 본 발명의 보호층은 캐소드와 동일한 물질을 사용하므로, 보호층을 형성하기 위한 별도의 재료나 별도의 공정 없이, 캐소드 형성 시 간편하게 보호층을 형성할 수 있어, 생산 수율 저하 및 제조 비용 상승 문제가 개선되는 효과가 있다.

[0036] 본 발명은 보호층과 캐소드 사이에 계면층을 형성함으로써, 외부로부터의 수분 및 수소 등의 침투로부터 유기층을 보호할 수 있어, 유기 발광 표시 장치의 수명을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0037] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다.

도 2a 내지 2c는 도 1의 유기 발광 소자의 다양한 실시예들을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법으로서, 스캔 스퍼터링 방식을 이용한 제조 방법을 설명하기 위한 개략도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 황녹색 발광에 대한 수명을 나타내는 도면이다.

도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 청색 발광에 대한 수명을 나타내는 도면이다

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 파장에 따른 발광 효율을 나타내는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 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.

[0040] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 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.

[0041] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0042] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.

[0043] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.

[0044] 비록 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.

[0045] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0046] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.

[0047] 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.

[0048] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.

[0049] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다. 도 2a는 도 1의 유기 발광 소자를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다. 도 1 및 도 2a를 참조하면, 유기 발광 표시 장치(100)는 기판(110), 박막 트랜지스터(120), 애노드(140), 복수의 유기층(150), 보호층(160) 및 캐소드(170)를 포함한다. 애노드(140), 복수의 유기층(150), 보호층(160) 및 캐소드(170)는 유기 발광 소자(180)를 구성한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)는 발광층(153a, 153b)에서 발광된 빛이 캐소드(170)를 투과하여 상면 방향으로 방출되는 탑 에미션(top emission) 방식의 유기 발광 표시 장치이다.

[0050] 기판(110)은 유기 발광 표시 장치(100)의 다양한 구성요소들을 지지하기 위하여 절연 물질로 형성된다. 예를 들어, 기판(110)은 유리 또는 플라스틱과 같은 플렉서빌리티(flexibility)를 갖는 물질로 이루어질 수 있다. 기판(110) 상에 기판(110) 외부로부터의 수분(H_2O) 및 수소(H_2) 등의 침투로부터 유기 발광 표시 장치(100)의 다양한 구성요소들을 보호하기 위한 버퍼층(131)이 형성된다. 다만, 버퍼층(131)은 유기 발광 표시 장치(100)의 구성에 따라 생략될 수도 있다.

[0051] 버퍼층(131) 상에 게이트 전극(121), 액티브층(122), 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)을 포함하는 박막 트랜지스터(120)가 형성된다. 구체적으로, 기판(110) 상에 액티브층(122)이 형성되고, 액티브층(122) 상에 액티브층(122)과 게이트 전극(121)을 절연시키기 위한 게이트 절연층(132)이 형성된다. 게이트 전극(121)과 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)을 절연시키기 위한 층간 절연층(133)이 형성되고, 층간 절연층(133) 상에 액티브층(122)과 각각 접하는 소스 전극(123) 및 드레인 전극(124)이 형성된다. 본 명세서에서는 설명의 편의를 위해 유기 발광 표시 장치(100)에 포함될 수 있는 다양한 박막 트랜지스터 중 구동 박막 트랜지스터만을 도시하였으나, 스위칭 박막 트랜지스터, 커패시터 등도 유기 발광 소자(180)를 구동하기 위해 유기 발광 표시 장치(100)에 포함될 수 있다. 또한, 본 명세서에서는 박막 트랜지스터(120)가 코플래너(coplanar) 구조인 것으로 설명하나, 스태거드(staggered) 구조의 박막 트랜지스터도 사용될 수 있다.

[0052] 박막 트랜지스터(120) 상에 오버 코팅층(134)이 형성된다. 오버 코팅층(134)은 기판(110) 상부를 평탄화하는 평탄화층으로서 기능한다. 오버 코팅층(134)은 박막 트랜지스터(120)와 유기 발광 소자(200)의 애노드(140)를 전기적으로 연결하기 위한 컨택홀을 포함한다.

[0053] 도 2a를 참조하면, 유기 발광 표시 장치(100)의 유기 발광 소자(180)는 애노드(140), 복수의 유기층(150), 보호층(160) 및 캐소드(170)를 포함한다.

[0054] 애노드(140)는 오버 코팅층(134) 상에 배치된다. 애노드(140)는 복수의 유기층(150) 중 발광층(153a, 153b)으로 정공을 공급하도록 구성된다. 애노드(140)는 화소 별로 이격되어 배치된다.

[0055] 애노드(140)는 투명 도전층 및 반사층을 포함한다. 반사층은 오버 코팅층(134) 상에 배치되며, 발광층(153a, 153b)에서 발광되는 광을 유기 발광 표시 장치(100) 상부로 반사하기 위한 것으로서, 반사율이 우수한 도전층으로 형성된다. 반사층은 은(Ag) 또는 은을 포함하는 합금일 수 있으며, 예를 들어, 은 또는 APC(Ag/Pd/Cu)일 수 있다. 반사층은 오버 코팅층(134)의 컨택홀을 통해 박막 트랜지스터(120)와 전기적으로 연결되고, 예를 들어, 박막 트랜지스터(120)의 소스 전극(123)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0056] 반사층 상에 투명 도전층이 형성된다. 투명 도전층은 발광층(153a, 153b)에 정공을 공급하기 위한 층으로, 도전성 물질로 형성된다. 투명 도전층은 투명 도전성 산화물로 형성되고, 예를 들어, 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(Indium Zin Oxide, IZO) 등과 같은 물질로 형성될 수 있다.

[0057] 애노드(140) 상에 복수의 유기층(150)이 배치된다. 여기서 복수의 유기층(150)은 유기 발광 스택을 구성하는 유기층들을 지칭한다. 복수의 유기층(150)에는 필요에 따라 다양한 유기층들이 포함되나, 빛을 발광하기 위한 발광층(153a, 153b)은 필수적으로 포함되어야 한다.

[0058] 복수의 유기층(150)은 애노드(140) 상에 배치된 정공 주입층 (Hole Injection Layer; HIL)(151), 정공 주입층(151) 상에 배치된 정공 수송층 (Hole Transport Layer; HTL)(152) 및 정공 수송층(152) 상에 배치된 제1 발광층(Emitting Layer; EML)(153a)을 포함하고, 제1 발광층(153a) 상에 제2 발광층(153b), 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL)(154) 및 전자 주입층(Electron Injection Layer; EIL)(155)을 포함한다. 도 1 및 도 2a에서는 유기 발광 소자(180)가 백색 광을 발광하도록 구성된 백색 유기 발광 소자인 것으로 설명한다.

[0059] 한편, 도 2a에서는 복수의 유기층(150)이 2개의 발광층(153a, 153b)을 포함하는 것으로 도시되었으나, 유기 발광 소자(180)의 설계에 따라, 1개의 발광층을 구비할 수 있고, 3개 이상의 발광층을 구비할 수도 있다. 또한, 유기 발광 소자(180)의 설계에 따라 복수의 유기층(150)에는 도 2a에 도시된 유기층들 이외의 다른 유기층들도 포함될 수도 있고, 도 2a에 도시된 복수의 유기층(150) 중 일부가 생략될 수도 있다.

[0060] 정공 주입층(151)은 애노드(140) 상에 배치되며, 애노드(140)로부터 제1 발광층(153a)으로 정공의 주입을 원활하게 하는 유기층이다. 정공 주입층(151)은, 예를 들어, HATCN(dipyrazino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10.11-hexacarbonitrile), CuPc(phthalocyanine), 및 NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-

bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 정공 수송층(152)은 정공 주입층(151) 상에 배치되며, 정공 주입층(151)으로부터 제1 발광층(153a)으로 원할하게 정공을 전달하는 유기층이다. 정공 수송층(152)은, 예를 들어, NPD(N,N'-bis(naphthalene-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), s-TAD(2,2',7,7'-tetrakis(N,N-dimethylamino)-9,9-spirofluorene) 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0062] 제1 발광층(153a)은 정공 수송층(152) 상에 배치된다. 제1 발광층(153a)은 특정 색의 광을 발광할 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 발광층(153a)은 적색 광, 녹색 광, 청색 광 또는 황녹색 광을 발광할 수 있는 발광 물질을 포함할 수 있다. 그러나, 이에 제한되지 않고 다른 색의 광을 발광할 수 있는 발광 물질을 포함할 수도 있다.

[0063] 백색 광을 발광하기 위하여, 제1 발광층(153a) 상에 제2 발광층(153b)이 배치된다. 제1 발광층(153a)과 마찬가지로 제2 발광층(153b)은 적색 광, 녹색 광, 청색 광 또는 황녹색 광을 발광할 수 있는 발광 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 발광층(153a)은 청색 광을 발광하고, 제2 발광층(153b)의 황녹색 광을 발광할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0064] 도 2a에 도시하지는 않았으나, 유기 발광 소자(180)가 복수의 발광층(153a, 153b)을 포함하는 경우, 발광층 사이, 즉, 제1 발광층(153a) 및 제2 발광층(153b) 사이에, 제1 발광층(153a) 및 제2 발광층(153b)의 전하 균형을 조절하기 위한 전하 생성층(Charge Generation Layer; CGL)이 배치될 수 있다. 전하 생성층은 제1 발광층(153a)으로 전자를 주입하기 위한 N형 전하 생성층(N-CGL) 및 제2 발광층(153b)으로 정공을 주입하기 위한 P형 전하 생성층(P-CGL)을 포함할 수 있다.

[0065] 전자 수송층(154)은 제2 발광층(153b) 상에 배치되며, 전자 주입층(155)으로부터 제2 발광층(153b)으로 전자를 전달하는 유기층이다. 전자 수송층(154)의 두께는 전자 수송 특성을 고려하여 조절될 수 있다. 전자 수송층(154)은, 예를 들어, Liq(8-hydroxyquinolinolato-lithium), PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4oxadiazole), TAZ(3-(4-biphenyl)4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), spiro-PBD 및 BAlq(bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0066] 전자 주입층(155)은 전자 수송층(154) 상에 배치되며, 캐소드(170)로부터 제2 발광층(153b)으로의 전자의 주입을 원활하게 하는 유기층이다. 전자 주입층(155)은 PBD(2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4oxadiazole), TAZ(3-(4-biphenyl)4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), spiro-PBD및 BAlq(bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0067] 보호층(160)은 복수의 유기층(150) 상에 배치된다. 구체적으로, 보호층(160)은 복수의 유기층(150)의 최상위 유기층과 접촉되며, 예를 들어, 도 2a에 도시된 바와 같이 전자 주입층(155) 상에 배치된다. 복수의 유기층(150) 상에 스퍼터링 공정을 이용하여 캐소드(170)를 증착하는 경우, 보호층(160)은 스퍼터링 공정에 의한 타겟 입자에 의해 복수의 유기층(150)의 적어도 일부가 손상되는 것을 최소화한다.

[0068] 캐소드(170)는 보호층(160) 상에 배치된다. 캐소드(170)는 탑 에미션 방식의 유기 발광 표시 장치(100)에서, 발광층(153a, 153b)에서 발생한 빛이 출사하는 방향에 위치하는 전극이므로, 가시광선 영역대의 빛의 투과율이 우수한 물질로 이루어진다. 캐소드(170)는 투명 도전성 산화물로 이루어질 수 있고, 예를 들어, 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(Indium Zin Oxide, IZO), 인듐 주석 아연 산화물(Indium Tin Zinc Oxide, ITZO), 아연 산화물(Zinc Oxide, ZnO) 및 주석 산화물(Tin Oxide, TiO) 계열의 물질로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0069] 캐소드(170)의 두께는 800 Å 내지 1500 Å이다. 캐소드(170)의 두께가 800 Å 미만인 경우, 도전성이 불충분하고, 1500 Å를 초과하는 경우, 유기 발광 소자(180)의 투과율이 저하되기 때문이다.

[0070] 보다 구체적으로, ITO, IZO, ITZO, ZnO 및 TiO 등과 같은 투명 도전성 물질을 사용하여 캐소드(170)를 형성하기 위해서, 스퍼터링 방식이 사용된다. 그러나, 유기 발광 소자(180)의 구조상, 최종적으로 증착되는 캐소드(170)를 스퍼터링 공정으로 배치하면, 이미 증착된 발광층(153a, 153b), 전자 수송층(154) 또는 전자 주입층(155) 등

과 같은 유기층(150)이 스퍼터링 공정 시 발생하는 타겟 입자에 의해 손상될 수 있다. 발광층(153a, 153b)이 손상되면 발광층(153a, 153b)이 정상적으로 발광하지 않을 수 있다. 또한, 전자 수송층(154) 또는 전자 주입층(155)이 손상되면, 전자가 발광층(153a, 153b)으로 원활하게 이동할 수 없어 발광층(153a, 153b) 이외의 유기층에서 엑시톤을 형성하게 되어 유기 발광 소자(180)의 구동 전압이 증가된다. 따라서, 유기층(150)의 손상을 막기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)는 캐소드(170)를 증착하기 전에 유기층(150) 상에 배치되는 보호층(160)을 포함할 수 있다.

[0071] 보호층(160)은, 예를 들어, ITO, IZO, ITZO, ZnO 및 TiO 등과 같은 투명 도전성 산화물(TCO)로 이루어진다. 특히, 보호층(160)은 캐소드(170)를 구성하는 투명 도전성 산화물과 동일한 물질로 이루어진다. 예를 들어, 캐소드(170)가 ITO로 이루어지면 보호층(160) 또한 ITO로 이루어지고, 캐소드(170)가 IZO로 이루어지면 보호층(160) 또한 IZO로 이루어질 수 있다.

[0072] 상술한 바와 같이, 스퍼터링 공정을 이용하여 복수의 유기층(150) 상에 캐소드(170)를 증착할 때 발생하는 유기층(150)의 손상을 억제하기 위해 유기층(150)과 캐소드(170) 사이에 금속 박막을 형성하는 경우, 금속 고유의 성질에 의하여 유기 발광 표시 장치(100)의 효율이 감소되는 문제점이 있었다. 구체적으로, 금속 박막을 사용하는 경우, 투과성이 떨어지고, 발광층에서 발생한 빛의 발광 스펙트럼의 파장 영역이 좁아지게 되어 광학 특성이 저하된다. 그러나, 투명 도전성 산화물로 이루어지는 보호층(160)은 투과성이 충분히 확보되고, 금속 박막과 같이 빛을 왜곡하거나 반사시키지 않으므로 소자의 광학 특성을 저하시키지 않는다. 따라서, 상술한 문제점이 해결될 수 있다.

[0073] 또한, 캐소드(170)를 이루는 투명 도전성 산화물과 동일한 물질을 이용하여, 얇은 보호층(160)을 형성하는 경우, 캐소드(170) 증착 공정과 동일한 공정을 통해 보호층(160)과 캐소드(170)를 순차적으로 배치시킬 수 있어, 양산성이 향상될 수 있는 이점이 있다. 또한, 보호층(160)을 투명 도전성 산화물로 구성하는 경우, 보호층(160)은 캐소드(170)에서 발생한 전자를 발광층(153a, 153b)으로 공급할 뿐만 아니라, 보호층(160) 스스로 전자를 생성시킬 수 있으므로, 보호층(160)이 캐소드(170)의 기능 또한 수행할 수 있다.

[0074] 보호층(160)의 두께는 캐소드(170)의 두께보다 얇은 것이 바람직하다. 보다 구체적으로, 보호층(160)의 두께는 100 Å 내지 400 Å이고, 바람직하게는 150 Å 내지 300 Å일 수 있다. 보호층(160)의 두께가 100 Å 미만인 경우, 캐소드(170) 증착 시 유기층을 충분히 보호하기 어려우며, 보호층(160)의 두께가 400 Å을 초과하는 경우, 유기 발광 소자(180)의 투과율 및 제품의 양산성이 저하된다는 문제점이 있기 때문이다. 특히, 제품의 양산성을 향상시키기 위하여 3kW 이상의 높은 전력으로 스퍼터링을 수행하여 보호층(160)과 캐소드(170)를 순차적으로 적층하는 경우, 400 Å를 초과하는 보호층을 증착시키는 공정에서 오히려, 보호층(160)의 증착으로 인하여 복수의 유기층(150)이 손상되는 문제점이 발생하게 된다.

[0075] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치(100)는 복수의 유기층(150) 상에 스퍼터링 공정으로 캐소드(170)를 적층하는 동안, 스퍼터링 공정에 의한 타겟 입자에 의해 복수의 유기층(150)의 적어도 일부가 손상되는 것이 최소화되도록 구성된 보호층(160)을 포함한다. 이로 인해, 캐소드(170)를 적층하기 위해 높은 전력으로 스퍼터링을 진행하더라도 복수의 유기층(150)의 손상을 억제할 수 있다. 따라서, 유기 발광 표시 장치(100)의 수명 및 발광 효율이 향상될 수 있다. 뿐만 아니라, 캐소드(170)에 사용되는 물질과 동일한 물질을 사용함으로써, 캐소드(170)의 기능도 수행할 수 있다.

[0076] 도 2b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다. 도 2b에 도시된 유기 발광 소자(280)는 애노드(140), 복수의 유기층(150), 비계면층(261) 및 계면층(262)을 포함하는 보호층(260) 및 캐소드(170)로 구성되며, 계면층(262)을 제외하고는 도 2a에 도시된 유기 발광 소자(180)와 동일하므로, 이에 대한 중복 설명은 생략하기로 한다.

[0077] 도 2b를 참조하면, 보호층(260)은 비계면층(261) 및 계면층(262)을 포함한다.

[0078] 계면층(262)은 캐소드(170)와 인접하는 보호층(260)의 표면이 산화되거나 질화되어 형성된 층으로, 비계면층(261) 상에 형성된다. 즉, 계면층(262)은 보호층(260)의 표면에 존재하는 투명 도전성 산화물이 산화되거나 질화되어 형성된 일정 두께를 갖는 층으로서, 계면층(262)은 투명 도전성 산화물의 산화물 또는 질화물 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[0079] 계면층(262)은 캐소드(170)와 인접하는 보호층(260) 표면에 고르게 막 형태로 형성될 수도 있고, 불규칙적으로 고르지 않게 형성될 수도 있다. 보다 구체적으로, 보호층(260)과 캐소드(170)는 스퍼터링 공정에 의해 투명 도전성 산화물이 적층되어 형성되며, 이때, 보호층(260)을 형성시키는 스퍼터링 공정과 캐소드(170)를 형성시키는

스퍼터링 공정이 불연속적으로 수행됨으로써, 계면층(262)이 형성된다. 즉, 스퍼터링 공정에 의해 보호층(260)이 형성된 이후, 보호층(260)의 표면이 스퍼터링 장치 내부에 잔존하는 산소 및 질소에 의하여 산화되거나 질화되어, 비계면층(261)의 투명 도전성 산화물과 화학적으로 상이한 계면층(262)이 형성되고, 비계면층(261)을 이루는 물질과 상이한 크기를 가지는 결정립계(grain boundary)를 형성하게 된다. 이때, 계면층(262)의 두께는 20 Å 내지 80 Å일 수 있다.

[0080] 계면층(262)은 캐소드(170)에 인접하도록 배치된다. 계면층(262)은 수분 및 수소의 이동을 방해한다. 수분은 유기 발광 소자(280)을 구성하는 각종 유기층의 수명을 저하시키고, 수소는 유기 발광 소자(280)의 구동 전압을 상승시킨다. 이때, 계면층(262)은 외부로부터 복수의 유기층(150)으로 수분 또는 수소가 투과되는 것을 억제하는 필터와 같은 기능을 하며, 이로 인해, 시간이 경과함에 따른 유기 발광 소자(280)의 성능 저하가 억제되고 수명이 향상될 수 있다.

[0081] 한편, 비계면층(261)은 보호층(260)에 있어서 상술한 계면층(262)를 제외한 나머지 영역을 의미하며, 복수의 유기층(150) 및 계면층(262) 사이에 위치한다. 구체적인 내용은 도 2a에서 설명한 보호층(160)과 동일하므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0082] 도 2c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유기 발광 소자를 설명하기 위한 개략적인 단면도이다. 도 2c에 도시된 유기 발광 소자(380)는 애노드(140), 복수의 유기층(150), 비계면층(261)과 계면층(262)을 포함하는 보호층(260) 및 캐소드(370)로 구성되며, 이때, 캐소드(370)는 복수의 전극층(371, 373) 및 각각의 전극층(371, 373) 사이에 배치되는 전극 계면층(372)을 포함한다. 복수의 층으로 이루어진 캐소드(370)를 제외하고는 도 2b에 도시된 유기 발광 소자(280)와 동일하므로, 이에 대한 중복 설명은 생략하기로 한다.

[0083] 도 2c를 참조하면, 캐소드(370)는 제1 전극층(371), 전극 계면층(372) 및 제2 전극층(373)을 포함한다.

[0084] 제1 전극층(371)은 보호층(260) 상에 배치된다. 제1 전극층(371)은 전자를 제공한다. 상술한 바와 마찬가지로, 제1 전극층(371)은 ITO, IZO, ITZO, ZnO 및 TiO와 같은 투명 도전성 산화물로 이루어진다.

[0085] 제1 전극층(371)은 스퍼터링 공정에 의해 투명 도전성 산화물이 적층되어 배치된다. 제1 전극층(371)의 두께는 800 Å 내지 1400 Å인 것이 바람직하고, 900 Å 내지 1200 Å인 것이 더욱 바람직하다. 제1 전극층(371)의 두께가 800 Å 미만인 경우, 도전성이 불충분하고, 1400 Å을 초과하는 경우, 유기 발광 소자(380)의 두께가 늘어나 양산성이 떨어지기 때문이다.

[0086] 제2 전극층(373)은 제1 전극층(371) 상에 배치된다. 제2 전극층(373)은 스퍼터링 공정에 의해 제1 전극층(371)이 적층된 후, 제1 전극층(371) 상부에 재차 스퍼터링 공정을 수행함으로써 적층된다. 제2 전극층(373)은, 제1 전극층(371)과 동일한 물질로 이루어질 수 있다.

[0087] 제2 전극층(373)은 제1 전극층(371)과 같이 투명 도전성 산화물로 이루어지므로, 전자를 발광층(153a, 153b)으로 제공할 수 있으며, 두께를 선택적으로 조절하여, 외부로부터의 수분과 수소로부터 복수의 유기층(150)을 보호할 수 있다.

[0088] 제2 전극층(373)의 두께는 필요에 따라 선택적으로 조절 가능하나, 제1 전극층(371)의 두께와 제2 전극층 (373)의 두께의 합이 상술한 바와 같이 전체 캐소드(370)의 두께인 800 Å 내지 1500 Å인 것을 만족할 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다. 따라서, 제2 전극층(373)의 두께는 제1 전극층(371)의 두께보다 얇은 것이 바람직하다. 제2 전극층(373)의 두께가 제1 전극층(371)의 두께 보다 두꺼울 경우, 전체 캐소드(370)의 두께가 과도하게 두꺼워져, 유기 발광 소자(380)의 투과율이 저하되고 유기 발광 표시 장치(100)의 양산성이 떨어지기 때문이다.

[0089] 도 2c를 참조하면, 제1 전극층(371) 및 제2 전극층(373) 사이에는 전극 계면층(372)이 배치된다. 전극 계면층(372)은 제1 전극층(371)의 표면이 산화되거나 질화되어 형성된 층이다. 전극 계면층(372)은 도 2b에서 설명한 계면층(262)과 실질적으로 동일한 특징을 가지는 층이다. 즉, 전극 계면층(372)은 스퍼터링 공정을 이용하여 제1 전극층(371) 및 제2 전극층(373)을 적층하는 경우, 불연속적인 스퍼터링 공정에 의해 제1 전극층(371)의 표면이 산화되거나 질화됨으로써 형성된다. 이때, 전극 계면층(372)의 두께는 20 Å 내지 80 Å일 수 있다.

[0090] 또한, 전극 계면층(372)은 계면층(262)과 마찬가지로, 외부로부터 복수의 유기층(150)으로 수분 및 수소가 투과되는 것을 억제한다. 즉, 캐소드(370)를 복수의 전극층으로 이루어진 구조로 형성함으로써, 복수의 전극층(371, 373) 사이에 전극 계면층(372)이 존재하게 된다. 전극 계면층(372)는, 계면층(262)과 더불어, 수분 및 수소가 복수의 유기층(150)으로 투과되는 현상을 더욱 억제시킬 수 있다. 결국, 복수의 계면층이 적층되는 구조로 인해, 수분 및 수소의 투과를 억제하는 효과가 더욱 향상될 수 있다.

[0091] 몇몇 실시예에서, 캐소드(370)는 3개 이상의 전극층으로 구성될 수도 있으며, 각각의 전극층 사이에 또 다른 전극 계면층이 배치될 수 있다.

[0092] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 의해 제조된 유기 발광 표시 장치는 도 1에 도시된 유기 발광 표시 장치(100)와 실질적으로 동일하므로, 중복 설명은 생략하기로 한다.

[0093] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 있어서, 기판 상에 박막 트랜지스터를 형성하고, 박막 트랜지스터 상에 오버 코팅층을 형성하는 방법에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0094] 도 3을 참조하면, 기판 상에 애노드를 형성한다(S310). 보다 구체적으로, 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결되도록 애노드를 형성한다.

[0095] 이어서, 애노드 상에 복수의 유기층을 형성한다(S320). 도 1의 유기 발광 표시 장치(100)를 제조하기 위해서, 애노드 상에, 전공 주입층, 전공 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 전자 주입층을 순차적으로 적층하여 형성할 수 있다.

[0096] 이어서, 복수의 유기층 상에 제1 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 형성하고(S330), 보호층 상에 제2 스퍼터링 공정을 수행하여 투명 도전성 산화물로 이루어진 캐소드를 형성한다(S340).

[0097] 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정에는 DC(Direct Current) 스퍼터링, RF(Radio Frequency) 스퍼터링 방식 등이 사용될 수 있다. 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정은 하나의 공정으로 순차적이지만 불연속적으로 수행된다.

[0098] 근래에, 양산성을 향상시키 위하여 높은 전력으로 스퍼터링 공정을 수행하는 방안이 제시되고 있다. 그러나, 상술한 바와 같이, 3kW 이상의 높은 전력으로 스퍼터링 공정으로 캐소드를 증착하는 경우, 캐소드 하부에 배치되는 유기층에 물리적 손상이 발생하는 문제점이 있다.

[0099] 이를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은, 3kW 이상의 높은 전력으로 스퍼터링 공정으로 캐소드를 증착하는 경우, 캐소드를 증착하기 전에, 캐소드를 구성하는 물질인 투명 도전성 산화물을 유기층 상에 얇은 두께로 증착시켜 보호층을 형성한다. 구체적으로, 제1 스퍼터링 공정을 이용하여, 얇은 두께의 보호층을 형성한다.

[0100] 이후, 제2 스퍼터링 공정을 이용하여, 높은 전력으로도 유기층의 손상 없이 보호층 상에 충분한 두께의 캐소드가 증착될 수 있다. 제1 스퍼터링 공정에 의해 형성된 보호층이, 제2 스퍼터링 공정에 의한 캐소드 형성 시 발생할 수 있는 타켓 입자의 강한 물리적 충돌을 억제할 수 있기 때문이다.

[0101] 제1 스퍼터링 공정은 보호층의 두께가 100 Å 내지 400 Å이 되도록 수행되고, 제2 스퍼터링 공정은 캐소드의 두께가 800 Å 내지 1400 Å이 되도록 수행된다. 이를 위해서는, 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정 각각에서 투명 도전성 산화물을 증착시키는 시간을 조절하는 것이 중요하다. 이때, 투명 도전성 산화물의 증착 시간 조절은 스퍼터링 공정 방식에 따라 다를 수 있다. 예를 들어, 스퍼터링 공정은 피증착 대상물을 부착하는 플레이트의 고정 여부에 따라, 고정 스퍼터링(fixed sputtering) 및 스캔 스퍼터링(scan sputtering)으로 분류될 수 있다. 고정 스퍼터링은, 플레이트가 고정된 상태에서 스퍼터링이 진행되는 방식이고, 스캔 스퍼터링은 플레이트를 이동시키면서 스퍼터링이 진행되는 방식이다.

[0102] 먼저, 고정 스퍼터링 방식으로 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정을 수행하는 경우, 제1 스퍼터링 공정이 제2 스퍼터링 공정보다 짧은 시간 동안 수행되도록 함으로써, 보호층 및 캐소드의 두께가 상술한 범위에 맞게 조절될 수 있다.

[0103] 보다 구체적으로, 예를 들어, 3kW의 높은 전력으로 스퍼터링 공정으로 보호층 및 캐소드를 증착하는 경우, 보호층의 두께가 150 Å 내지 300 Å이 되도록 2 분 내지 3 분 동안 제1 스퍼터링 공정이 수행되고, 캐소드의 두께가 900 Å 내지 1200 Å이 되도록 5 분 내지 6 분 동안 제2 스퍼터링이 수행된다.

[0104] 이하에서는, 도 4를 참조하며 스캔 스퍼터링을 이용한 제조 방법을 설명한다.

[0105] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법으로서, 스캔 스퍼터링 방식을 이용한 제조 방법을 설명하기 위한 개략도이다.

[0106] 도 4를 참조하면, 스캔 스퍼터링 장비는 장비 내벽에 타겟 물질이 부착되는 것을 방지하기 위한 방착판(410,

450), 피증착 대상물을 이동시키는 플레이트(420) 및 타겟 물질(440)을 포함하고, 스캔 스퍼터링 장비 구동 시 장비 내에는 플라즈마(430)가 형성된다.

[0107] 도 4의 (a)는 보호층을 형성하기 위한 제1 스퍼터링 공정으로, 보호층의 두께가 100 Å 내지 400 Å이 되도록 피증착 대상물이 장착된 플레이트가 제2 스퍼터링 공정보다 빠른 속도로 일 방향으로 이동한다. 플레이트가 빠른 속도로 이동함에 따라 복수의 유기층이 타겟 물질에 노출되는 시간을 최소화하여 얇은 두께의 보호층을 형성할 수 있다.

[0108] 도 4의 (b)는 캐소드를 형성하기 위한, 보다 구체적으로는 제1 전극층을 형성하기 위한 제2 스퍼터링 공정으로, 제1 전극층의 두께가 800 Å 내지 1400 Å이 되도록 피증착 대상물이 장착된 플레이트가 제1 스퍼터링 공정보다 느린 속도로 다른 일 방향으로 이동한다. 플레이트가 느린 속도로 이동함에 따라 캐소드를 형성하기 위한 증착 시간을 증가시킬 수 있으며, 복수의 유기층이 타겟 물질에 노출되는 시간을 제1 스퍼터링 공정보다 증가시킴으로써, 보호층 보다 두꺼운 캐소드를 형성할 수 있다.

[0109] 도 4의 (c)는 캐소드가 복수의 전극층으로 구성되는 경우에 수행되는 제3 스퍼터링 공정으로서, 설계에 따라 선택적으로 수행될 수 있다. 제3 스퍼터링 공정에서는 피증착 대상물이 장착된 플레이트가 다시 일 방향으로 이동하며, 원하는 케소드의 전극층의 두께에 맞도록 플레이트의 이동속도가 조절될 수 있다.

[0110] 도 4에 도시한 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 양산성 향상을 위하여, 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정이 3kW 내지 5kW의 전력으로 수행되는 것이 바람직하다. 도 4에 도시한 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 높은 전력으로 수행되더라도, 얇은 두께로 형성된 보호층으로 인해 유기층의 손상을 최소화하며 캐소드를 증착할 수 있다.

[0111] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 계면층이 형성되도록, 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정을 불연속적으로 수행될 수 있다. 제1 스퍼터링 공정 및 제2 스퍼터링 공정의 불연속적인 공정 수행에 의하여, 제1 스퍼터링 공정에 의해 형성된 보호층의 표면이 산화 또는 질화되어, 계면층이 형성된다.

[0112] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 의해 제조된 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층과 캐소드 사이에 보호층이 생성되어, 이후 스퍼터링 공정에 의한 캐소드 증착 시 발생할 수 있는 복수의 유기층의 손상을 최소화할 수 있다. 이로써, 제조된 유기 발광 표시 장치는 수명 및 효율이 향상된다. 또한, 높은 전력의 스퍼터링을 사용하더라도 유기층의 손상을 최소화하면서 캐소드를 형성할 수 있으므로, 유기 발광 표시 장치의 양산성이 향상될 수 있다.

[0113] 이하에서는 본 발명의 효과에 대해서 알아보기 위하여, 황녹색을 발광하는 제1 발광층 및 청색을 발광하는 제2 발광층을 포함하고, IZO로 이루어진 보호층 및 캐소드를 포함하며, 도 1 및 도 2b의 구조를 가지는 실시예 1의 유기 발광 표시 장치와, 보호층을 포함하지 않고 단일 전극층으로 이루어진 캐소드를 가지는 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 구조를 가지는 비교예 1 및 2의 유기 발광 표시 장치를 제조하였다.

[0114] 실시예 1의 유기 발광 표시 장치는 도 4의 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 의해 제조된 것으로, 복수의 유기층 상에 제1 스퍼터링 공정(전력: 3kW, 스캔 속도: 6.3㎜/s)에 의해 보호층(두께: 300 Å)이 형성되고, 제2 스퍼터링 공정(전력: 3kW, 스캔 속도: 4.5㎜/s)에 의해 캐소드(두께: 900 Å)가 형성되었다.

[0115] 이와 달리, 비교예 1의 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층 상에 1kW의 전력으로 수행된 스퍼터링에 의해 두께가 1200 Å인 단일층의 캐소드가 형성되었다. 또한, 비교예 2의 유기 발광 표시 장치는 복수의 유기층 상에 3kW의 전력으로 수행된 스퍼터링에 의해 두께가 1200 Å인 단일층의 캐소드가 형성되었다.

[0116] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 효과에 대한 보다 상세한 설명을 위해 도 5, 도 6, 도 7a 및 도 7b를 참조한다.

[0117] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 황녹색 발광에 대한 수명을 나타내는 도면이다. 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 청색 발광에 대한 수명을 나타내는 도면이다. 이때, 유기 발광 표시 장치의 수명은 40℃에서 20.5mA/cm^2의 전류를 인가하는 조건에서 휘도를 측정함으로써 평가하였다.

[0118] 황녹색 발광층에 대한 수명을 나타내는 도 5를 참조하면, 실시예 1은 낮은 전력의 스퍼터링 공정으로 캐소드를 형성한 비교예 1 보다 수명이 향상되었음을 확인할 수 있다. 한편, 높은 전력의 스퍼터링 공정으로 단일층의 캐

소드를 형성한 비교예 2는 휘도가 초기 시간에 상승하는 바, 불안정한 구동 특성을 갖고, 특정 시점 이후로 수명이 급격히 감소하는 특성을 갖는다. 그러나, 실시예 1은 휘도가 선형적으로 감소하는바 안정적으로 구동 특성을 갖고, 현저히 우수한 수명 특성을 갖는다는 것을 확인할 수 있다.

[0119] 청색 발광층에 대한 수명을 나타내는 도 6을 참조하면, 실시예 1은 낮은 전력의 스퍼터링 공정으로 캐소드를 형성한 비교예 1과 유사한 수명 특성을 보인다. 그러나, 높은 전력의 스퍼터링 공정으로 단일층의 캐소드를 형성한 비교예 2는 휘도가 초기 시간에 상승하는 등 불안정한 구동 특성을 갖고, 매우 빠르게 수명이 저하되는 것을 확인할 수 있는바, 실시예 1이 우수한 수명 특성을 갖는다는 것을 알 수 있다.

[0120] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 파장에 따른 발광 효율을 나타내는 도면들이다. 도 7a 및 도 7b에서는 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2가 각 파장대에서의 발광하는 강도를 측정함으로써 발광 효율을 나타내었다.

[0121] 도 7a를 참조하면, 양산성을 향상시키기 위해 높은 전력의 스퍼터링을 사용하여 캐소드를 형성한 비교예 2는 낮은 전력으로 캐소드를 형성한 비교예 1에 비하여 전 파장대에서 발광 강도가 작은 것을 확인할 수 있다. 이는 높은 스퍼터링 공정에 의해 발광층을 포함한 유기층이 손상되어 발광 효율이 저하됐기 때문이다.

[0122] 그러나, 도 7b를 참조하면, 캐소드 형성 이전에 얇은 보호층을 형성한 실시예 1은, 비록 높은 전력으로 캐소드를 형성하더라도 비교예 1과 대등한 발광 강도를 보이는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 본 발명의 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은, 높은 전력의 스퍼터링 공정을 수행하여 캐소드를 형성하더라도, 유기막의 손상을 최소화할 수 있어, 수명 및 효율이 우수한 유기 발광 표시 장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0123] 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. 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. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 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

[0124] 100: 유기 발광 표시 장치

110: 기판

120: 박막 트랜지스터

121: 게이트 전극

122: 액티브층

123: 소스 전극

124: 드레인 전극

131: 버퍼층

132: 게이트 절연층

133: 층간 절연층

134: 오버 코팅층

135: 뱅크

140: 애노드

150: 복수의 유기층

151: 전공 주입층

152: 전공 수송층

153a: 제1 발광층

153b: 제2 발광층

154: 전자 수송층

155: 전자 주입층

160, 260: 보호층

261: 비계면층

262: 계면층

170, 370: 캐소드

371: 제1 전극층

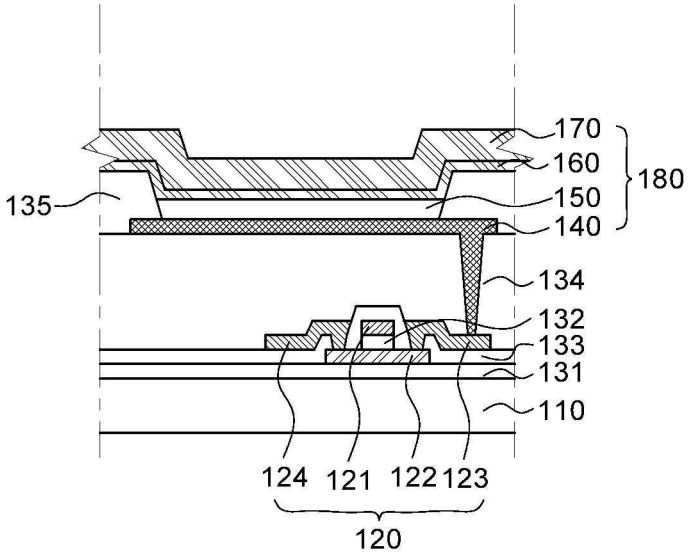
372: 전극 계면층

373: 제2 전극층

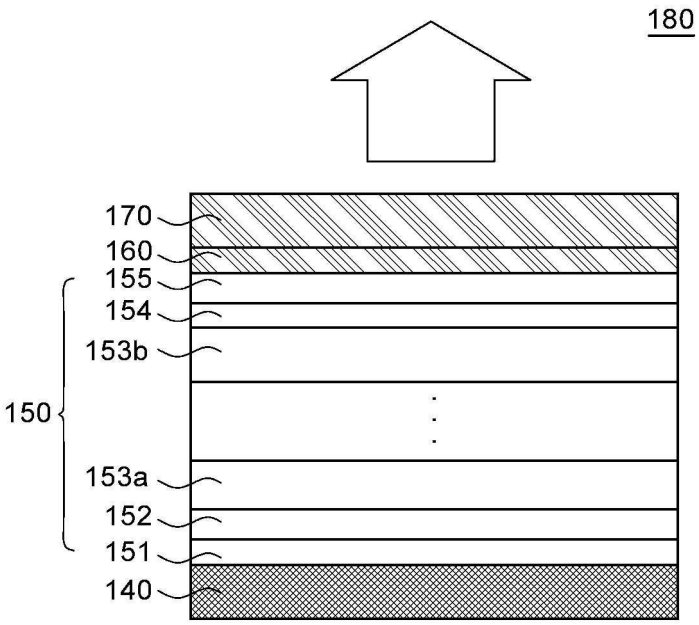
180, 280, 380: 유기 발광 소자

도면

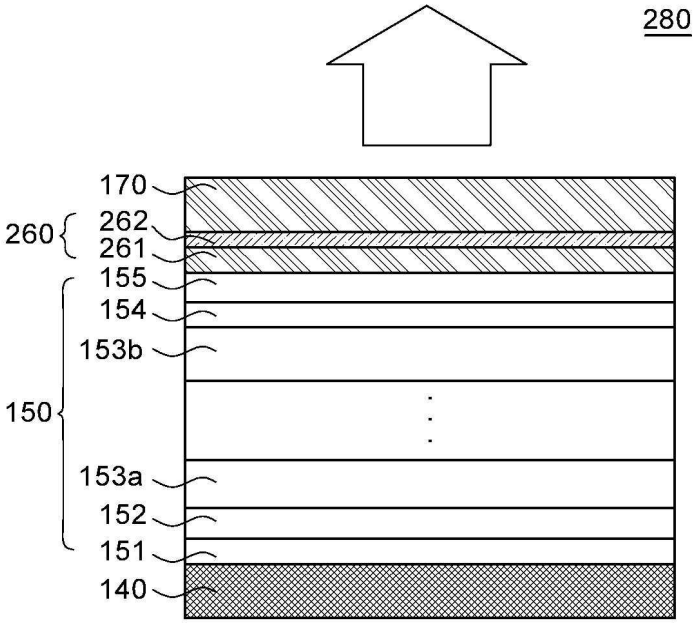
도면1



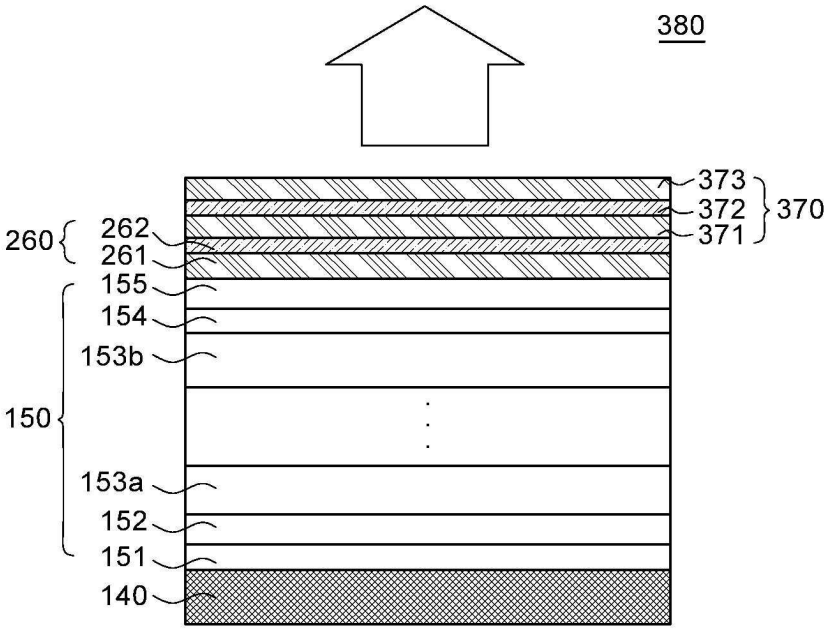
도면2a


180
170
160
155
154
153b
150
153a
152
151
140

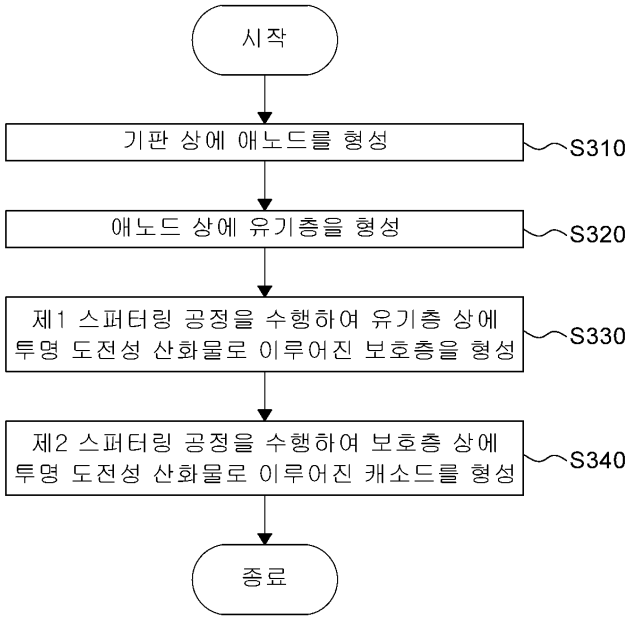
도면2b


280
170
260
262
261
155
154
153b
150
153a
152
151
140

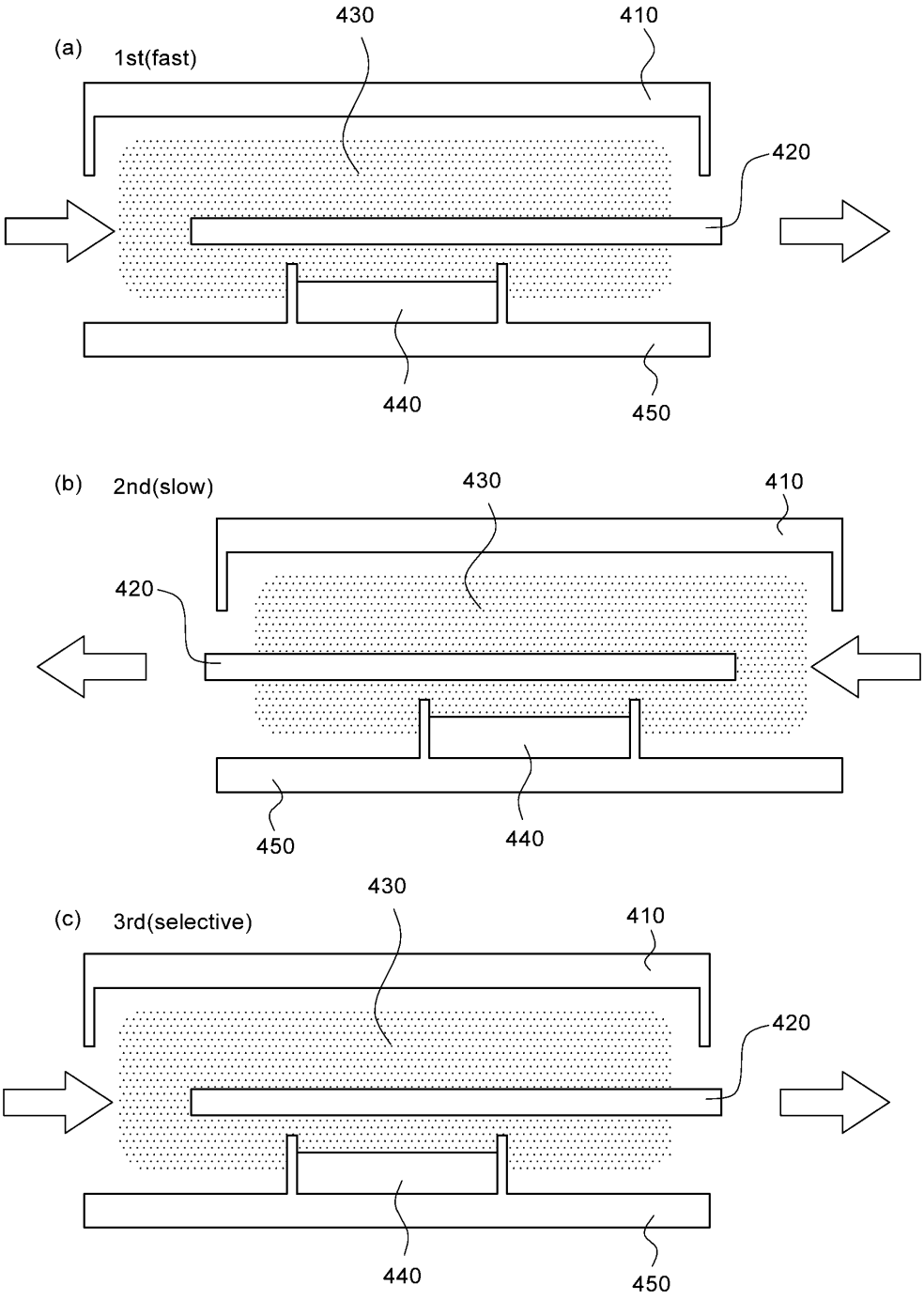
도면2c


380
373
372
371
370
260
262
261
155
154
153b
150
153a
152
151
140

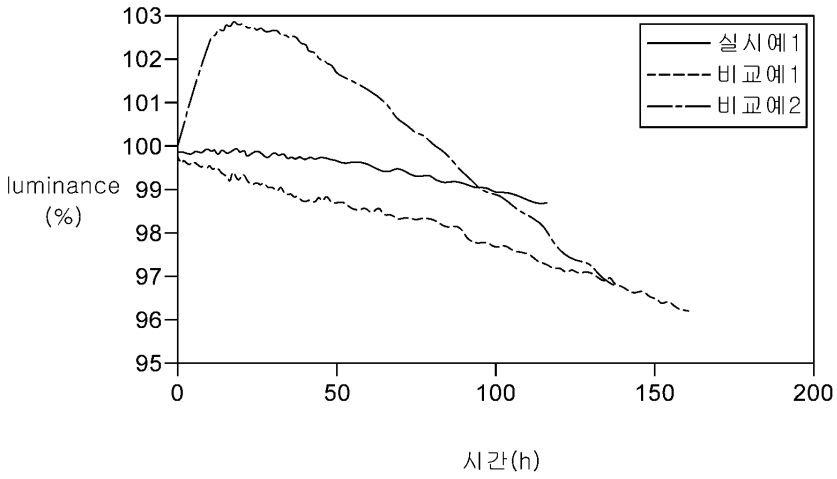
도면3


시작
기판 상에 애노드를 형성
S310
애노드 상에 유기층을 형성
S320
제1 스퍼터링 공정을 수행하여 유기층 상에 투명 도전성 산화물로 이루어진 보호층을 형성
S330
제2 스퍼터링 공정을 수행하여 보호층 상에 투명 도전성 산화물로 이루어진 캐소드를 형성
S340
종료

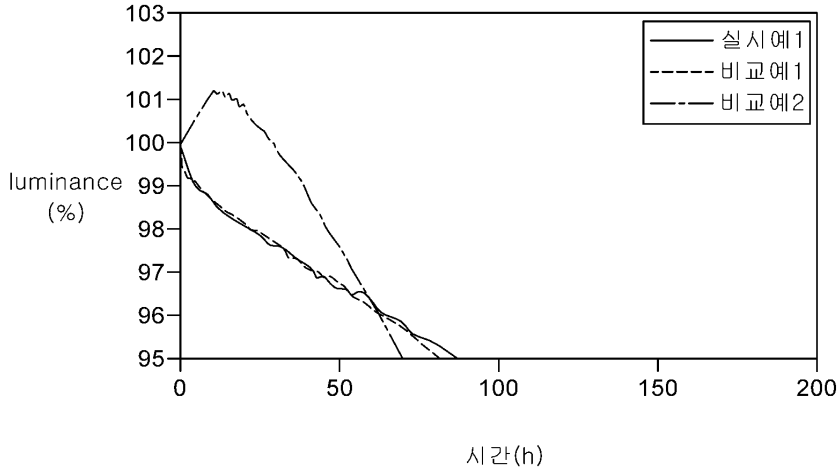
도면4


(a)
1st(fast)
430
410
420
440
450
(b)
2nd(slow)
430
410
420
450
440
(c)
3rd(selective)
430
410
420
440
450

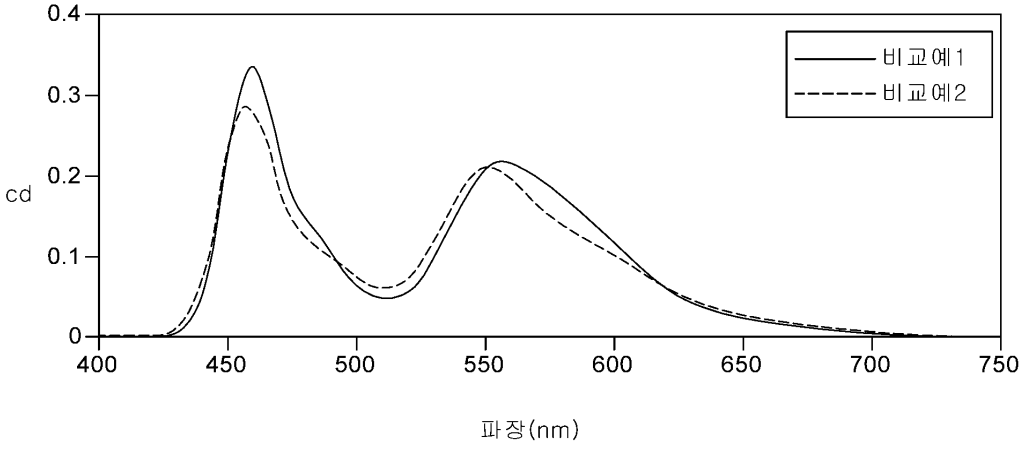
도면5


실시예1
비교예1
비교예2
luminance
(%)
103
102
101
100
99
98
97
96
95
0
50
100
150
200
시간(h)

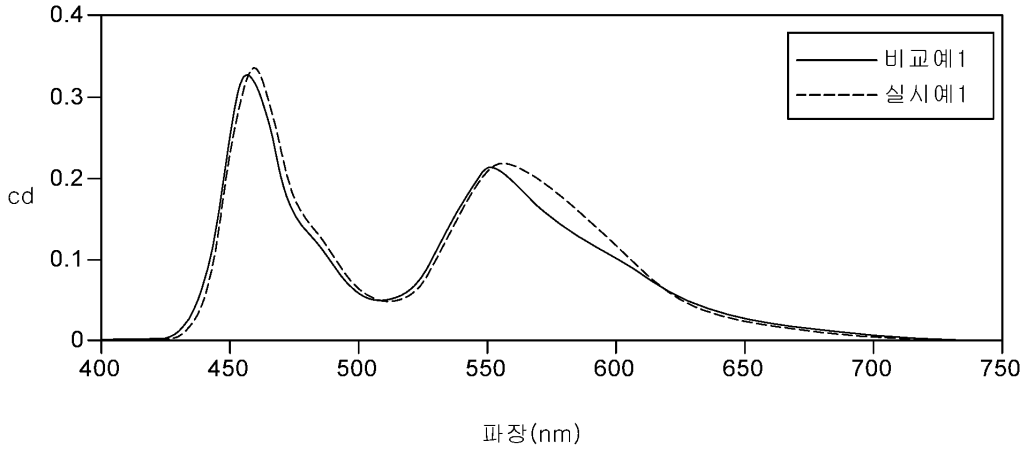
도면6


실시예1
비교예1
비교예2
luminance
(%)
103
102
101
100
99
98
97
96
95
0
50
100
150
200
시간(h)

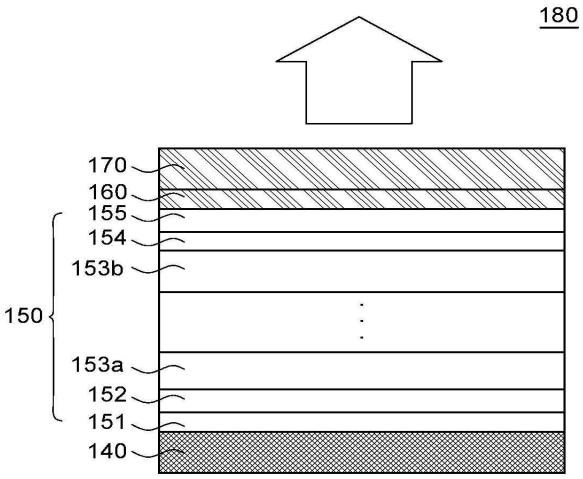
도면7a


비교예1
비교예2
cd
0.4
0.3
0.2
0.1
0
400
450
500
550
600
650
700
750
파장(nm)

도면7b



专利名称(译)	标题：OLED显示器及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020170022768A	公开(公告)日	2017-03-02
申请号	KR1020150118192	申请日	2015-08-21
[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	HWANG JOO HWAN 황주환 JANG CHUL YOUNG 장철영		
发明人	황주환 장철영		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/00 H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5253 H01L51/0008 H01L51/5237 H01L51/5203 H01L27/3274 H01L51/56 H01L2227/32 H01L2251/56		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供有机发光显示装置及其制造方法。有机发光显示装置包括阳极，多个有机层和阴极。虽然有机发光显示装置在多个有机层上层叠溅射工艺中的阴极，以使得通过溅射工艺使目标颗粒中的至少一部分多个有机层受损，但是它位于多个有机层之间。有机层和阴极，它确实如此。它包括由透明导电氧化物组成的保护层。根据本发明优选实施方案的有机发光显示装置包括保护层，该保护层由与多个有机层和阴极之间的阴极相同的透明导电氧化物组成。以这种方式，可以抑制在阴极形成中产生的多个有机层的变性和损坏。因此，有机发光显示装置的驱动电压升高，并且可以解决寿命和效率降低的问题。