



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0099996
(43) 공개일자 2018년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/32 (2006.01) *H01L 27/12* (2006.01)

(71) 출원인
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89

(52) CPC특허분류
H01L 27/322 (2013.01)
H01L 27/1225 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0026177

(22) 출원일자 2017년02월28일
심사청구일자 2017년02월28일

(72) 발명자
강경태
서울특별시 서초구 신반포로3길 19, 110-105 (반포동, 반포주공아파트)
김성진
경기도 성남시 분당구 수내로 174, 402동 105호
(수내동, 푸른마을벽산아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인다율

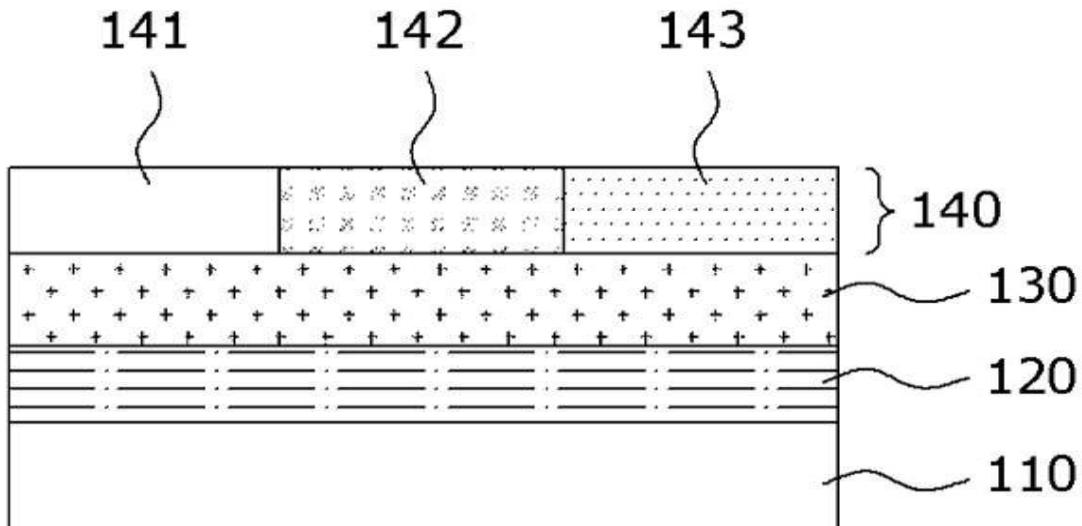
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 양자점 디스플레이 장치 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 양자점 디스플레이 장치에 관한 것으로, 기판; 상기 기판 위에 형성된 박막 트랜지스터층; 상기 박막 트랜지스터층 위에 형성된 반사형 애노드; 상기 반사형 애노드 위에 오픈 마스크로 형성되는 청색 유기발광다이오드층; 상기 청색 유기발광다이오드층 위에 형성된 투명 캐소드; 및 상기 투명 캐소드 위에 형성되고, 상기 청색 유기발광다이오드층과 상기 투명 캐소드 사이에 형성되는 양자점 디스플레이 장치 및 그 제조 방법이다.

대 표 도 - 도1



색 유기발광다이오드층에서 발광된 광의 파장을 변환시키는 색변환층을 포함하여 구성되며, 상기 색변환층은, 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광이 투과하는 투과부; 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 녹색광으로 변환하는 녹색 양자점 물질을 포함하는 녹색 변환부; 및 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 적색광으로 변환하는 적색 양자점 물질을 포함하는 적색 변환부를 포함하고, 상기 투과부, 상기 녹색 변환부 및 상기 적색 변환부는 수평으로 배열되며, 상기 색변환층의 두께는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

H01L 51/5253 (2013.01)

(72) 발명자

임중혁

경기도 안산시 상록구 한양대학2길 34 (사3동) 20
2호

조관현

경기도 수원시 장안구 수성로245번길 21, 315동
601호 (정자동, 두견마을 영남, 우방, 한솔아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	ES150015
부처명	산업기술연구회
연구관리전문기관	국가과학기술연구회
연구사업명	산업기술연구회 정책과제
연구과제명	대면적 박막 인쇄형 유기 영상 센서 모듈 개발(1/5/세부과제 Backplane 제조기술 및 Read-out 개발)
기여율	1/1
주관기관	한국생산기술연구원
연구기간	2015.12.21 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기판;

상기 기판 위에 형성된 박막 트랜지스터층;

상기 박막 트랜지스터층 위에 형성된 반사형 애노드;

상기 반사형 애노드 위에 오픈 마스크로 형성되는 청색 유기발광다이오드층;

상기 청색 유기발광다이오드층 위에 형성된 투명 캐소드; 및

상기 투명 캐소드 위에 형성되고, 상기 청색 유기발광다이오드층에서 발광된 광의 파장을 변환시키는 색변환층을 포함하여 구성되며,

상기 색변환층은,

상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광이 투과하는 투과부;

상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 녹색광으로 변환하는 녹색 양자점 물질을 포함하는 녹색 변환부; 및

상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 적색광으로 변환하는 적색 양자점 물질을 포함하는 적색 변환부를 포함하고,

상기 투과부, 상기 녹색 변환부 및 상기 적색 변환부는 수평으로 배열되며, 상기 색변환층의 두께는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 색변환층 위에 형성된 보호층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 보호층은 SiN_x , SiO_x , AlO_x 중 어느 하나를 포함하는 재질인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 보호층은 PECVD, 스퍼터링, 증발증착법, ALD 중 어느 하나의 공정으로 형성된 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 색변환층 및 상기 보호층 사이에 개재되고, 유기물질로 구성된 유기물 코팅층을 더 포함하는 것을 특징으

로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 유기물 코팅층은 잉크젯 코팅, 롤 코팅 중 하나의 방법으로 형성된 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 유기물 코팅층은 상기 유기물질이 광경화 공정으로 경화된 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 산화 아연을 포함하는 산화물 반도체 재질인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 실리콘을 포함하는 재질인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치.

청구항 10

기판 위에 박막 트랜지스터층을 형성하는 단계;

상기 박막 트랜지스터층 위에 반사형 애노드를 형성하는 단계;

상기 반사형 애노드 위에 청색 유기발광다이오드층을 오픈 마스크를 사용하여 형성하는 단계;

상기 청색 유기발광다이오드층 위에 투명 캐소드를 형성하는 단계; 및

상기 투명 캐소드 위에 상기 청색 유기발광다이오드층에서 발광된 광의 파장을 변환시키는 색변환층을 형성하는 단계를 포함하여 구성되며,

상기 색변환층을 형성하는 단계는,

상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광이 투과하는 투과부를 형성하는 단계;

상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 녹색 양자점 물질을 포함하는 녹색 변환부를 형성하는 단계; 및

상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 적색 양자점 물질을 포함하는 적색 변환부를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 투과부, 상기 녹색 변환부 및 상기 적색 변환부는 수평으로 배열 되며, 상기 색변환층의 두께는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 색변환층 위에 보호층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 보호층은 SiN_x , SiO_x , AlO_x 중 어느 하나를 포함하는 재질인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 보호층을 형성하는 단계는 PECVD, 스퍼터링, 증발증착법, ALD 중 어느 하나의 공정으로 수행되는 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 보호층을 형성하는 단계 전에, 상기 색변환층 위에 유기물질로 유기물 코팅층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 유기물 코팅층을 형성하는 단계는 잉크젯 코팅, 롤 코팅 중 하나의 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 유기물 코팅층을 형성하는 단계는 상기 유기물질을 광경화 공정으로 경화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 17

청구항 10에 있어서,

상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 산화 아연을 포함하는 산화물 반도체 재질인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 18

청구항 10에 있어서,

상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 실리콘을 포함하는 재질인 것을 특징으로 하는 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 양자점 디스플레이 장치 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 양자점을 색변환층의 색변환 물질로 이용하는 양자점 디스플레이 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

평판표시장치 분야에서, 지금까지는 가볍고 전력소모가 적은 액정표시장치(Liquid Crystal Display Device; LCD)가 가장 주목받는 디스플레이 장치였지만, 액정표시장치는 발광소자가 아니라 수광소자이며 밝기, 명암비(contrast ratio) 및 시야각 등에 단점이 있기 때문에 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 디스플레이 장치에 대한 개발이 활발하게 전개되고 있다.

[0003]

새로운 디스플레이 장치 중 하나인 유기전계발광 표시장치는 자체 발광형이기 때문에 액정표시장치에 비해 시야각과 명암비 등이 우수하다. 또한, 백라이트(backlight)가 필요하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하고, 소비전력 측면에서도 유리하다. 그리고, 직류 저전압 구동이 가능하고 응답속도가 빠르다는 장점이 있다. 유기전계발광 표시장치는 색상 구현 방식에 따라 Direct RGB OLED와 화이트 OLED로 구별된다.

[0004]

이중에서, Direct RGB OLED는 적색, 녹색, 청색 각각을 발광하는 유기발광다이오드를 이용하여 색을 구현하는 것으로, 유기발광다이오드는 구동 트랜지스터에 의해 형성된 구동 전류에 따라 빛을 발광하도록 동작한다. 이때, Direct RGB OLED는 발광 색상별로 발광 특성이 상이하기 때문에 복잡한 트랜지스터 회로가 필요하다. 예를 들어, 적색이 발광하는 영역에서는 구동 전류가 높게 조절되어야 하며, 청색이 발광하는 영역에서는 구동 전류가 낮게 조절되어야 하므로 트랜지스터 회로 구조가 복잡해질 수 있다. 이와 같이 트랜지스터 구조가 복잡해질 경우, 휘도 및 균일도를 보장하기 위하여 트랜지스터의 활성층 재료로서 전자 이동 속도가 빠른 재료가 사용되었으나, 이러한 재료는 가격이 고가인 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005]

(특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-1045259

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 최적화된 색변환층을 형성함으로써 청색 발광 특성만 제어하도록 하고, 이를 통하여 TFT 회로를 단순화하며, 이에 따라 TFT 회로 형성 시 경제적인 재료를 사용할 수 있는 양자점 디스플레이 장치 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007]

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 양자점 디스플레이 장치는, 기판; 상기 기판 위에 형성된 박막 트랜지스터층; 상기 박막 트랜지스터층 위에 형성된 반사형 애노드; 상기 반사형 애노드 위에 오픈 마스크로 형성되는 청색 유기발광다이오드층; 상기 청색 유기발광다이오드층 위에 형성된 투명 캐소드; 및 상기 투명 캐소드 위에 형성되고, 상기 청색 유기발광다이오드층에서 발광된 광의 광장을 변환시키는 색변환층을 포함하여 구성되며, 상기 색변환층은, 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광이 투과하는 투과부; 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 녹색광으로 변환하는 녹색 양자점 물질을 포함하는 녹색 변환부; 및 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 적색광으로 변환하는 적색 양자점 물질을 포함하는 적색 변환부를 포함하고, 상기 투과부, 상기 녹색 변환부 및 상기 적색 변환부는 수평으로 배열되며, 상기 색변환층의

두께는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 한다.

[0008] 여기서, 상기 색변환층 위에 형성된 보호층을 더 포함할 수 있다.

[0009] 이때, 상기 보호층은 SiN_x , SiO_x , AlO_x 중 어느 하나를 포함하는 재질일 수 있다.

[0010] 또한, 상기 보호층은 PECVD, 스퍼터링, 증발증착법, ALD 중 어느 하나의 공정으로 형성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 색변환층 및 상기 보호층 사이에 개재되고, 유기물질로 구성된 유기물 코팅층을 더 포함할 수 있다.

[0012] 여기서, 상기 유기물 코팅층은 잉크젯 코팅, 룸 코팅 중 하나의 방법으로 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 유기물 코팅층은 상기 유기물질이 광경화 공정으로 경화될 수 있다.

[0014] 한편, 상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 산화 아연을 포함하는 산화물 반도체 재질일 수 있다.

[0015] 한편, 상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 실리콘을 포함하는 재질일 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 형태에 의한 양자점 디스플레이 장치의 제조 방법은, 기판 위에 박막 트랜지스터층을 형성하는 단계; 상기 박막 트랜지스터층 위에 반사형 애노드를 형성하는 단계; 상기 반사형 애노드 위에 청색 유기발광다이오드층을 오픈 마스크를 사용하여 형성하는 단계; 상기 청색 유기발광다이오드층 위에 투명 캐소드를 형성하는 단계; 및 상기 투명 캐소드 위에 상기 청색 유기발광다이오드층에서 발광된 광의 파장을 변환시키는 색변환층을 형성하는 단계를 포함하여 구성되며, 상기 색변환층을 형성하는 단계는, 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광이 투과하는 투과부를 형성하는 단계; 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 녹색광으로 변환하는 녹색 양자점 물질로 구성된 녹색 변환부를 형성하는 단계; 및 상기 청색 유기발광다이오드층에서 방출된 청색광을 적색광으로 변환하는 적색 양자점 물질로 구성된 적색 변환부를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 투과부, 상기 녹색 변환부 및 상기 적색 변환부는 수평으로 배열되며, 상기 색변환층의 두께는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 한다.

[0017] 여기서, 상기 색변환층 위에 보호층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 이때, 상기 보호층은 SiN_x , SiO_x , AlO_x 중 어느 하나를 포함하는 재질일 수 있다.

[0019] 또한, 상기 보호층을 형성하는 단계는 PECVD, 스퍼터링, 증발증착법, ALD 중 어느 하나의 공정으로 형성될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 보호층을 형성하는 단계 전에, 상기 색변환층 위에 유기물질로 유기물 코팅층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 유기물 코팅층을 형성하는 단계는 잉크젯 코팅, 룸 코팅 중 하나의 방법으로 수행될 수 있다.

[0022] 또한, 상기 유기물 코팅층은 상기 유기물질이 광경화 공정으로 경화하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0023] 한편, 상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 산화 아연을 포함하는 산화물 반도체 재질일 수 있다.

[0024] 한편, 상기 박막 트랜지스터층의 활성층은 실리콘을 포함하는 재질일 수 있다.

발명의 효과

[0025] 개시된 기술의 실시예들은 다음의 장점을 포함하는 효과를 가질 수 있다. 다만, 개시된 기술의 실시예들이 이를 전부 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0026] 본 발명에 따른 양자점 디스플레이 장치 및 그 제조 방법은 청색 유기발광다이오드층 위에 최적화된 색변환층을 형성함으로써, 청색 발광 특성만 제어하도록 하고, 이를 통하여 TFT 회로를 단순화할 수 있으므로 양자점 디스플레이 장치를 낮은 공정 비용으로 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 양자점 디스플레이 장치의 구조를 나타낸 단면도이다.

도 2는 도 1의 양자점 디스플레이 장치에서 보호층이 증착되는 모습을 나타낸 도면이다.

도 3은 도 1의 양자점 디스플레이 장치에서 유기물 코팅층 및 보호층이 중착되는 모습을 나타낸 도면이다.

도 4는 도 1의 양자점 디스플레이 장치의 사용 형태를 나타낸 단면도이다.

도 5는 양자점 드롭(QD drop) 수에 따른 양자점의 세기(Normalized intensity) 스펙트럼이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 양자점 디스플레이 장치의 구조를 나타낸 단면도이고, 도 2는 도 1의 양자점 디스플레이 장치에서 보호층이 중착되는 모습을 나타낸 도면이며, 도 3은 도 1의 양자점 디스플레이 장치에서 유기물 코팅층 및 보호층이 중착되는 모습을 나타낸 도면이고, 도 4는 도 1의 양자점 디스플레이 장치의 사용 형태를 나타낸 단면도이다.

[0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 양자점 디스플레이 장치에 포함되는 1개의 화소(pixel)를 도시한 것이며, 양자점 디스플레이 장치는 복수의 화소들을 포함하여 구성된다.

[0031] 본 실시예의 양자점 디스플레이 장치는 기판(110), 박막 트랜지스터층(120), 반사형 애노드(미도시), 청색 유기 발광다이오드층(130), 투명 캐소드(미도시), 색변환층(140)을 포함하여 구성되며, 이들을 순차적으로 적층하여 제조되므로 이하에서는 제조방법과 함께 구조를 설명한다.

[0032] 먼저, 기판(110) 위에 박막 트랜지스터층(120)을 형성한다. 본 실시예의 양자점 디스플레이 장치는 도시된 단면도의 위쪽으로 빛이 발광되기 때문에 기판(110)의 재질은 특별히 제한되지 않는다.

[0033] 박막 트랜지스터층(120)은 각각의 화소 별로 형성된 게이트 배선, 데이터 배선, 전원 배선, 스위칭 박막 트랜지스터 및 구동 박막 트랜지스터를 포함하여 이루어진다. 박막 트랜지스터층(120)의 스위칭 박막 트랜지스터 및 구동 박막 트랜지스터는 게이트 전극이 반도체층 아래에 형성되는 바텀 게이트(bottom gate) 구조 또는 게이트 전극이 반도체층 위에 형성되는 탑 게이트(top gate) 구조로 형성될 수 있다. 이와 같은 박막 트랜지스터층(120)은 당업계에 공지된 다양한 형태로 형성될 수 있다.

[0034] 본 실시예의 양자점 디스플레이 장치는 박막 트랜지스터층(120)이 청색의 유기발광다이오드층(130)에 대해서만 발광 특성을 제어하기 때문에 트랜지스터 회로는 Blue Pixel 영역으로만 구성될 수 있으며, 이로 인해 단순화된 트랜지스터 회로를 포함할 수 있다. 또한, 박막 트랜지스터층(120)의 활성층은 산화 아연을 포함하는 산화물 반도체 또는 실리콘을 포함하는 재질일 수 있다.

[0035] 다음에, 비록 도시되지는 않았으나, 박막 트랜지스터층(120) 위에 반사형 애노드를 형성한다. 반사형 애노드는 아래쪽으로 발산된 빛을 반사하여 위쪽으로 반사하는 금속 재질을 사용함으로써 광효율을 높일 수 있다. 또한, 반사형 애노드는 "ITO/Ag/ITO"와 같이 금속 재질과 투명 전도성막을 적층한 구조를 적용할 수 있다.

[0036] 이후에, 반사형 애노드 위에 청색 유기발광다이오드층(130)을 형성한다. 이때, 청색 유기발광다이오드층(130)은 오픈 마스크(open mask) 공정으로 반사형 애노드 전체 표면에 형성될 수 있다. 또한, 청색 유기발광다이오드층(130)은 정공주입층, 정공수송층, 청색 유기발광층, 전자수송층 및 전자주입층을 순차적으로 적층하여 구성될 수 있다. 이러한 청색 유기발광다이오드층(130)은 일반적인 유기발광다이오드의 구조이며, 이에 한정되는 것은 아니고 청색의 단일색을 발광하는 유기발광다이오드에 적용될 수 있는 구조는 모두 적용될 수 있다.

[0037] 본 실시예는 오픈 마스크 공정으로 반사형 애노드 전체 표면에 유기발광다이오드층(130)을 형성하기 때문에 서로 다른 유기발광다이오드층을 형성하기 위하여 FMM(Fine metal mask)을 사용하는 경우에 비하여 넓은 면적에 고해상도의 유기발광 디스플레이 소자를 제조할 수 있는 장점이 있다.

[0038] 또한, 본 실시예는 오픈 마스크 공정으로 표면 전체에 유기발광다이오드층(130)을 형성하지만, 종래의 유기발광 디스플레이 소자가 백색 발광을 위하여 3가지 색을 발광하는 유기발광다이오드층을 적층한 것과는 달리, 청색을 발광하는 유기발광다이오드층(130)만을 형성하는 점에서 공정이 매우 간단하며, 유기발광층의 적층에 따른 전력 효율 감소 문제가 발생하지 않는 장점이 있다.

[0039] 한편, 청색 유기발광다이오드층(130) 위에 투명 캐소드를 형성한다. 본 실시예는 캐소드가 빛이 발산되는 위쪽에 위치하기 때문에 투명한 재질로 구성하며, 투명 캐소드의 경우도 청색 유기발광다이오드층(130) 전체 표면에 형성될 수 있다.

[0040] 한편, 비록 도시되지는 않았으나, 투명 캐소드 위에 전보호층(pre-barrier, 미도시)이 형성될 수 있다. 본 실시

예의 양자점 디스플레이 장치는 단일의 청색 유기발광다이오드층(130)만을 구비하고, 추후에 구체적으로 설명할 색변환층(140)에 의해서 녹색과 적색을 구현하기 때문에 색변환층(140)의 형성이 용이하도록 투명 캐소드 위에 전보호층이 형성될 수 있다. 전보호층은 PECVD 공정을 통해 SiN_x 층으로 형성되거나 ALD공정으로 AlO_x 층으로 형성될 수 있다.

[0041] 다음에, 투명 캐소드 위에 청색 유기발광다이오드층(130)에서 발광된 광의 파장을 변환시키는 색변환층(140)을 형성한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 색변환층(140)은 청색 유기발광다이오드층(130)에서 방출된 청색광이 그대로 투과하는 투과부(141)와, 청색 유기발광다이오드층(130)에서 방출된 청색광을 녹색광으로 변환하는 녹색 양자점 물질을 포함하는 녹색 변환부(142)와, 청색 유기발광다이오드층(130)에서 방출된 청색광을 적색광으로 변환하는 적색 양자점 물질을 포함하는 적색 변환부(143)로 구성된다. 이때, 투과부(141), 녹색 변환부(142) 및 적색 변환부(143)는 수평으로 배열된다.

[0042] 녹색 변환부(142) 및 적색 변환부(143)는 높이가 일치하도록 형성될 수 있으며, 잉크젯 프린팅, 노즐 프린팅, 마이크로 컨택 프린팅, LITI(laser induced thermal imaging) 및 전사(transfer) 프린팅 등의 방법을 적용하여 형성할 수 있으며, 이러한 프린팅류의 공정은 대면적의 유기발광 디스플레이 소자를 제조하기에 적합하다. 한편, 투과부(141)는 비어 있거나, 투명한 유기막으로 형성되어 녹색 변환부(142) 및 적색 변환부(143)의 높이와 일치할 수 있다.

[0043] 이때, 본 발명은 잉크젯 프린팅 등의 프린팅을 위한 잉크로서 용매(solvent)를 사용하지 않고 경화성 레진을 사용하는 경화형 잉크를 적용할 수 있다. 경화형 잉크는 용매를 사용하여 상온에서 액체 상태인 일반적인 액체형 잉크와 달리, 경화성 레진으로서 상온에서는 고체 상태이고 고온에서는 점도가 낮아지는 모노머(monomer)를 사용한 잉크로서, 고체형 잉크(solid like ink)로 표현되기도 한다. 일반적인 잉크젯 프린팅에 사용되는 액체형 잉크를 사용하는 경우, 잉크를 제조하는 과정에서 포함된 용매가 유기발광다이오드층의 상부와 반응하여 품질의 열화를 가져오는 문제가 있고, 액체상태의 잉크를 건조하는 과정에서 불균일한 표면을 형성하여 시인성을 악화(coffee ring 현상)시키는 문제가 있다. 반면에, 본 발명은 경화형 잉크를 사용하기 때문에 용매에 의한 문제가 발생하지 않는 장점이 있다. 본 발명에서 사용된 경화성 레진은 용매 건조과정 없이 경화되는 것들이며, 예를 들면, 약 100°C의 고온에서 10cp 이하 수준의 점도를 나타내는 아크릴계 모노머(Acrylic Base Monomer)들 중에서 80°C이하에서 열경화되는 물질을 사용하거나 UV 경화가 가능한 물질을 사용할 수 있다. 물론, 이러한 조건에 한정되는 것은 아니며, 경화성 레진의 점도가 낮아지는 온도와 점도 및 경화온도 등은 용매를 사용하지 않는 경화형 잉크를 적용하는 구체적 형태에 따라서 조절될 수 있다. 잉크젯 프린팅 과정에서 프린터헤드의 온도를 올려서 경화형 잉크에 포함된 모노머의 점도를 낮추어 잉크젯 프린팅을 수행하고, 온도를 낮추거나 UV를 조사하여 모노머를 경화시킴으로써 색변환층(140)을 형성할 수 있다. 또한, 본 발명에서 경화형 잉크의 경우, 용매를 전혀 사용하지 않는 것으로 한정되는 것은 아니고, 소량의 용매가 첨가될 수 있으며, 이때 용매를 건조하는 과정에서 다양한 문제가 발생하는 종래의 액체형 잉크와 달리 본 발명은 상기한 건조공정의 문제가 발생하지 않는 최소한의 건조공정이 필요한 정도로만 용매를 포함함으로써 건조 과정에서 품질이 저하되는 문제가 발생하지 않는다.

[0044] 또한, 본 실시예의 녹색 변환부(142) 및 적색 변환부(143)에 포함된 양자점 물질은 녹색 변환부(142) 및 적색 변환부(143) 각각의 부피에 대하여 50% 이하의 부피 범위인 것이 바람직하다. 양자점 물질이 부피비율로 50%를 넘는 경우에는 프린팅 공정이 원활하게 수행되지 않는 문제가 있다. 양자점 물질이 포함되는 양의 하한 값은 특별히 제한되는 것은 아니지만, 변환을 위하여 부피비율로 적어도 0.01% 이상 포함되는 것이 바람직하다.

[0045] 한편, 투과부(141), 녹색 변환부(142) 및 적색 변환부(143)를 포함하는 색변환층(140)은 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 의 범위인 두께를 갖도록 형성될 수 있다. 이때, 색변환층(140)의 두께가 $0.1\mu\text{m}$ 미만인 경우, 색변환층(140)에서 일부분만 색변환되어 방출되는 문제점이 있다. 반대로, 색변환층(140)의 두께가 $30\mu\text{m}$ 을 초과한 경우, 색변환층(140)은 청색광의 흡수가 과도하게 진행되는 문제점이 있다. 따라서, 색변환층(140)의 두께는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 의 범위인 것이 바람직하다.

[0046] 한편, 녹색 양자점 물질 및 적색 양자점 물질에 혼합된 양자점은 반도체 나노입자로서, 불안정한 상태의 전자가 전도대에서 가전자대로 내려오면서 발광하는데, 양자점의 입자가 작을수록 짧은 파장의 빛이 발생하고, 입자가 클수록 긴 파장의 빛이 발생한다. 따라서 양자점의 크기를 제어하면 다양한 색을 구현할 수 있다. 또한, 양자점을 포함한 색변환층(140)은 종래의 컬러 필터와 같이 광을 흡수하는 것이 아니라 광의 파장을 변환시켜 방출하기 때문에 광 효율이 높다. 양자점은 무기 성분의 양자점을 적용할 수 있으며, CdS, CdSe 등의 카드뮴 기반 양자점 및 InP, GaP 등과 같은 비카드뮴 기반 양자점들이 적용될 수 있으나, 양자점 성분은 이에 한정되지는 않는

다.

[0047] 도 5는 양자점 드롭(QD drop) 수에 따른 양자점의 세기(Normalized intensity) 스펙트럼이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 양자점 드롭 수가 2 이하일 때, 450 nm 내지 500nm 범위의 파장 부분인 청색 파장 부분과 620 nm 내지 670nm 범위의 파장 부분인 적색 파장 부분의 발광 세기는 비슷한 수준을 보인다. 반면, 양자점 드롭 수가 3 이상이면, 적색 파장 부분의 발광 세기가 청색 파장 부분의 발광 세기에 비해 큰 폭으로 증가한다. 이때, 1드롭 당 5 μL의 양자점이 포함되므로 드롭 수가 3 이상이라도 형성되는 양자점 층의 두께는 수 μm에 불과하다. 이와 같이, 양자점은 수 μm의 두께를 가진 층으로만 형성되더라도 청색광의 파장을 적색광 또는 녹색광의 파장으로 변환시킬 수 있다.

[0048] 다음에, 도 2에 도시된 바와 같이, 색변환층(140) 위에 보호층(150)을 형성한다. 이때, 보호층(150)은 SiN_x , SiO_x , AlO_x 중 어느 하나를 주요 성분으로 포함하는 재질일 수 있다. 또한, 보호층(150)은 PECVD, 스퍼터링, 증발증착법, ALD 중 어느 하나의 공정으로 형성될 수 있다. 보호층(150)은 외부로부터 색변환층(140)으로 산소 및 수분이 침투하는 것을 방지하여 색변환층(140)의 표면을 보호할 수 있다. 또한 녹색 양자점 물질 및 적색 양자점 물질이 산화하는 현상을 방지하기 때문에 내구성을 개선할 수 있다.

[0049] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 색변환층(140)을 형성한 다음 보호층(150)을 형성하기 전에, 색변환층(140) 위에 유기물질로 구성된 유기물 코팅층(160)을 형성할 수 있다. 유기물 코팅층(160) 형성을 통해서 보호층(150)을 형성하기 위한 PECVD 등의 공정 단계에서 사용되는 플라즈마에 의한 색변환층(140)의 손상을 방지할 수 있다. 유기물 코팅층(160)은 두께가 5 μm 이하가 되도록 형성될 수 있다.

[0050] 또한, 유기물 코팅층(160)은 잉크젯 코팅, 롤 코팅 등의 방법을 적용하여 형성할 수 있다. 이때, 색변환층(140) 위에 형성된 유기물질은 광경화 공정으로 경화될 수 있다.

[0051] 이상 본 발명을 바람직한 실시예를 통하여 설명하였는데, 상술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화가 가능함은 이 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 보호범위는 특정 실시예가 아니라 특허청구범위에 기재된 사항에 의해 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상도 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

110: 기판 120: 박막 트랜지스터층

130: 청색 유기발광다이오드층 140: 색변환층

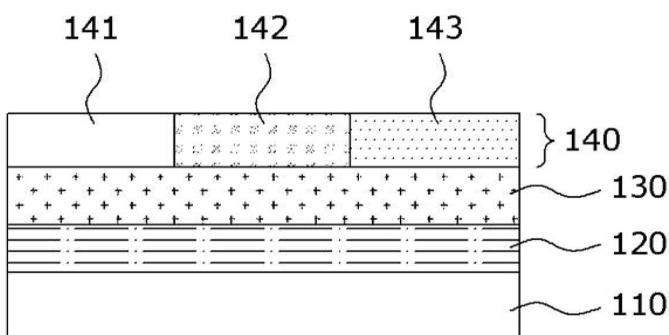
141: 투과부 142: 녹색 변환부

143: 적색 변환부 150: 보호층

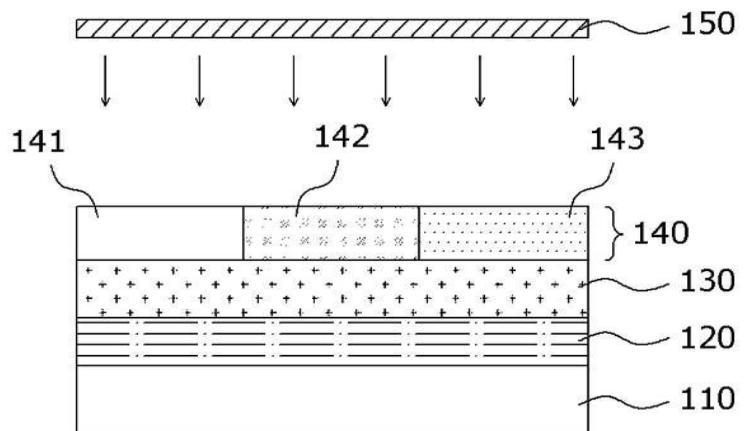
160: 유기물 코팅층

도면

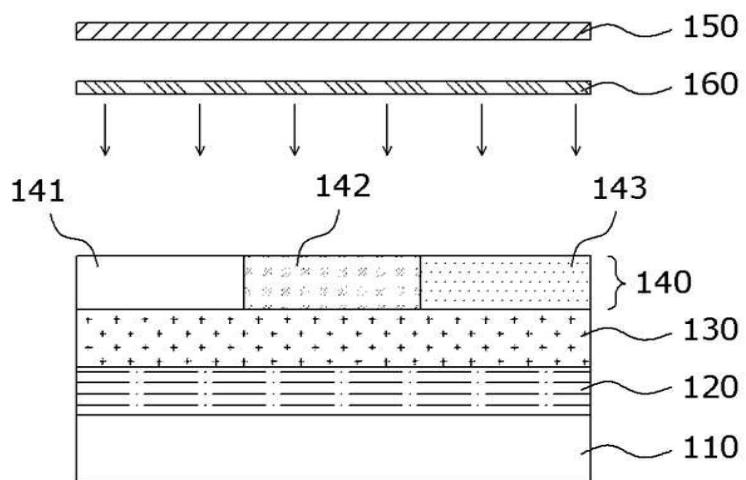
도면1



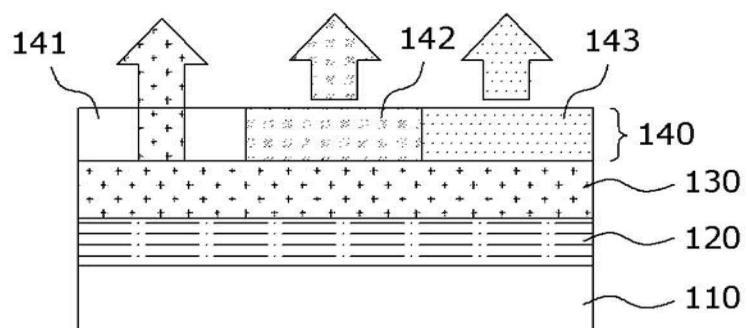
도면2



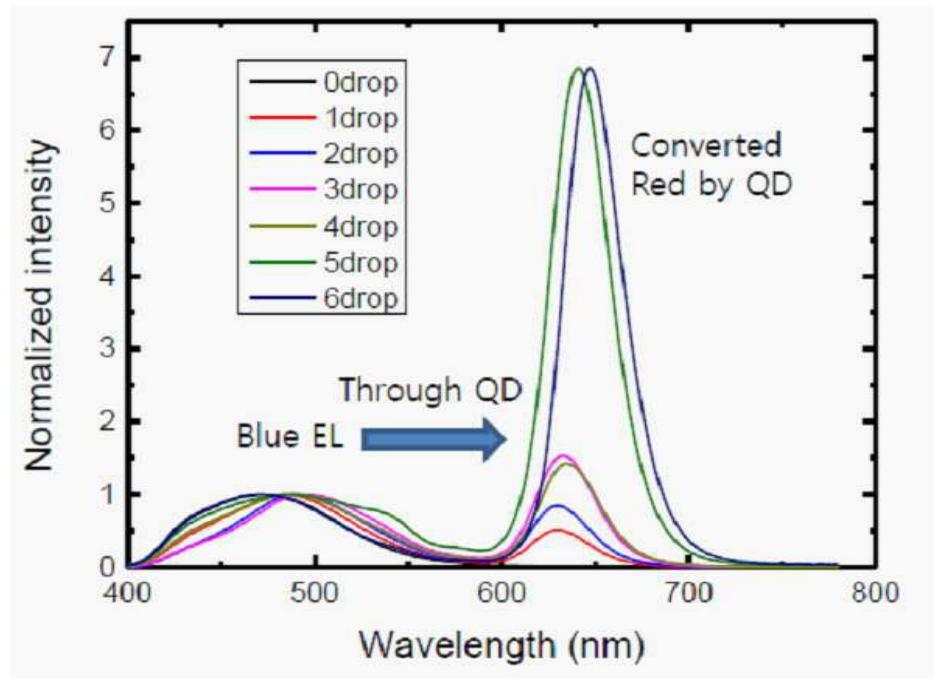
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	量子点显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020180099996A	公开(公告)日	2018-09-06
申请号	KR1020170026177	申请日	2017-02-28
申请(专利权)人(译)	工业技术研究院韩国		
[标]发明人	KANG KYUNG TAE 강경태 KIM SEONG JIN 김성진 CHO KWAN HYUN 조관현 IM JUNG HYUK 임중혁		
发明人	강경태 김성진 조관현 임중혁		
IPC分类号	H01L27/32 H01L27/12 H01L51/52		
CPC分类号	H01L27/322 H01L51/5253 H01L27/1225		
其他公开文献	KR101945499B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

量子点显示装置技术领域本发明涉及一种量子点显示装置，包括：基板；形成在基板上的薄膜晶体管层；形成在薄膜晶体管层上的反射阳极；蓝色有机发光二极管层，形成为反射阳极上的开口掩模；透明阴极形成在蓝色有机发光二极管层上；和形成在透明阴极，以及包括用于从所述有机光转换的光发射的波长的发光二极管层层，其中，所述颜色转换层，以所发射的蓝色光从蓝色有机发光二极管层的发送蓝色转换器透射部分；一种绿色转换单元，包括绿色量子点材料，用于将从蓝色有机发光二极管层发射的蓝光转换成绿光；红色转换单元包括红色量子点材料，用于将蓝色有机发光二极管层发出的蓝光转换成红光，其中，透射单元，绿色转换单元和红色转换单元水平排列，厚度为0.1至30占。

