



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월09일
(11) 등록번호 10-0968886
(24) 등록일자 2010년07월01일

(51) Int. Cl.

H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0100439

(22) 출원일자 2008년10월14일

심사청구일자 2008년10월14일

(65) 공개번호 10-2010-0041314

(43) 공개일자 2010년04월22일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030013700 A*

KR1020080050899 A*

KR1020090072782 A*

KR1020080003079 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(73) 특허권자

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자

추혜용

대전 유성구 전민동 나래아파트 107-801

이정익

경기 성남시 분당구 야탑동 장미현대 836-1403

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

신영무

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 추장희

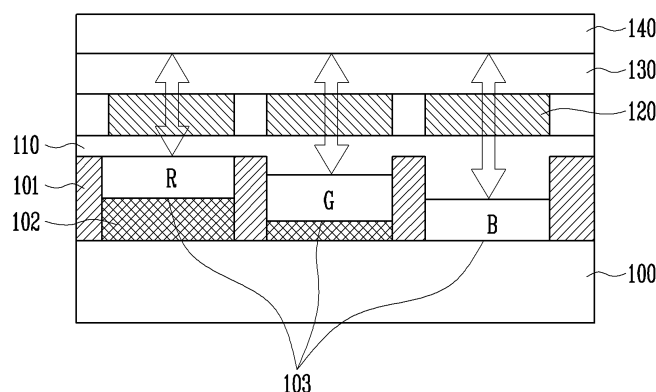
(54) 유기발광 다이오드 디스플레이

(57) 요약

본 발명은 백색 유기발광 다이오드(OLED)와 컬러 필터로 구현하는 색재현율이 개선된 풀 컬러 OLED 디스플레이에 관한 것이다. 본 발명에 따른 풀 컬러 OLED 디스플레이는 백색 유기발광 다이오드와 컬러 필터를 포함하되, 컬러 필터 하부에 해당 화소 컬러의 방출을 최대로 만들 수 있는 광학적 공진 두께 또는 굴절률을 갖도록 형성된 공진 제어층을 포함한다.

본 발명은 컬러 필터에 공진 제어층을 형성함으로써, 높은 색재현율을 확보할 수 있으면서, 동시에 OLED 공정에 영향을 미치지 않으면서, 컬러를 제어할 수 있어, 대면적 제조 및 양산성이 우수하다는 장점을 갖는다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이종희

대전광역시 유성구 장대동 268-1번지 원앙빌라 20
2호

황치선

대전 유성구 전민동 삼성푸른아파트 113-1003호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2006-S-079-03

부처명 지식경제부 및 정보통신연구진흥원

연구사업명 IT원천기술개발사업

연구과제명 투명전자 소자를 이용한 스마트 창

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2006년 10월 01일 ~ 2011년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

투명 기관 상에 형성된 박막 트랜지스터;

상기 박막 트랜지스터 상의 화소 영역에 컬러별 발광이 최대가 되는 광학적 공진 거리가 되도록 컬러별 두께가 다르게 형성된 공진 제어층;

상기 공진 제어층 상에 형성된 컬러 필터층;

상기 컬러 필터층을 포함한 전면에 형성된 평탄층;

상기 평탄층의 화소 영역 상에 형성되고, 상기 박막 트랜지스터에 전기적으로 연결되는 제 1 전극;

상기 제 1 전극 위에 형성된 백색 발광을 하는 유기 발광층; 및

상기 유기 발광층 위에 형성되고, 상기 화소 영역에 공통 전압을 인가하는 제 2 전극을 포함하는 하부 방출형 유기발광 다이오드 디스플레이.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 컬러 필터층과 그와 이웃하는 컬러 필터층 사이에 블랙 매트릭스층이 포함되는 유기발광 다이오드 디스플레이.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 공진 제어층은 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 마그네슘 산화물 또는 티타늄 산화물로 형성된 무기층; 폴리이미드계 또는 폴리아크릴계 물질로 형성된 유기층; 또는 유기층/무기층의 다층인 유기발광 다이오드 디스플레이.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 제 1 전극은 투명 전극이고, 상기 제 2 전극은 금속 전극인 유기발광 다이오드 디스플레이.

청구항 7

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 백색 유기발광 다이오드(OLED)와 컬러 필터로 구현하는 색재현율이 개선된 풀 컬러 OLED 디스플레이에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT 원천 사업의 일환으로 수행한 과제로부터 도출된 것이다[과제번호: 2006-S-079-03, 과제명: 투명전자소자를 이용한 스마트창].

[0003]

배경 기술

[0004]

차세대 디스플레이의 하나로 능동형-유기발광 다이오드(Active Matrix - Organic Light Emitting Diodes, AM-OLED) 디스플레이에 대한 관심이 고조되면서 기술개발을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 AM-OLED 디스플레이의 빠른 응답속도와 박막형의 장점을 이용한 대면적 디스플레이 개발을 위한 노력이 이루어지고 있다. 대면적 OLED 디스플레이의 풀컬러화를 위한 방법으로 백색 OLED와 컬러 필터를 이용한 방법이 생산 기술의 하나로 연구되고 있다.

[0005]

백색 OLED와 컬러 필터를 이용한 AM-OLED 디스플레이는 도 1a에 나타난 바와 같은 기관의 하부로 빛을 방출(Bottom emission) 하는 구조 및 도 1b에 나타난 바와 같은 기관의 상부로 빛을 방출(Top emission) 하는 구조로 제작된다.

[0006]

도 1a에 나타난 하부 방출 구조는 TFT 백-플랜 상부에 컬러 필터를 형성하고 그 상부에 (+) 전극과 (-) 전극 사이에 백색 광을 방출하는 유기 소재를 적층하여 형성하고 봉지하는 순으로 이루어진다. 도 1b에 나타난 상부 방출 구조는 TFT 백-플랜 상부에 (+) 전극과 (-) 전극 사이에 백색 광을 방출하는 유기 소재를 적층하여 형성하고, 그 상부에 컬러 필터를 형성하여 패널이 제작된다.

[0007]

그러나, 이상의 방법으로 제작되는 AM-OLED 디스플레이의 색재현율이 60~70%를 넘지 못하여 천연색 구현이 가능해야 하는 TV 등의 다양한 응용이 어려우며 LCD 디스플레이와의 경쟁에서 약점으로 작용한다.

[0008]

이러한 문제점을 해소하기 위한 한 방법으로 M. Kashivabara는 SID 04 Digest 29, 5L 1017, 2005.5에서 "Advanced AM-OLED Display Based on White Emitter with Microcavity Structure"의 제목으로 논문을 실었으며, 이 문헌에는 백색 OLED 기반 OLED 디스플레이의 색재현율을 향상시킬 목적으로 도 2a에 제시된 바와 같이 반사형 애노드의 상부에 투명 전극을 형성하고 각 컬러별 투명전극의 두께를 조절하여 OLED의 광학적 공진을 도출하는 것을 제안하고 있다. 본 문헌에 제시된 OLED 디스플레이의 색재현율은 도 2b에 보여지는 바와 같이 우수하다. 그러나, 이 경우, 투명전극의 두께를 조절하는 과정에서 OLED 공정에 영향을 미칠 수 있어 양산하는 경우 공정 재현성이 떨어진다는 문제점을 갖는다.

[0009]

또 다른 방법으로, 백색 OLED의 발광특성을 적색, 녹색, 청색의 특성을 갖는 삼파장 백색 특성을 도출할 수 있도록 제작하는 방법이 제시되었으나, 이 방법은 유기소재 및 소자 구조상의 한계가 있다.

[0010]

이에 본 발명자들은 OLED 공정에 영향을 미치지 않으면서 색재현율을 향상시킬 수 있는 방법을 연구하면서, OLED 공정이 아닌 컬러필터 공정상에서 해당 화소 컬러의 방출을 최대화하는 광학적 공진 두께를 제공할 수 있는 공진 제어층을 도입하는 경우, OLED 공정에 영향을 미치지 않으면서 색재현율을 높일 수 있음을 발견하고 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0011]

본 발명의 첫 번째 기술적 과제는 컬러필터 제조공정시 광학적 공진을 제어할 수 있는 공진 제어층을 포함하는 하부 방출형 유기발광 다이오드 디스플레이를 제공하는 것이다.

[0012]

본 발명의 두 번째 기술적 과제는 컬러필터 제조공정시 광학적 공진을 제어할 수 있는 공진 제어층을 포함하는 상부 방출형 유기발광 다이오드 디스플레이를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0013]

상기 첫 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은

[0014]

투명 기관 상에 형성된 박막 트랜지스터;

[0015]

상기 박막 트랜지스터의 화소 영역에 형성된 컬러별 광학적 공진을 도출하는 공진 제어층;

- [0016] 상기 공진 제어층 상에 형성된 컬러 필터층;
- [0017] 상기 컬러 필터층을 포함한 전면에 형성된 평탄층;
- [0018] 상기 평탄층의 화소 영역 상에 형성되고, 상기 박막 트랜지스터에 전기적으로 연결되는 제 1 전극;
- [0019] 상기 제 1 전극 위에 형성된 백색 발광을 하는 유기 발광층; 및
- [0020] 상기 유기 발광층 위에 형성되고, 상기 화소 영역에 공통 전압을 인가하는 제 2 전극을 포함하는 하부 방출형 유기발광 다이오드 디스플레이를 제공한다.
- [0021] 상기 두 번째 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은
- [0022] 기판 상에 형성된 박막 트랜지스터;
- [0023] 상기 박막 트랜지스터의 화소 영역에 형성되고, 상기 박막 트랜지스터에 전기적으로 연결되는 제 1 전극;
- [0024] 상기 제 1 전극 위에 형성된 백색 발광을 하는 유기 발광층;
- [0025] 상기 유기 발광층 위에 형성되고, 상기 화소 영역에 공통 전압을 인가하는 제 2 전극;
- [0026] 상기 제 2 전극 상에 형성된 패시베이션층;
- [0027] 상기 패시베이션층 상의 화소 영역에 형성된 컬러별 광학적 공진을 도출하는 공진 제어층; 및
- [0028] 상기 공진 제어층 상에 형성된 컬러 필터층을 포함하는 상부 방출형 유기발광 다이오드 디스플레이를 제공한다.
- [0029] 본 발명에 따른 유기발광 다이오드 디스플레이에서, 컬러 필터층과 그와 이웃하는 컬러 필터층 사이에 블랙 매트릭스층이 포함된다.
- [0030] 본 발명에 따른 유기발광 다이오드 디스플레이에서, 공진 제어층은 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 마그네슘 산화물 또는 티타늄 산화물로 형성된 무기층; 폴리이미드계 또는 폴리아크릴계 물질로 형성된 유기층; 또는 유기층/무기층의 다층일 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따른 유기발광 다이오드 디스플레이에서, 상기 공진 제어층은 각각 컬러별 발광이 최대가 되는 광학적 공진 거리가 되는 두께를 갖는다.
- [0032] 본 발명에 따른 유기발광 다이오드 디스플레이에서, 제 1 전극은 상부 방출형 또는 하부 방출형에 따라 투명 전극 또는 금속 전극일 수 있으며, 제 2 전극은 상부 방출형 또는 하부 방출형에 따라 금속 전극 또는 투명 전극일 수 있다.

효 과

- [0033] 본 발명의 첫 번째 효과로는 백색 OLED 기반의 AM-OLED 디스플레이의 문제점인 낮은 색재현율을 개선함으로써 높은 색재현율을 확보하여 천연색 구현이 가능한 능동형 OLED 디스플레이를 제공한다.
- [0034] 본 발명의 두 번째 효과로는 전극의 하부 또는 상부에 공진 제어층을 도입함으로써 두께의 민감도를 낮출 수 있어 양산성이 우수한 이점이 있다.
- [0035] 본 발명의 세 번째 효과로는 컬러 필터 공정에서 공진 제어층이 도입되므로 OLED 공정에 영향을 미치지 않으므로 대화면 제조 및 양산성이 우수한 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 본 발명은 도면을 참조하여 보다 상세히 설명된다.
- [0037] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 하부 방출형 AM-OLED 디스플레이의 단면도를 나타낸 것이고, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 상부 방출형 AM-OLED 디스플레이의 단면도를 나타낸 것이다.
- [0038] 도 3에 따르면, 본 발명의 하부 방출형 AM-OLED 디스플레이는 투명 기판 상에 형성된 박막 트랜지스터(100); 박막 트랜지스터 상의 제 1 전극이 형성될 화소 영역 이외의 영역에 형성된 블랙 매트릭스층(101), 화소 영역에

각각 대응하여 형성된 공진 제어층(102), 및 상기 각각의 공진 제어층(102) 상에 형성된 컬러 필터층(103); 전면에 형성된 평탄층(110); 상기 박막 트랜지스터의 화소 영역에 형성되고, 상기 박막 트랜지스터에 전기적으로 연결되는 제 1 전극(120); 상기 제 1 전극 위에 형성된 백색 발광을 하는 유기 발광층(130); 및 상기 유기 발광층에 형성되고, 상기 화소 영역에 공통 전압을 인가하는 제 2 전극(140)을 포함한다.

[0039] 도 3에 제시된 본 발명의 일실시예에 따른 하부 방출형 AM-OLED 디스플레이의 제작과정을 설명한다.

[0040] 먼저, 투명 기판 상에 이 분야의 일반적인 방법을 통해 박막 트랜지스터(100)를 형성한다. 여기서, 투명 기판으로는 유리 또는 플라스틱이 사용될 수 있으며, 상기 박막 트랜지스터(100)는 투명인 것이 바람직하다.

[0041] 이어, 박막 트랜지스터(100) 상의 제 1 전극이 형성될 화소 영역 이외의 영역에는 블랙 매트릭스층(101)을 형성하고, 청색, 녹색 및 적색 컬러에 해당하는 화소 영역에는 각각 대응하여 공진 제어층(102)을 형성한다. 여기서, 각각의 화소 영역에 형성되는 공진 제어층(102)은 해당 화소 영역의 컬러의 방출을 최대로 만드는 광학적 공진 두께 또는 굴절률을 갖도록 형성된다. 경우에 따라서, 특정 컬러의 경우 공진 제어층(102)이 요구되지 않을 수 있다. 상기 공진거리는 OLED 소자 구조내의 EML 두께 및 재결합 영역의 위치 등에 의하여 영향을 받을 수 있다.

[0042] 여기서, 공진 제어층(102)은 실리콘 질화물(SiN), 실리콘 산화물(SiO₂), 알루미늄 산화물(AlO_x), 마그네슘 산화물(MgO_x) 또는 티타늄 산화물(TiO_x)로 형성된 무기층; 폴리이미드계 또는 폴리아크릴계 물질로 형성된 유기층; 또는 유기층/무기층의 다층으로 형성될 수 있다.

[0043] 다음, 공진 제어층(102) 상에 해당 컬러 필터층(103)을 형성한다. 여기서, 공진 제어층(102)이 요구되지 않는 경우, 박막 트랜지스터(100) 상에 직접 해당 컬러 필터층(103)을 형성할 수 있다.

[0044] 이어서, 전면에 평탄층(110)을 형성한다. 여기서, 평탄층(110)은 절연막이다. 따라서, 상기 박막 트랜지스터에 연결된 전극 라인이 노출되도록 평탄층(110)을 선택적으로 제거한다.

[0045] 이어서, 박막 트랜지스터에 전기적으로 연결되도록 제 1 전극(120)을 형성한다. 여기서, 제 1 전극(120)은 투명하면서 일함수가 높은 전도성 물질, 예를 들면, ITO, IZO 등을 사용하여 형성되며, 투명 전극인 것이 바람직하다. 여기서, 제 1 전극은 화소 영역에 형성되고, 이웃하는 제 1 전극 사이에는 절연막이 형성되어진다.

[0046] 그리고, 전면에 삼파장 백색 발광특성을 갖는 유기 발광층(130)을 형성한다. 유기 발광층은 정공 주입층, 정공 전달층, 발광층, 전자 전달층 및/또는 전자 주입층이 차례로 형성될 수 있다.

[0047] 이어서, 제 2 전극(140)을 형성한다. 여기서 제 2 전극(140)은 알루미늄과 같은 일함수가 낮은 전도성 물질을 사용하여 형성되며, 금속 전극인 것이 바람직하다.

[0048] 최종적으로, 엔캡슐레이션 한다.

[0049] 도 4에 따르면, 본 발명의 상부 방출형 AM-OLED 디스플레이는 기판 상에 형성된 박막 트랜지스터(200); 상기 박막 트랜지스터의 화소 영역에 형성되고, 상기 박막 트랜지스터에 전기적으로 연결되는 제 1 전극(210); 상기 제 1 전극 위에 형성된 백색 발광을 하는 유기 발광층(220); 상기 유기 발광층에 형성되고, 상기 화소 영역에 공통 전압을 인가하는 제 2 전극(230); 제 2 전극(230) 상에 형성된 패시베이션층(240); 및 패시베이션층 상의 화소 영역 이외의 영역에 형성된 블랙 매트릭스층(201), 화소 영역에 각각 대응하여 형성된 공진 제어층(202) 및 상기 각각의 공진 제어층(202) 상에 형성된 컬러 필터층(203)을 포함한다.

[0050] 도 4에 제시된 본 발명의 일실시예에 따른 상부 방출형 AM-OLED 디스플레이의 제작과정은 다음과 같다.

[0051] 먼저, 기판 상에 이 분야의 일반적인 방법을 통해 박막 트랜지스터(200)를 형성한다.

[0052] 이어, 박막 트랜지스터(200) 상에 전기적으로 연결되도록 제 1 전극(210)을 형성한다. 여기서, 제 1 전극(210)은 금속 전극인 것이 바람직하다. 여기서, 제 1 전극(210)은 화소 영역에 형성되고, 이웃하는 제 1 전극 사이에는 절연막이 형성되어진다.

[0053] 그리고, 전면에 삼파장 백색 발광특성을 갖는 유기 발광층(220)을 형성한다. 유기 발광층(220)은 정공 주입층, 정공 전달층, 발광층, 전자 전달층 및/또는 전자 주입층으로 차례로 형성될 수 있다.

[0054] 이어서, 제 2 전극(230)을 형성한다. 여기서 제 2 전극(230)은 투명 전극인 것이 바람직하다.

[0055] 제 2 전극(230) 상에 패시베이션층(240)을 형성한다. 여기서, 패시베이션층(240)은 유기 발광층에서 방출된 삼

과장의 백색이 변형없이 방출될 수 있으면서, 청색 발광이 공진을 이루도록 소정의 두께로 형성될 수 있다. 패시베이션층(240)은 실리콘산화물, 실리콘질화물, 알루미늄산화물, 알루미늄질화물 등의 무기물질로 형성된 무기층, 폴리아미드계, 폴리아크릴계 등의 유기물질로 형성된 유기층, 유기층과 무기층의 다층으로 구성될 수 있다.

[0056] 상기 패시베이션층(240) 상의 화소 영역 이외의 영역에는 블랙 매트릭스층(201)을 형성하고, 청색, 녹색 및 적색의 컬러에 해당하는 화소 영역에는 각각 대응하여 공진 제어층(202)을 형성한다. 여기서, 각각의 화소 영역에 형성되는 공진 제어층(202)의 두께는 해당 화소 컬러의 방출을 최대로 만드는 광학적 공진 두께 또는 굴절률을 갖도록 형성된다. 마찬가지로, 특정 컬러의 경우, 공진 제어층(202)이 요구되지 않을 수 있다.

[0057] 또한, 공진 제어층(202)은 실리콘 질화물(SiN), 실리콘 산화물(SiO), 알루미늄 산화물(AlO_x), 마그네슘 산화물(MgO_x) 또는 티타늄 산화물(TiO_x)로 형성된 무기층; 폴리이미드계 또는 폴리아크릴계 물질로 형성된 유기층; 또는 유기층/무기층의 다층으로 형성될 수 있다.

[0058] 다음, 공진 제어층(202) 상에 해당 컬러 필터층(203)을 형성한다. 여기서, 공진 제어층(202)이 요구되지 않는 경우, 패시베이션층(240) 상에 직접 해당 컬러 필터층(203)을 형성한다.

[0059] 최종적으로 엔캡슐레이션한다.

[0060] 도 4에 제시된 본 발명의 일실시예에 따른 상부 방출형 능동형 OLED 디스플레이의 또 다른 제작과정은 다음과 같다.

[0061] 기판 상에 박막 트랜지스터(200)를 형성하는 것부터 패시베이션층(240)을 형성하는 것은 상기 설명된 것과 동일하다.

[0062] 이어서, 별도의 공정으로 기판 상에 화소 영역 이외에는 블랙 매트릭스층(201)을 형성하고, 화소 영역에는 각각 공진 제어층(202)을 형성하고, 이어서 공진 제어층(202) 상에 각각 컬러 필터층(203)을 형성하여 컬러 필터 기판을 제조한다.

[0063] 이어서, 상기 패시베이션층(240)까지 형성된 패널을 상기 컬러 필터 기판과 합체하고, 최종적으로 엔캡슐레이션한다.

[0064] 상기와 같이 제작된 본 발명에 따른 백색 유기발광 다이오드(OLED)와 컬러 필터로 구현하는 풀 컬러 OLED 디스플레이는 색재현율이 우수하며, OLED 소자의 제조공정에 영향을 미치지 않으며 컬러를 제어할 수 있다. 또한, 전극의 하부 또는 상부에 공진 제어층이 형성되므로 두께의 편차에 민감하지 않아 양산성이 우수한 장점이 있다.

[0065] 이상 설명된 내용을 통해 당업자는 본 발명의 기술사상을 이탈함 없이 다양한 변경 및 수정이 가능함을 명백히 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0066] 도 1a는 종래 백색 OLED와 컬러 필터로 구성된 하부 방출형 AM-OLED 디스플레이를 나타낸 단면도이다.

[0067] 도 1b는 종래 백색 OLED와 컬러 필터로 구성된 상부 방출형 AM-OLED 디스플레이를 나타낸 단면도이다.

[0068] 도 2a는 종래 높은 색재현율을 갖는 백색 OLED 기반 AM-OLED 디스플레이를 나타낸 단면도이다.

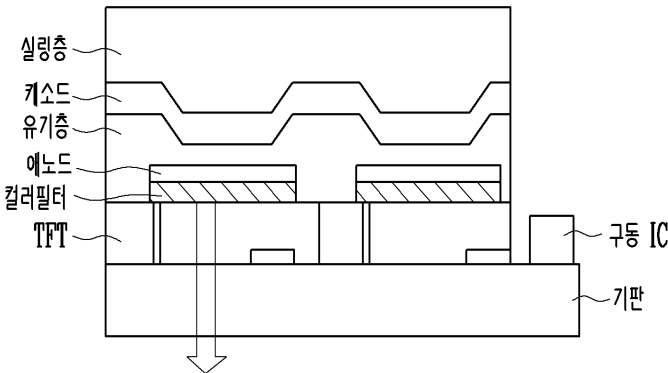
[0069] 도 2b는 도 2a에서 제시된 OLED 디스플레이의 색재현율을 나타낸 그래프이다.

[0070] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 하부 방출형 AM-OLED 디스플레이를 나타낸 단면도이다.

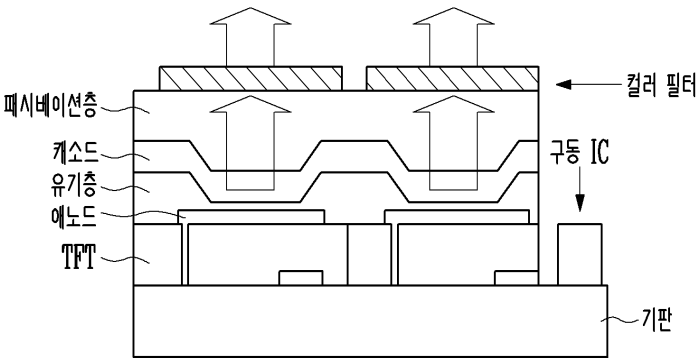
[0071] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 상부 방출형 AM-OLED 디스플레이를 나타낸 단면도이다.

도면

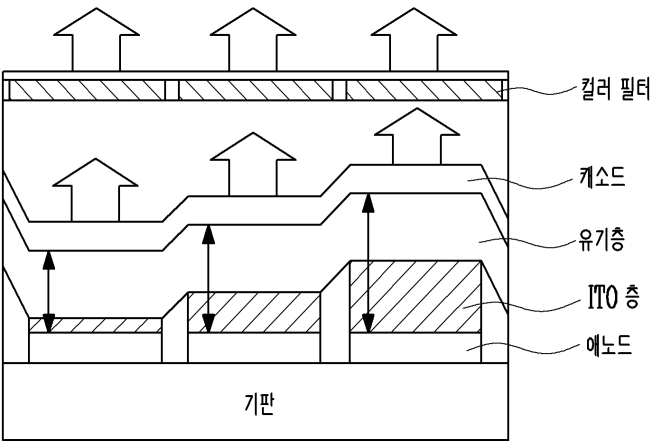
도면1a



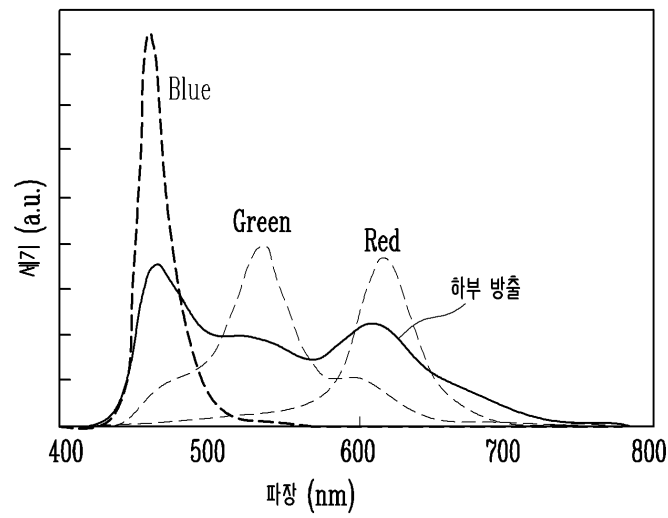
도면1b



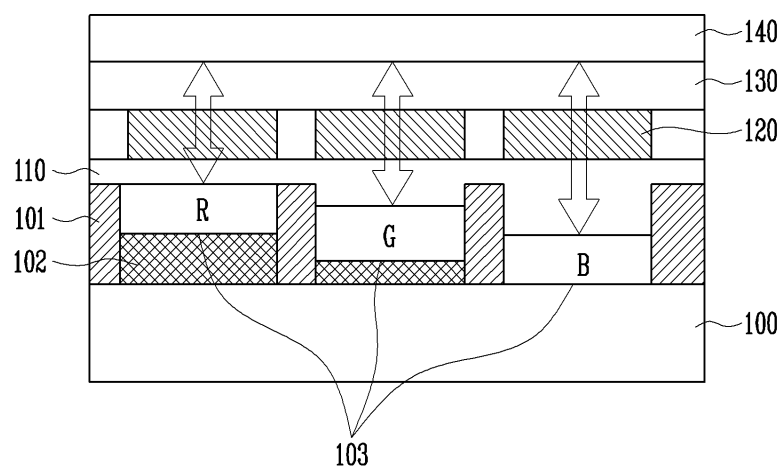
도면2a



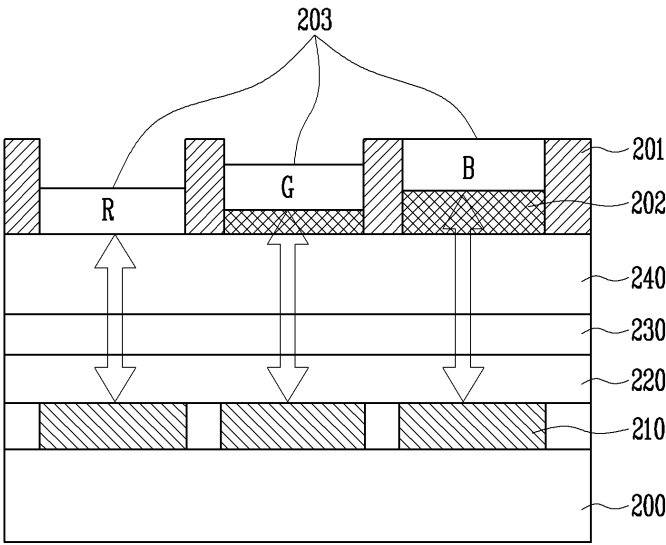
도면2b



도면3



도면4



专利名称(译)	有机发光二极管显示器		
公开(公告)号	KR100968886B1	公开(公告)日	2010-07-09
申请号	KR1020080100439	申请日	2008-10-14
[标]申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
当前申请(专利权)人(译)	韩国电子通信研究院		
[标]发明人	CHU HYE YONG 추혜용 LEE JEONG IK 이정익 LEE JONG HEE 이종희 HWANG CHI SUN 황치선		
发明人	추혜용 이정익 이종희 황치선		
IPC分类号	H05B33/22 H01L H05B H01L51/50 H05B33/28		
CPC分类号	H01L21/02118 H01L21/32115 H01L27/322 H01L51/0533 H01L51/442 H01L51/5284		
代理人(译)	SHIN , YOUNG MOO		
其他公开文献	KR1020100041314A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种OLED显示器，以通过在滤色器中形成共振控制层来改善高色域。 构成：在透明基板上形成薄膜晶体管（100）。谐振控制层形成在薄膜晶体管的像素区域中。在谐振控制层上形成滤色器层。在包括滤色器层的整个表面上形成平坦化层（110）。在平坦化层的像素区域上形成第一电极（120）。第一电极电连接到薄膜晶体管。在第一电极上形成有机发光层（130）。在有机发光层上形成第二电极（140）。第二电极将公共电压施加到像素区域。

