

명세서

청구범위

청구항 1

유기 바인더와;
오픈된 탄소 나노 튜브
를 포함하는 휘도 향상층.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 오픈된 탄소 나노 튜브는 동일 방향으로 배열되는 휘도 향상층.

청구항 3

기관과;
상기 기관 상부에 위치하는 박막트랜지스터와;
상기 박막트랜지스터 상부에 위치하며 상기 박막트랜지스터에 연결되는 발광다이오드와;
상기 박막트랜지스터와 상기 발광다이오드 사이에 위치하고 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 제 1 휘도 향상층
을 포함하는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브는 상기 기관에 대하여 수직하게 배열되는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,
상기 제 1 휘도 향상층은 상기 박막트랜지스터의 전극을 노출하는 컨택홀을 포함하고, 상기 발광다이오드는 상기 컨택홀을 통해 상기 박막트랜지스터에 연결되는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,
상기 발광다이오드는, 상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 상부의 유기발광층과, 상기 유기발광층 상부의 제 2 전극을 포함하고,
상기 유기발광층으로부터의 빛은 상기 제 1 휘도 향상층과 상기 기관을 통과하여 영상이 표시되는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 박막트랜지스터는, 반도체층과, 상기 반도체층 상의 게이트 절연막과, 상기 게이트 절연막 상의 게이트 전극과, 상기 게이트 전극을 덮는 제 2 휘도 향상층과, 상기 제 2 휘도 향상층 상에서 서로 이격하고 상기 반도체층과 각각 접촉하는 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고,

상기 제 2 휘도 향상층은 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브는 상기 기판에 대하여 수직하게 배열되는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 9

기판과;

상기 기판 상부에 위치하는 박막트랜지스터와;

상기 박막트랜지스터 상부에 위치하며 상기 박막트랜지스터에 연결되는 발광다이오드와;

상기 발광다이오드를 덮고 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 휘도 향상층을 포함하는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 오픈된 탄소 나노 튜브는 상기 기판에 대하여 수직하게 배열되는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 발광다이오드는, 상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 상부의 유기발광층과, 상기 유기발광층 상부의 제 2 전극을 포함하고,

상기 유기발광층으로부터의 빛은 상기 제 2 전극과 상기 휘도 향상층을 통과하여 영상이 표시되는 유기발광다이오드 표시장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 투명 도전성 전극층과 반사층을 포함하는 유기발광다이오드 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유기발광층으로부터의 광 투과량을 증가시킬 수 있는 휘도 향상층 및 이를 포함하여 휘도가 향상되는 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 평판표시장치(flat panel display: FPD) 중 하나인 유기발광다이오드(organic light emitting diode: OLED) 표시장치는 높은 휘도와 낮은 동작 전압 특성을 갖는다.

[0003] 그리고, 스스로 빛을 내는 자체 발광형이기 때문에 대조비(contrast ratio)가 크고, 초박형 디스플레이의 구현이 가능하며, 응답시간이 수 마이크로초(μs) 정도로 동화상 구현이 쉽고, 시야각의 제한이 없으며 저온에서도 안정적이고, 직류 5 내지 15V의 낮은 전압으로 구동하므로 구동회로의 제작 및 설계가 용이하다.

[0004] 또한, 유기발광다이오드 표시장치의 제조공정은 증착(deposition) 및 인캡슐레이션(encapsulation)이 전부라고 할 수 있기 때문에, 제조공정이 매우 단순하다.

[0005] 이러한 유기발광다이오드 표시장치는 다수의 화소영역을 포함하는데, 다수의 화소영역에는 스위칭 박막트랜지스터 및 구동 박막트랜지스터가 형성된다.

[0006] 일반적으로 박막트랜지스터는 주로 비정질 실리콘(amorphous silicon) 등과 같은 반도체 물질을 이용하여 제작된다.

[0007] 최근 대면적 및 고해상도의 표시장치가 요구됨에 따라, 보다 빠른 신호처리속도와 함께 안정된 작동 및 내구성이 확보된 박막트랜지스터의 필요성이 대두되고 있으나, 비정질 실리콘 박막트랜지스터는 전하 이동도(charge mobility)가 $1\text{cm}^2/\text{Vsec}$ 이하 이므로, 대면적 및 고해상도의 표시장치에 사용되기에 부족한 면이 부각되었다.

[0008] 이에 따라, 이동도 및 오프전류 등의 전기적 특성이 우수한 산화물 반도체 물질로 활성층을 형성하는 산화물 박막트랜지스터에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0009] 도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0010] 도 1에 도시한 바와 같이, 종래의 유기발광다이오드 표시장치(10)는, 제 1 기판(10)과, 제 1 기판(10)과 마주하는 제 2 기판(미도시)과, 제1기판(10) 상부에 순차적으로 형성되는 구동 박막트랜지스터(Td) 및 발광다이오드(D)를 포함한다.

[0011] 서로 마주보며 이격되는 제 1 기판(10)과 제 2 기판(미도시)은 다수의 화소영역(미도시)을 포함하는데, 제 1 기판(10)은 하판, TFT기판 또는 백플레인(backplane)으로 불리기도 하고, 제2기판(미도시)은 인캡슐레이션 기판으로 불리기도 한다.

[0012] 구동 박막트랜지스터(Td)는, 반도체층(12)과, 게이트 전극(30)과, 소스 전극(52) 및 드레인 전극(54)을 포함한다.

[0013] 구체적으로, 반도체층(12)은 제 1 기판(10) 상에 위치한다. 예를 들어, 반도체층(12)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있다.

[0014] 반도체층(12)을 덮으며 제 1 기판(10) 전면에서 게이트 절연막(22)이 형성된다. 게이트 절연막(22)은 산화실리콘 또는 질화실리콘과 같은 무기 절연물질로 이루어진다.

[0015] 게이트 전극(30)은 게이트 절연막(22) 상에 위치하며 반도체층(12)과 중첩한다.

[0016] 반도체층(12)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 반도체층 콘택홀(42, 44)을 갖는 층간 절연막(40)이 게이트 전극(30)을 덮으며 형성된다. 층간 절연막(40)은 포토아크릴과 같은 유기 절연물질로 이루어진다.

[0017] 소스 전극(52)과 드레인 전극(54)은 층간 절연막(40) 상에 형성되며, 제 1 및 제 2 반도체층 콘택홀(42, 44)을 통해 반도체층(12)의 양측과 각각 접촉한다.

[0018] 평탄한 표면을 제공하고 드레인 전극(54)을 노출하는 드레인 콘택홀(62)을 갖는 평탄화막(60)이 구동 박막트랜

지스터(Td)를 덮으며 형성된다. 평탄화막(60)은 유기절연물질로 형성된다.

- [0019] 발광다이오드(D)는 평탄화막(60) 상부에 위치하며, 드레인 컨택홀(62)을 통해 구동 박막트랜지스터(Td)에 전기적으로 연결된다. 발광다이오드(D)는 순차 적층되는 제 1 전극(70)과, 유기발광층(74) 및 제 2 전극(76)을 포함한다.
- [0020] 제 1 전극(70)은 평탄화막(60) 상에 형성되며 드레인 컨택홀(62)을 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(54)에 연결된다. 제 1 전극(70)은 화소 영역별로 형성된다. 제 1 전극(70) 상에는, 그 가장자리를 덮는 बैं크(72)가 형성된다. बैं크(72)는 화소영역의 경계를 따라 형성되며 제 1 전극(70)의 중앙부에 대응하여 개구를 갖는다.
- [0021] 유기발광층(74)은 제 1 전극(70)과 접촉하며 बैं크(72)의 개구에 형성되고, 제 2 전극(76)은 유기발광층(74)의 상부면과 접촉하며 제 1 기판(10)의 전면에 형성된다.
- [0022] 제 1 전극(70)은 애노드이며 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지고, 제 2 전극(76)은 캐소드이며 일함수 값이 비교적 작은 도전성 물질로 이루어진다. 예를 들어, 제 1 전극(70)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어지고, 제 2 전극(76)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg)으로 이루어진다.
- [0023] 발광다이오드(D)에서는, 제 1 전극(70)으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(76)으로부터 주입된 전자가 유기발광층(74)에서 결합되어 엑시톤(exciton)을 형성하고, 엑시톤이 여기상태에서 기저상태로 천이되면서 유기발광층(74)으로부터 빛이 발하게 된다.
- [0024] 예를 들어, 유기발광다이오드 표시장치가 하부발광 방식인 경우, 유기발광층(74)으로부터의 빛은 제 1 전극(70)과 평탄화막(60)과, 층간 절연막(40)과, 게이트 절연막(22)과, 제 1 기판(10)을 통과하여 영상을 표시하게 된다.
- [0025] 그러나, 종래 유기발광다이오드 표시장치에서는, 유기발광층(74)으로부터 방출된 빛의 일부만이 제 1 기판(10)을 통과하며, 이에 따라 유기발광다이오드 표시장치는 낮은 휘도를 갖는다. 유기발광다이오드의 휘도를 증가시키기 위해서는, 구동 전압이 증가하는 문제가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0026] 본 발명은, 유기발광층으로부터 방출된 빛의 손실을 최소화하고자 한다.
- [0027] 즉, 유기발광다이오드 표시장치의 휘도 감소와 구동 전압 증가의 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0028] 위와 같은 과제의 해결을 위해, 본 발명은, 유기 바인더와, 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 휘도 향상층을 제공한다.
- [0029] 본 발명의 휘도 향상층에 있어서, 상기 오픈된 탄소 나노 튜브는 동일 방향으로 배열된다.
- [0030] 다른 관점에서, 본 발명은, 기판과, 상기 기판 상부에 위치하는 박막트랜지스터와, 상기 박막트랜지스터 상부에 위치하며 상기 박막트랜지스터에 연결되는 발광다이오드와, 상기 박막트랜지스터와 상기 발광다이오드 사이에 위치하고 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 제 1 휘도 향상층을 포함하는 유기발광다이오드 표시장치를 제공한다.
- [0031] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브는 상기 기판에 대하여 수직하게 배열된다.
- [0032] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 제 1 휘도 향상층은 상기 박막트랜지스터의 전극을 노출

하는 컨택홀을 포함하고, 상기 발광다이오드는 상기 컨택홀을 통해 상기 박막트랜지스터에 연결된다.

[0033] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 발광다이오드는, 상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 상부의 유기발광층과, 상기 유기발광층 상부의 제 2 전극을 포함하고, 상기 유기발광층으로부터의 빛은 상기 제 1 휘도 향상층과 상기 기판을 통과하여 영상이 표시된다.

[0034] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 박막트랜지스터는, 반도체층과, 상기 반도체층 상의 게이트 절연막과, 상기 게이트 절연막 상의 게이트 전극과, 상기 게이트 전극을 덮는 제 2 휘도 향상층과, 상기 제 2 휘도 향상층 상에서 서로 이격하고 상기 반도체층과 각각 접촉하는 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하고, 상기 제 2 휘도 향상층은 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함한다.

[0035] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브는 상기 기판에 대하여 수직하게 배열된다.

[0036] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 기판과, 상기 기판 상부에 위치하는 박막트랜지스터와, 상기 박막트랜지스터 상부에 위치하며 상기 박막트랜지스터에 연결되는 발광다이오드와, 상기 발광다이오드를 덮고 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 휘도 향상층을 포함하는 유기발광다이오드 표시장치를 제공한다.

[0037] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 오픈된 탄소 나노 튜브는 상기 기판에 대하여 수직하게 배열된다.

[0038] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 발광다이오드는, 상기 박막트랜지스터에 연결되는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 상부의 유기발광층과, 상기 유기발광층 상부의 제 2 전극을 포함하고, 상기 유기발광층으로부터의 빛은 상기 제 2 전극과 상기 휘도 향상층을 통과하여 영상이 표시된다.

[0039] 본 발명의 유기발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 제 1 전극은 투명 도전성 전극층과 반사층을 포함한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명은, 절연막의 내부에 오픈된 탄소 나노 카본 튜브를 포함시켜, 광 투과량이 증가하는 휘도 향상층을 제공한다.

[0041] 따라서, 오픈된 탄소 나노 카본 튜브를 포함하는 휘도향상층을 발광다이오드의 상부 또는 하부에 형성시키는 경우, 발광다이오드의 유기발광층으로부터 방출된 빛이 영상 표시면으로 투과하는 양을 증가시킬 수 있다. 즉, 유기발광다이오드 표시장치의 휘도가 증가하고 구동 전압이 감소하는 효과를 갖는다.

[0042] 또한, 오픈된 탄소 나노 카본 튜브를 포함하는 휘도 향상층이 절연특성을 갖기 때문에, 어레이기판의 절연층으로 이용할 수 있다. 따라서, 구성 추가 또는 공정의 추가 없이 유기발광다이오드 표시장치의 휘도를 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 회로도이다.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 구동 박막트랜지스터 구조와 휘도 향상층을 보여주는 단면도이다.

도 5는 Si 기판 위에 수직 배향된 탄소 나노 튜브(CNT)를 보여주는 개략적인 도면이다.

도 6은 휘도 향상층에서의 빛 경로를 보여주는 개략적인 사시도이다.

도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 8은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치 및 그 제조방법을 설명한다.
- [0045] 진술한 바와 같이, 종래 유기발광다이오드 표시장치에서는, 유기절연물질, 예를 들어 포토아크릴(photo-acryl)과 같은 물질로 이루어지는 평탄화막(60)이 발광다이오드(D)와 구동 박막트랜지스터(Td) 사이에 위치하고 있다.
- [0046] 이와 같은 구조의 유기발광다이오드 표시장치에서, 유기발광층(74)으로부터 방출된 빛은 평탄화막(60)을 통과하여 기관(10)의 배면을 통해 표시되는데, 유기발광층(74)으로부터의 빛이 평탄화막(60)의 표면 또는 이를 통과하면서 전반사 또는 난반사가 일어난다. 따라서, 유기발광층(74)으로부터의 빛 중 기관(10)을 통과하는 빛의 양이 감소하며, 이에 따라 유기발광다이오드 표시장치의 휘도가 감소하게 된다.
- [0047] 본 발명에서는, 평탄화막(60) 등 유기발광다이오드 표시장치에 적층된 층에 의해 휘도가 감소하는 문제를 해결할 수 있는 유기발광다이오드 표시장치에 대하여 설명한다.
- [0048] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 회로도이다.
- [0049] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는 서로 교차하여 화소 영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL)과 데이터 배선(DL)을 포함하고, 각각의 화소 영역(P)에는 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 캐패시터(Cst), 그리고 발광다이오드(D)가 형성된다.
- [0050] 보다 상세하게, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극은 게이트 배선(GL)에 연결되고 소스 전극은 데이터 배선(DL)에 연결된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극에 연결되고, 소스 전극은 고전위 전압(VDD)에 연결된다. 발광다이오드(D)의 애노드(anode)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극에 연결되고, 발광다이오드(D)의 캐소드(cathode)는 저전위 전압(VSS)에 연결된다. 스토리지 캐패시터(Cst)는 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 드레인 전극에 연결된다.
- [0051] 이러한 유기발광다이오드 표시장치의 영상표시 동작을 살펴보면, 게이트 배선(GL)을 통해 인가된 게이트 신호에 따라 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되고, 이때, 데이터 배선(DL)으로 인가된 데이터 신호가 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 스토리지 캐패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0052] 구동 박막트랜지스터(Td)는 데이터 신호에 따라 턴-온 되어 발광다이오드(D)를 흐르는 전류를 제어하여 영상을 표시한다. 발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 전달되는 고전위 전압(VDD)의 전류에 의하여 발광한다.
- [0053] 즉, 발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양은 데이터신호의 크기에 비례하고, 발광다이오드(D)가 방출하는 빛의 세기는 발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양에 비례하므로, 화소영역(P)은 데이터 신호의 크기에 따라 상이한 계조를 표시하고, 그 결과 유기발광다이오드 표시장치는 영상을 표시한다.
- [0054] 스토리지 캐패시터(Cst)는 데이터 신호에 대응되는 전하를 일 프레임(frame) 동안 유지하여 발광다이오드(D)를 흐르는 전류의 양을 일정하게 하고 발광다이오드(D)가 표시하는 계조를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.
- [0055] -제 1 실시예-
- [0056] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다. 본 발명의 휘도 향상층에 대하여 유기발광다이오드 표시장치와 함께 설명한다.
- [0057] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(100)는, 구동 박막트랜지스터(Td)와, 구동 박막트랜지스터(Td)를 덮는 휘도 향상층(160)과, 휘도 향상층(160) 상에 위치하며 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결되는 발광다이오드(D)를 포함한다.
- [0058] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 구동 박막트랜지스터 구조와 휘도 향상층을 보여주는 단면도인 도 4를 참조하면, 구동 박막트랜지스터(Td)는, 반도체층(112)과, 게이트 전극(130)과, 소스 전극

(152)과, 드레인 전극(154)을 포함한다.

- [0059] 구체적으로, 유리 또는 플라스틱으로 이루어지는 기판(110) 상부에 반도체층(112)이 형성된다. 예를 들어, 반도체층(112)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우 반도체층(112) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)과 버퍼층(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(112)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(112)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(112)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(112)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0060] 반도체층(112) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(122)이 기판(110) 전면에서 형성된다. 게이트 절연막(122)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0061] 게이트 절연막(122) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(130)이 반도체층(112)의 중앙에 대응하여 형성된다. 또한, 게이트 절연막(122) 상부에는 게이트 배선(도시하지 않음)과 제1 캐패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 게이트 배선은 제1방향을 따라 연장되고, 제1 캐패시터 전극은 게이트 전극(130)에 연결될 수 있다.
- [0062] 한편, 본 발명의 제 1 실시예에서는 게이트 절연막(122)이 기판(110) 전면에서 형성되어 있으나, 게이트 절연막(122)은 게이트전극(130)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0063] 게이트전극(130) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(140)이 기판(110) 전면에서 형성된다. 층간 절연막(140)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0064] 층간 절연막(140)은 반도체층(112)의 양측 상면을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(142, 144)을 갖는다. 제 1 및 제 2 콘택홀(142, 144)은 게이트 전극(130)의 양측에 게이트 전극(130)과 이격되어 위치한다. 여기서, 제 1 및 제 2 콘택홀(142, 144)은 게이트 절연막(122) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(122)이 게이트 전극(130)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제 1 및 제 2 콘택홀(142, 144)은 층간 절연막(140) 내에만 형성된다.
- [0065] 층간 절연막(140) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 소스 전극(152)과 드레인 전극(154)이 형성된다. 또한, 층간 절연막(140) 상부에는 제 2 방향을 따라 연장되는 데이터 배선(도시하지 않음)과 전원 배선(도시하지 않음) 및 제 2 캐패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다.
- [0066] 소스 전극(152)과 드레인 전극(154)은 게이트 전극(130)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 콘택홀(142, 144)을 통해 반도체층(112)의 양측과 접촉한다. 도시하지 않았지만, 데이터 배선은 제 2 방향을 따라 연장되고 게이트 배선과 교차하여 화소영역(P)을 정의하며, 고전위 전압을 공급하는 전원 배선은 데이터 배선과 이격되어 위치한다. 제 2 캐패시터 전극은 드레인 전극(154)과 연결되고 제 1 캐패시터 전극과 중첩함으로써, 제 1 및 제 2 캐패시터 전극 사이의 층간 절연막(140)을 유전체층으로 하여 스토리지 캐패시터를 이룬다.
- [0067] 한편, 반도체층(112)과, 게이트전극(130), 소스 전극(152), 드레인전극(154)은 구동 박막트랜지스터(Td)를 이루는데, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층(112)의 상부에 게이트 전극(130), 소스 전극(152) 및 드레인 전극(154)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0068] 이와 달리, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0069] 또한, 구동 박막트랜지스터(Td)와 실질적으로 동일한 구조의 스위칭 박막트랜지스터(도 2의 Ts)가 기판(110) 상에 더 형성된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극(130)은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극(도시하지 않음)에 연결되고 구동 박막트랜지스터(Td)의 소스 전극(152)은 전원 배선(도시하지 않음)에 연결된다. 또한, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극(도시하지 않음)과 소스 전극(도시하지 않음)은 게이트 배선 및 데이터 배선과 각각 연결된다.
- [0070] 소스 전극(152)과 드레인 전극(154) 상부에는 오픈된 탄소 나노 튜브(opened carbon nano-tube, 162)를 포함하는 휘도 향상층(160)이 기판(110) 전면에서 형성된다. 휘도 향상층(160)은 상면이 평탄하며, 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(154)을 노출하는 드레인 콘택홀(164)을 갖는다. 여기서, 드레인 콘택홀(164)은 제 2 콘택홀(144) 바로 위에 형성된 것으로 도시되어 있으나, 제 2 콘택홀(144)과 이격되어 형성될 수도 있다.

- [0071] 휘도 향상층(160)은 유기 바인더(미도시)와 오픈된 탄소 나노 튜브(162)를 포함하며, 발광다이오드(D)로부터 방출된 빛의 가이드 역할과 함께 절연층의 역할을 한다. 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 Si 기판 위에 수직 배향된 탄소 나노 튜브를 보여주는 개략적인 도면인 도 5에서 보여진다. 도 5는 Si 기판 위에 수직 배향된 탄소 나노 튜브를 보여주는 개략적인 도면이다.
- [0072] 유기 바인더는 에폭시 아크릴레이트 수지, 우레탄 아크릴레이트 수지, 폴리에스터 아크릴레이트 수지, 실리콘 아크릴레이트 수지, 아미노 아크릴레이트 수지, 에폭시 메타아크릴레이트 수지, 우레탄 메타아크릴레이트 수지, 폴리에스터 메타아크릴레이트 수지, 실리콘 메타아크릴레이트 수지 및 아미노 메타아크릴레이트 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리올레핀 수지, 폴리실록산 수지, 실리콘 변성 폴리이미드 수지 중에서 선택될 수 있다.
- [0073] 또한, 휘도 향상층(160)은 모노머, 실란커플링제인 첨가제, 용매, 광개시제를 더 포함할 수 있다.
- [0074] 발광다이오드(D)는 휘도 향상층(160) 상에 위치하며 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(154)에 연결되는 제 1 전극(170)과, 제 1 전극(170) 상에 순차 적층되는 유기발광층(174) 및 제 2 전극(176)을 포함한다.
- [0075] 제 1 전극(170)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지며 각 화소 영역(도 2의 P) 별로 분리되어 형성된다. 예를 들어, 제 1 전극(170)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0076] 유기발광층(174)은 발광물질층(emitting material layer)의 단일층 구조를 갖거나, 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transporting layer), 발광물질층, 전자수송층(electron transporting layer), 전자주입층(electron injection layer)의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0077] 제 2 전극(176)은 일함수 값이 비교적 큰 물질로 이루어지며, 다수의 화소 영역(P)을 포함하는 표시영역 전면에 대하여 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(176)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0078] 또한, 제 1 전극(170)의 가장자리를 덮고 제 1 전극(170)의 중앙부를 노출하는 개구를 갖는 बैं크(172)가 휘도 향상층(160) 상에 더 형성될 수 있다.
- [0079] 제 1 전극(170)으로부터의 정공과 제 2 전극(176)으로부터의 전자가 유기발광층(174)에서 결합되어 엑시톤(exciton)이 생성되고, 엑시톤이 여기상태에서 바닥상태로 떨어지면서 발광다이오드(D), 즉 유기발광층(174)이 발광하게 된다.
- [0080] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(100)에서는, 유기발광층(174)으로부터의 빛이 휘도 향상층(160)과 기판(110)을 통과하여 영상을 표시하게 된다. 즉, 하부 발광 방식(bottom emission type) 유기발광다이오드 표시장치이다. 이때, 유기발광층(174)으로부터의 빛은 휘도 향상층(160)의 오픈된 탄소 나노 튜브(162)에 의해 가이드됨으로써 유기발광다이오드 표시장치(100)의 휘도가 증가한다.
- [0081] 즉, 휘도 향상층에서의 빛 경로를 보여주는 개략적인 사시도인 도 6을 참조하면, 발광다이오드(D)로부터의 빛은 휘도 향상층(도 3의 160)의 오픈된 탄소 나노 튜브(162)의 일단을 통해 내부 공간으로 유입되고, 오픈된 탄소 나노 튜브(162)의 타단을 통해 기판(도 3의 110) 방향으로 가이드되기 때문에, 기판(110) 방향으로의 직진성이 증가한다. 따라서, 발광다이오드(D)로부터의 빛이 전반사 또는 난반사되는 양이 감소하고, 기판(110)을 향하는 빛의 양이 증가함으로써, 유기발광다이오드 표시장치(100)의 휘도가 증가한다.
- [0082] 도 3 및 도 4에서는, 오픈된 탄소 나노 튜브(162) 모두가 기판(110)에 대하여 수직하게 배열된 것이 도시되고 있다. 즉, 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 빛의 진행 방향에 평행하게 배열되고 있다. 다시 말해, 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 동일 방향으로 배열된다. 이와 달리, 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 무질서하게 배열될 수도 있다. 오픈된 탄소 나노 튜브(162)가 무질서하게 배열되더라도, 이중 일부는 기판(110)에 대하여 수직하게 또는 비스듬하게 배열되기 때문에 빛의 경로 역할을 하게 된다.
- [0083] 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 내부가 비어 있고 양단이 오픈된 상태를 갖는다. 즉, 빛이 오픈된 탄소 나노 튜브(162)의 오픈된 일단으로 유입되어 내부 공간을 진행하고 오픈된 탄소 나노 튜브(162)의 오픈된 타단으로 빠져나오게 되어, 빛의 직진성이 증가한다. 이때, 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 단층 또는 이중층 셀을 가져 내부 공간을 형성한다.
- [0084] 오픈된 탄소 나노 튜브(162)는 실리콘 기판 상에 내부가 비어 있는 탄소 나노 튜브를 성장시키고 기판 반대측의 탄소 나노 튜브 끝을 식각함으로써 얻어질 수 있다.

[0085] 즉, 탄소 나노 튜브는 기판면과 접촉하는 끝은 오픈된 상태를 가지나, 반대측 끝은 폐쇄된 상태로 성장된다. 따라서, 탄소 나노 튜브의 폐쇄된 끝을 제거하여야만 본 발명에서와 같이 오픈되어 빛의 경로를 제공할 수 있는 오픈된 탄소 나노 튜브(162)를 얻을 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 처리에 의해 탄소 나노 튜브의 폐쇄된 끝을 식각하여 오픈시킬 수 있다.

[0086] 이러한 휘도 향상층(160)은, 종래의 평탄화층(도 1의 60) 대신에 형성되기 때문에, 별도의 공정을 요구하지 않는다. 따라서, 공정 추가 또는 추가적인 층 없이 유기발광다이오드 표시장치(100)의 휘도를 증가시킬 수 있다.

[0087] 전술한 제 1 실시예의 유기발광다이오드 표시장치에서, 종래 평탄화막을 이용하는 경우(비교예)와 본 발명에 따라 휘도 향상층을 이용하는 경우(실험예)에서의 광학 특성을 표1에 기재하였다.

표 1

비교예	노광량 [mJ/cm ²]	140	145	150	155	160	165
	Size [μm*μm]	5.08 *	5.25 *	5.50 *	5.81 *	6.46 *	6.21 *
실험예	노광량 [mJ/cm ²]	35	40	45	50	55	60
	Size [μm*μm]	6.01 *	6.37 *	6.56 *	6.74 *	6.92 *	7.83 *
		8.02	8.42	8.12	8.35	8.92	9.32
		8.56	8.92	9.11	9.29	9.45	9.65

[0088]

[0089] 표1에서 보여지는 바와 같이, 본 발명에서와 같이 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함하는 휘도 향상층을 포함하는 유기발광다이오드 표시장치의 광 효율이 크게 향상되었음을 알 수 있다.

[0090] 한편, 휘도 향상층(160)에는 드레인 전극(154)을 노출하는 드레인 컨택홀(164)이 형성되어야 하기 때문에, 사진 식각 공정(photo-lithography process)이 진행되어야 한다. 이때, 노광 마스크에 형성된 패턴에 대응되는 크기로 드레인 컨택홀(164)이 형성되어야 한다.

[0091] 비교예

[0092] 실리콘아크릴레이트 수지(바인더, 15 wt%), 펜타에리트리톨헥사아크릴레이트 (모노머, 10 wt%), 3-글리시독시트리메톡시실란 (첨가제, 3 wt%), 프로필렌글리콜 모노메틸에테르아세테이트 (용매, 70 wt%)와 1-하이드록시시클로헥실페닐케톤(광 개시제, 2 wt%)을 포함하는 조성물을 코팅하고 경화하여 절연막을 형성하고 이에 대하여 6μm*9μm의 투과부를 갖는 노광 마스크를 이용하여 사진 식각 공정을 진행하였다.

[0093] 실험예

[0094] 실리콘아크릴레이트 수지(바인더, 15 wt%), 오픈된 탄소 나노 튜브(5 wt%), 펜타에리트리톨헥사아크릴레이트 (모노머, 15 wt%), 3-글리시독시트리메톡시실란 (첨가제, 3 wt%), 프로필렌글리콜 모노메틸에테르아세테이트 (용매, 60 wt%)와 1-하이드록시시클로헥실페닐케톤(광 개시제, 2 wt%)을 포함하는 조성물을 코팅하고 경화하여 절연막을 형성하고 이에 대하여 6μm*9μm의 투과부를 갖는 노광 마스크를 이용하여 사진 식각 공정을 진행하였다.

표 2

	Voltage [V]	efficiency	
		Cd/A	Lm/W
비교예	4.7	57	32
실험예	4.7	79	52

[0095]

[0096]

표2에서 보여지는 바와 같이, 원하는 크기의 컨택홀 형성을 위해, 비교예에서는 약 160mJ/cm²의 노광량이 필요한 반면, 실험예에서는 약 40mJ/cm²의 노광량이 필요하다. 따라서, 본 발명의 휘도 향상층의 경우, 사진 식각 공정을 위한 소비 전력이 감소함을 알 수 있다.

[0097]

이와 같이, 본 발명의 휘도 향상층은 빛 투과량을 증가시키면서 사진 식각 공정을 위한 소비 전력이 감소되는 장점을 갖는다.

[0098]

-제 2 실시예-

[0099]

도 7은 본 발명의 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

[0100]

도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(200)는, 구동 박막트랜지스터(Td)와, 구동 박막트랜지스터(Td)의 내부층인 제 1 휘도 향상층(240)과, 구동 박막트랜지스터(Td)를 덮는 제 2 휘도 향상층(260)과, 제 2 휘도 향상층(260) 상에 위치하며 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결되는 발광다이오드(D)를 포함한다.

[0101]

구동 박막트랜지스터(Td)는, 반도체층(212)과, 게이트 전극(230)과, 소스 전극(252)과, 드레인 전극(254)을 포함한다.

[0102]

유리 또는 플라스틱으로 이루어지는 기판(210) 상부에 반도체층(212)이 형성된다. 예를 들어, 반도체층(212)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우 반도체층(212) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)과 버퍼층(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 반도체층(212)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 반도체층(212)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 반도체층(212)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(212)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.

[0103]

반도체층(212) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(222)이 기판(210) 전면에 형성된다. 게이트 절연막(222)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.

[0104]

게이트 절연막(222) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(230)이 반도체층(212)의 중앙에 대응하여 형성된다. 또한, 게이트 절연막(222) 상부에는 게이트 배선(도시하지 않음)과 제1 캐패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 게이트 배선은 제1방향을 따라 연장되고, 제1 캐패시터 전극은 게이트 전극(230)에 연결될 수 있다.

[0105]

한편, 게이트 절연막(222)이 기판(210) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(222)은 게이트전극(230)과 동일한 모양으로 패턴닝될 수도 있다.

[0106]

게이트전극(230) 상부에는 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브(241)를 포함하는 제 1 휘도 향상층(240)이 기판(110) 전면에 형성된다. 제 1 휘도 향상층(240)은 유기바인더(미도시)와 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브(241)를 포함하며, 발광다이오드(D)로부터 방출된 빛의 가이드 역할과 함께 절연층의 역할을 한다.

[0107]

제 1 휘도 향상층(240)은 반도체층(212)의 양측 상면을 노출하는 제 1 및 제 2 컨택홀(242, 244)을 갖는다. 제 1 및 제 2 컨택홀(242, 244)은 게이트 전극(230)의 양측에 게이트 전극(230)과 이격되어 위치한다. 여기서, 제 1 및 제 2 컨택홀(242, 244)은 게이트 절연막(222) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(222)이 게이트 전극(230)과 동일한 모양으로 패턴닝될 경우, 제 1 및 제 2 컨택홀(242, 244)은 제 1 휘도 향상층(240) 내에만 형성된다.

[0108]

제 1 휘도 향상층(240) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어지는 소스 전극(252)과 드레인 전극(254)이

형성된다. 또한, 제 1 휘도 향상층(240) 상부에는 제 2 방향을 따라 연장되는 데이터 배선(도시하지 않음)과 전원 배선(도시하지 않음) 및 제 2 캐패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다.

- [0109] 소스 전극(252)과 드레인 전극(254)은 게이트 전극(230)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 컨택홀(242, 244)을 통해 반도체층(212)의 양측과 접촉한다. 도시하지 않았지만, 데이터 배선은 제 2 방향을 따라 연장되고 게이트 배선과 교차하여 화소영역을 정의하며, 고전위 전압을 공급하는 전원 배선은 데이터 배선과 이격되어 위치한다. 제 2 캐패시터 전극은 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(254)과 연결되고 제 1 캐패시터 전극과 중첩함으로써, 제 1 및 제 2 캐패시터 전극 사이의 제 1 휘도 향상층(240)을 유전체층으로 하여 스토리지 캐패시터를 이룬다.
- [0110] 반도체층(212)과, 게이트전극(230), 소스 전극(252), 드레인전극(254)은 구동 박막트랜지스터(Td)를 이루는데, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층(212)의 상부에 게이트 전극(230), 소스 전극(252) 및 드레인 전극(254)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0111] 이와 달리, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0112] 또한, 구동 박막트랜지스터(Td)와 실질적으로 동일한 구조의 스위칭 박막트랜지스터(도 2의 Ts)가 기판(210) 상에 더 형성된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극(230)은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극(도시하지 않음)에 연결되고 구동 박막트랜지스터(Td)의 소스 전극(252)은 전원 배선(도시하지 않음)에 연결된다. 또한, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극(도시하지 않음)과 소스 전극(도시하지 않음)은 게이트 배선 및 데이터 배선과 각각 연결된다.
- [0113] 소스 전극(252)과 드레인 전극(254) 상부에는 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(opened carbon nano-tube, 262)를 포함하는 제 2 휘도 향상층(260)이 기판(210) 전면에 형성된다. 제 2 휘도 향상층(260)은 상면이 평탄하며, 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(254)을 노출하는 드레인 컨택홀(264)을 갖는다. 여기서, 드레인 컨택홀(264)은 제 2 컨택홀(244) 바로 위에 형성된 것으로 도시되어 있으나, 제 2 컨택홀(244)과 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0114] 제 2 휘도 향상층(260)은 유기바인더(미도시)와 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(262)를 포함하며, 발광다이오드(D)로부터 방출된 빛의 가이드 역할과 함께 절연층의 역할을 한다.
- [0115] 발광다이오드(D)는 제 2 휘도 향상층(260) 상에 위치하며 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(254)에 연결되는 제 1 전극(270)과, 제 1 전극(270) 상에 순차 적층되는 유기발광층(274) 및 제 2 전극(276)을 포함한다.
- [0116] 제 1 전극(270)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지며 각 화소 영역(도 2의 P) 별로 분리되어 형성된다. 예를 들어, 제 1 전극(270)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0117] 유기발광층(274)은 발광물질층(emitting material layer)의 단일층 구조를 갖거나, 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transporting layer), 발광물질층, 전자수송층(electron transporting layer), 전자주입층(electron injection layer)의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0118] 제 2 전극(276)은 일함수 값이 비교적 큰 물질로 이루어지며, 다수의 화소 영역(도 2의 P)을 포함하는 표시영역 전면에 대하여 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(276)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0119] 또한, 제 1 전극(270)의 가장자리를 덮고 제 1 전극(270)의 중앙부를 노출하는 개구를 갖는 बैं크(bank)(272)가 제 2 휘도 향상층(260) 상에 더 형성될 수 있다.
- [0120] 제 1 전극(270)으로부터의 정공과 제 2 전극(276)으로부터의 전자가 유기발광층(274)에서 결합되어 엑시톤(exciton)이 생성되고, 엑시톤이 여기상태에서 바닥상태로 떨어지면서 발광다이오드(D), 즉 유기발광층(274)이 발광하게 된다.
- [0121] 본 발명의 제 2 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(200)에서는, 유기발광층(274)으로부터의 빛이 제 1 및 제 2 휘도 향상층(240, 260)과 기판(210)을 통과하여 영상을 표시하게 된다. 즉, 하부 발광 방식(bottom emission type) 유기발광다이오드 표시장치이다. 이때, 유기발광층(274)으로부터의 빛은 제 1 및 제 2 휘도 향

상층(240, 260)의 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)에 의해 가이드됨으로써 유기발광다이오드 표시장치(200)의 휘도가 증가한다.

[0122] 즉, 발광다이오드(D)로부터의 빛은 제 1 및 제 2 휘도 향상층(240, 260)의 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262) 내부 공간을 통과하게 되어 직진성이 증가한다. 따라서, 발광다이오드(D)로부터의 빛이 전반사 또는 난반사되는 양이 감소하고, 기관(210)을 향하는 빛의 양이 증가함으로써, 유기발광다이오드 표시장치(200)의 휘도가 증가한다.

[0123] 다시 도 6을 참조하면, 발광다이오드(D)로부터의 빛은 제 1 휘도 향상층(도 7의 240)의 제 1 오픈된 탄소 나노 튜브(도 7의 241) 및 제 2 휘도 향상층(도 7의 260)의 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(도 7의 262) 각각의 일단을 통해 내부 공간으로 유입되고, 각각의 타단을 통해 기관(도 7의 210) 방향으로 가이드되기 때문에, 기관(210) 방향으로의 직진성이 증가한다. 따라서, 발광다이오드(D)로부터의 빛이 전반사 또는 난반사되는 양이 감소하고, 기관(210)을 향하는 빛의 양이 증가함으로써, 유기발광다이오드 표시장치(200)의 휘도가 증가한다.

[0124] 도 7에서는, 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262) 모두가 기관(210)에 대하여 수직하게 배열된 것이 도시되고 있다. 이와 달리, 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)는 무질서하게 배열될 수도 있다. 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)가 무질서하게 배열되더라도, 이중 일부는 기관(210)에 대하여 수직하게 또는 비스듬하게 배열되기 때문에 빛의 경로 역할을 하게 된다.

[0125] 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)는 내부가 비어 있고 양단이 오픈된 상태를 갖는다. 즉, 빛이 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)의 오픈된 일단으로 유입되어 내부 공간을 진행하고 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)의 오픈된 타단으로 빠져나오게 되어, 빛의 직진성이 증가한다. 이때, 제 1 및 제 2 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)는 단층 또는 이중층 셀을 가져 내부 공간을 형성한다.

[0126] 제 1 휘도 향상층(240)은 일반적인 유기발광다이오드 표시장치의 층간 절연막(도 1의 240) 위치에 대응되고, 제 2 휘도 향상층(260)은 일반적인 유기발광다이오드 표시장치의 평탄화층(도 1의 260) 위치에 대응된다. 이때, 도 7에서, 제 1 휘도 향상층(240)과 제 2 휘도 향상층(260) 모두가 오픈된 탄소 나노 튜브(241, 262)를 포함하는 것이 보여지고 있으나, 이에 한정되지 않는다. 즉, 제 1 휘도 향상층(240)만이 오픈된 탄소 나노 튜브(241)를 포함하고, 제 2 휘도 향상층(260) 대신에 일반적인 평탄화층이 형성될 수 있다.

[0127] 다시 말해, 본 발명의 제 1 및 제 2 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치는, 층간 절연막 또는 평탄화층 중 적어도 어느 하나가 오픈된 탄소 나노 튜브를 포함함으로써 휘도 향상층의 역할을 하고 이에 따라 구동 전압의 증가 없이 유기발광다이오드 표시장치의 휘도가 증가하는 효과를 갖는다.

[0128] -제 3 실시예-

[0129] 도 8은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

[0130] 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(300)는, 구동 박막트랜지스터(Td)와, 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결되는 발광다이오드(D)와, 구동 박막트랜지스터(Td)를 덮는 휘도 향상층(380)을 포함한다.

[0131] 구동 박막트랜지스터(Td)는, 반도체층(312)과, 게이트 전극(330)과, 소스 전극(352)과, 드레인 전극(354)을 포함한다.

[0132] 유리 또는 플라스틱으로 이루어지는 기관(310) 상부에 반도체층(312)이 형성된다. 예를 들어, 반도체층(312)은 산화물 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 이와 달리, 반도체층(312)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 반도체층(312)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.

[0133] 반도체층(312) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(322)이 기관(310) 전면에서 형성된다. 게이트 절연막(322)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.

[0134] 게이트 절연막(322) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 이루어진 게이트 전극(330)이 반도체층(312)의 중앙에 대응하여 형성된다. 또한, 게이트 절연막(322) 상부에는 게이트 배선(도시하지 않음)과 제1 캐패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다. 게이트 배선은 제1방향을 따라 연장되고, 제1 캐패시터 전극은 게이트 전극(330)에 연결될 수 있다.

- [0135] 한편, 게이트 절연막(322)이 기판(310) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(322)은 게이트전극(330)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0136] 게이트전극(330) 상부에는 절연물질로 이루어진 층간 절연막(340)이 기판(310) 전면에 형성된다. 층간 절연막(340)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0137] 층간 절연막(340)은 반도체층(112)의 양측 상면을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(342, 344)을 갖는다. 제 1 및 제 2 콘택홀(342, 344)은 게이트 전극(330)의 양측에 게이트 전극(330)과 이격되어 위치한다. 여기서, 제 1 및 제 2 콘택홀(342, 344)은 게이트 절연막(322) 내에도 형성된다. 이와 달리, 게이트 절연막(322)이 게이트 전극(330)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 제 1 및 제 2 콘택홀(342, 344)은 층간 절연막(340) 내에만 형성된다.
- [0138] 층간 절연막(340) 상부에는 금속과 같은 도전성 물질로 소스 전극(352)과 드레인 전극(354)이 형성된다. 또한, 층간 절연막(340) 상부에는 제 2 방향을 따라 연장되는 데이터 배선(도시하지 않음)과 전원 배선(도시하지 않음) 및 제 2 캐패시터 전극(도시하지 않음)이 형성될 수 있다.
- [0139] 소스 전극(352)과 드레인 전극(354)은 게이트 전극(330)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 제 1 및 제 2 콘택홀(342, 344)을 통해 반도체층(312)의 양측과 접촉한다. 도시하지 않았지만, 데이터 배선은 제 2 방향을 따라 연장되고 게이트 배선과 교차하여 화소영역을 정의하며, 고전위 전압을 공급하는 전원 배선은 데이터 배선과 이격되어 위치한다. 제 2 캐패시터 전극은 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(354)과 연결되고 제 1 캐패시터 전극과 중첩함으로써, 제 1 및 제 2 캐패시터 전극 사이의 층간 절연막(340)을 유전체층으로 하여 스토리지 캐패시터를 이룬다.
- [0140] 반도체층(312)과, 게이트전극(330), 소스 전극(152), 드레인전극(354)은 구동 박막트랜지스터(Td)를 이루는데, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층(312)의 상부에 게이트 전극(330), 소스 전극(352) 및 드레인 전극(354)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0141] 이와 달리, 구동 박막트랜지스터(Td)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0142] 또한, 구동 박막트랜지스터(Td)와 실질적으로 동일한 구조의 스위칭 박막트랜지스터(도 2의 Ts)가 기판(310) 상에 더 형성된다. 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극(330)은 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 드레인 전극(도시하지 않음)에 연결되고 구동 박막트랜지스터(Td)의 소스 전극(352)은 전원 배선(도시하지 않음)에 연결된다. 또한, 스위칭 박막트랜지스터(Ts)의 게이트 전극(도시하지 않음)과 소스 전극(도시하지 않음)은 게이트 배선 및 데이터 배선과 각각 연결된다.
- [0143] 소스 전극(352)과 드레인 전극(354) 상부에는 평탄화층(360)이 기판(310) 전면에 형성된다. 평탄화층(360)은 상면이 평탄하며, 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(354)을 노출하는 드레인 콘택홀(364)을 갖는다. 여기서, 드레인 콘택홀(364)은 제 2 콘택홀(344) 바로 위에 형성된 것으로 도시되어 있으나, 제 2 콘택홀(344)과 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0144] 발광다이오드(D)는 평탄화층(360) 상에 위치하며 구동 박막트랜지스터(Td)의 드레인 전극(354)에 연결되는 제 1 전극(370)과, 제 1 전극(370) 상에 순차 적층되는 유기발광층(374) 및 제 2 전극(376)을 포함한다.
- [0145] 제 1 전극(370)은 일함수 값이 비교적 큰 도전성 물질로 이루어지며 각 화소 영역(도 2의 P) 별로 분리되어 형성된다. 예를 들어, 제 1 전극(370)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)와 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0146] 유기발광층(374)은 발광물질층(emitting material layer)의 단일층 구조를 갖거나, 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transporting layer), 발광물질층, 전자수송층(electron transporting layer), 전자주입층(electron injection layer)의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0147] 제 2 전극(376)은 일함수 값이 비교적 큰 물질로 이루어지며, 다수의 화소 영역(P)을 포함하는 표시영역 전면에 대하여 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제 2 전극(376)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 알루미늄-마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0148] 이때, 제 2 전극(376)은 빛이 투과되도록 비교적 얇은 두께를 가지며, 제 2 전극(392)의 빛 투과도는 약 45-50%

일 수 있다. 즉, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(300)는 유기발광층(374)으로부터의 빛이 제 2 전극(392)을 통과하여 영상이 표시되는 상부 발광 방식(top emission type)이다.

- [0149] 광 효율 향상을 위해, 제 1 전극(370)은 불투명 도전성 물질로 이루어진 반사층(도시하지 않음)을 더 포함하여, 투명 도전성 전극층과 불투명 도전성 물질의 반사층을 포함하는 다층 구조를 가질 수 있다. 일례로, 반사층은 알루미늄-팔라듐-구리(aluminum-palladium-copper: APC) 합금으로 형성될 수 있으며, 제 1 전극(370)은 ITO/APC/ITO의 3중층 구조를 가질 수 있다.
- [0150] 또한, 제 1 전극(370)의 가장자리를 덮고 제 1 전극(370)의 중앙부를 노출하는 개구를 갖는 बैं크(372)가 평탄화층(360) 상에 더 형성될 수 있다.
- [0151] 휘도 향상층(380)은 발광다이오드(D)를 덮으며, 오픈된 탄소 나노 튜브(opened carbon nano-tube, 382)를 포함한다. 즉, 휘도 향상층(380)은 제 2 전극(376) 상에 위치하며 기관(310) 전면에 대응한다.
- [0152] 휘도 향상층(380)은 유기바인더(미도시)와 오픈된 탄소 나노 튜브(382)를 포함하며, 발광다이오드(D)로부터 방출된 빛의 가이드 역할을 한다.
- [0153] 제 1 전극(370)으로부터의 정공과 제 2 전극(376)으로부터의 전자가 유기발광층(374)에서 결합되어 엑시톤(exciton)이 생성되고, 엑시톤이 여기상태에서 바닥상태로 떨어지면서 발광다이오드(D), 즉 유기발광층(374)이 발광하게 된다.
- [0154] 전술한 바와 같이, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 유기발광다이오드 표시장치(300)는, 유기발광층(374)으로부터의 빛이 제 2 전극(376)과 휘도 향상층(380)을 통과하여 영상이 표시되는 상부 발광 방식이다. 이때, 유기발광층(374)으로부터의 빛은 휘도 향상층(380)의 오픈된 탄소 나노 튜브(382)에 의해 가이드됨으로써 유기발광다이오드 표시장치(300)의 휘도가 증가한다.
- [0155] 다시 도 6을 참조하면, 발광다이오드(D)로부터의 빛은 휘도 향상층(도 8의 380)의 오픈된 탄소 나노 튜브(도 8의 382)의 일단을 통해 내부 공간으로 유입되고, 타단을 통해 휘도 향상층(380)의 외부면 방향으로 가이드되기 때문에, 빛의 직진성이 증가한다. 따라서, 발광다이오드(D)로부터의 빛이 전반사 또는 난반사되는 양이 감소하고, 휘도 향상층(380)의 외부면을 향하는 빛의 양이 증가함으로써, 유기발광다이오드 표시장치(300)의 휘도가 증가한다.
- [0156] 도 8에서는, 오픈된 탄소 나노 튜브(382) 모두가 기관(310)에 대하여 수직하게 배열된 것이 도시되고 있다. 이와 달리, 오픈된 탄소 나노 튜브(382)는 무질서하게 배열될 수도 있다. 오픈된 탄소 나노 튜브(382)가 무질서하게 배열되더라도, 이중 일부는 기관(310)에 대하여 수직하게 또는 비스듬하게 배열되기 때문에 빛의 경로 역할을 하게 된다.
- [0157] 오픈된 탄소 나노 튜브(382)는 내부가 비어 있고 양단이 오픈된 상태를 갖는다. 즉, 빛이 오픈된 탄소 나노 튜브(382)의 오픈된 일단으로 유입되어 내부 공간을 진행하고 오픈된 탄소 나노 튜브(382)의 오픈된 타단으로 빠져나오게 되어, 빛의 직진성이 증가한다. 이때, 오픈된 탄소 나노 튜브(382)는 단층 또는 이중층 셀을 가져 내부 공간을 형성한다.
- [0158] 본 발명의 제 3 실시예에 따른 상부 발광 방식 유기발광다이오드 표시장치(300)는 제 2 전극(376) 상부에 위치하고 빛의 경로를 제공하는 오픈된 탄소 나노 튜브(382)를 포함하는 휘도 향상층(380)을 포함하기 때문에, 구동 전압 증가 없이 유기발광다이오드 표시장치(300)의 휘도가 증가한다.
- [0159] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

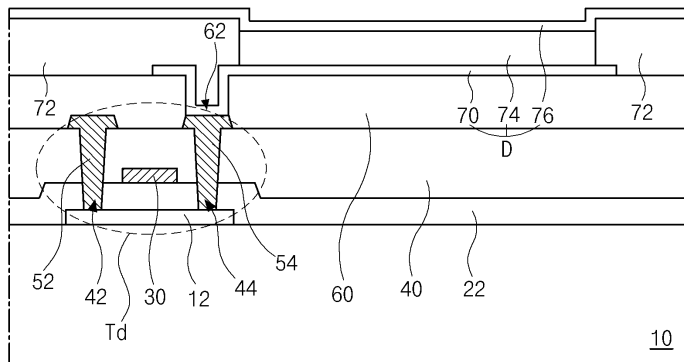
부호의 설명

- [0160] 100, 200, 300: 유기발광다이오드 표시장치
110, 210, 310: 기관 112, 212, 312: 반도체층

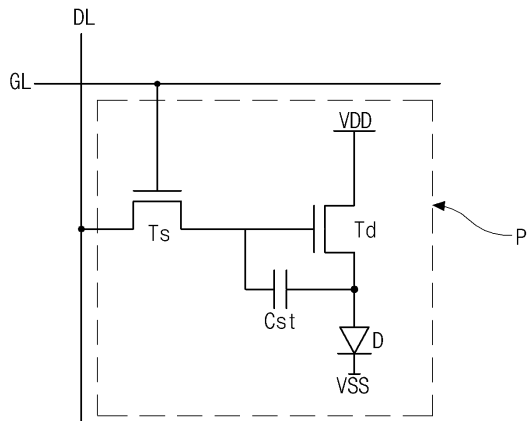
122, 222, 322: 게이트 절연막 130, 230, 330: 게이트 전극
 140, 340: 층간 절연막 152, 252, 352: 소스 전극
 154, 254, 354: 드레인 전극 170, 270, 370: 제 1 전극
 172, 272, 372: बैं크 174, 274, 374: 유기발광층
 176, 276, 376: 제 2 전극 160, 240, 260, 280: 휘도 향상층
 162, 241, 262, 282: 오픈된 탄소 나노 튜브
 360: 평탄화층 Td: 구동 박막트랜지스터
 Ts: 스위칭 박막트랜지스터 D: 발광다이오드

도면

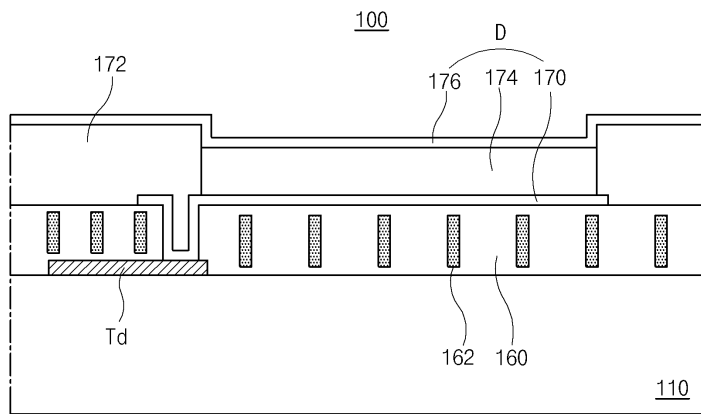
도면1



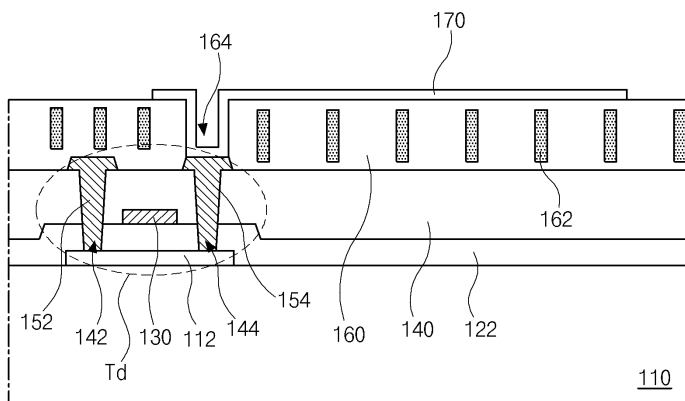
도면2



도면3

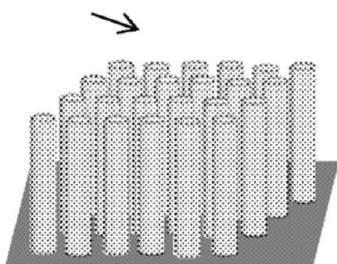


도면4

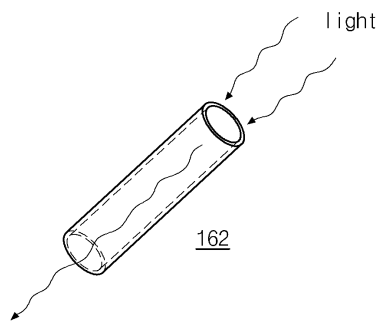


도면5

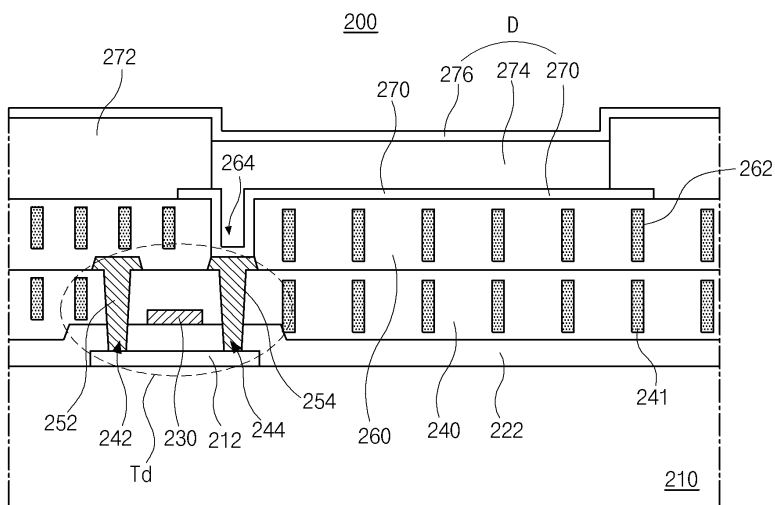
수직으로 배향된 CNT



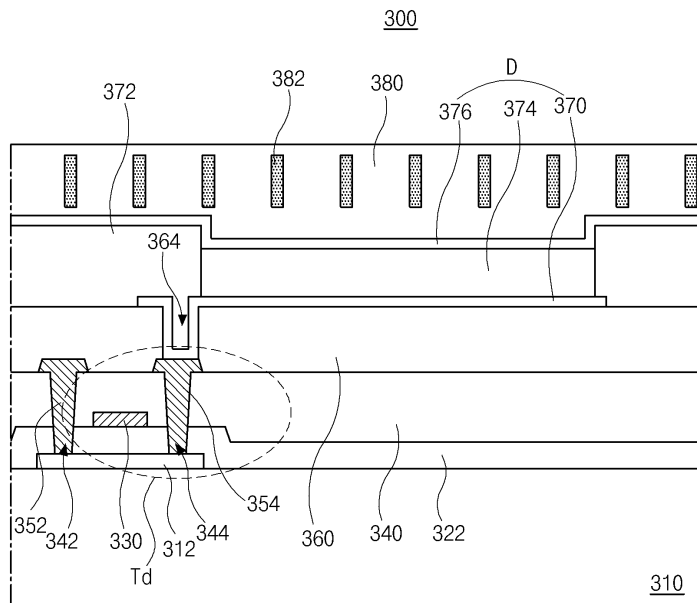
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	标题：亮度增强层和包括其的有机发光二极管显示装置		
公开(公告)号	KR1020160069045A	公开(公告)日	2016-06-16
申请号	KR1020140173912	申请日	2014-12-05
[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	KIM BYONG HOO 김병후 KIM DONG YOUNG 김동영		
发明人	김병후 김동영		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L27/32 H01L51/56 H01L27/3202		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种有机粘合剂和包含开口碳纳米管的增亮层。这种亮度增强层用作绝缘层，例如，以增加有机发光二极管显示装置的亮度。

