(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0039302
(43) 공개일자 2016년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 33/12* (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5262 (2013.01)
H01L 33/0095 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7007731(분할)
(22) 출원일자(국제) 2012년06월20일
심사청구일자 2016년03월23일
(62) 원출원 특허 10-2013-7033313
원출원일자(국제) 2012년06월20일
심사청구일자 2015년04월13일
(85) 번역문제출일자 2016년03월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/043202
(87) 국제공개번호 WO 2012/177673
국제공개일자 2012년12월27일
(30) 우선권주장
61/499,496 2011년06월21일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
카티바, 인크.
미국 94560 뉴웍, 7015 게이트웨이 보울레바르드
(72) 발명자
첸, 지앙롱
미국, 94025 캘리포니아, 멘로 파크, 오브라이언 드라이브 1430, 슈트 에이
밀라드, 아이앤
미국, 94025 캘리포니아, 멘로 파크, 오브라이언 드라이브 1430, 슈트 에이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
강명구

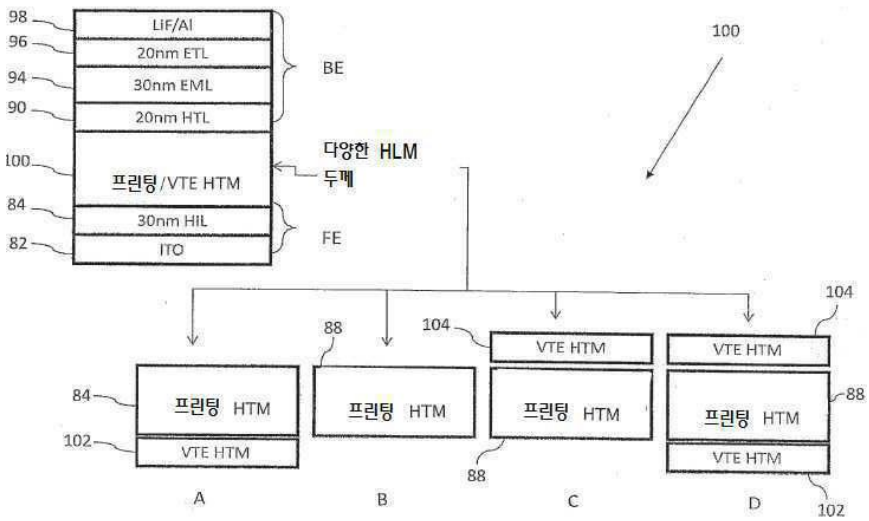
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 **OLED 마이크로 공동 및 버퍼 층을 위한 물질과 그 생산 방법**

(57) 요 약

본 발명은 잉크젯 프린팅 또는 열 프린팅 공정을 이용하여 유기 발광 소자 (OLED)를 위한 유기층을 형성하기 위한 방법을 제공한다. 본 방법은 또한 OLED 스택을 생성하기 위해, 진공 열 증발(VTE)과 같은, 하나 이상의 추가 공정을 더욱 사용할 수 있다. 전하 주입 또는 전하 수송 층 중 적어도 하나가 높은 증착 속도로 잉크젯 프린팅 또는 열 인쇄 법에 의해 형성되는 OLED 스택 구조가 또한 제공된다. 유기층의 구조는 증착 파라미터 및 사후 처리 조건에 따라, 결정질이거나, 비정질, 다공성, 밀도 있고, 매끄럽고, 거친 또는 이들의 조합 일 수 있다. 상기 방법 중 하나 이상에 의해 OLED의 마이크로 공동이 또한 제공되며, 형성될 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 33/12 (2013.01)
H01L 51/0004 (2013.01)
H01L 51/0005 (2013.01)
H01L 51/5218 (2013.01)
H01L 51/5221 (2013.01)
H01L 51/5265 (2013.01)
H01L 51/5271 (2013.01)
H01L 2924/12044 (2013.01)

(72) 발명자
반 슬리케, 스티븐
미국, 94025 캘리포니아, 멘로 파크, 오브라이언 드라이브 1430, 슈트 에이
트레구브, 인나
미국, 94025 캘리포니아, 멘로 파크, 오브라이언 드라이브 1430, 슈트 에이
메디간, 코노
미국, 94025 캘리포니아, 멘로 파크, 오브라이언 드라이브 1430, 슈트 에이

(30) 우선권주장
61/499,465 2011년06월21일 미국(US)
13/333,867 2011년12월21일 미국(US)
13/360,597 2012년01월27일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

유기 발광 소자용 마이크로공동에 있어서,

제 1 반사 전극을 포함하는 기판과,

상기 기판 상에 형성되고, 상기 기판과 면하는 제 1 표면 및 상기 제 1 표면에 대향된 제 2 표면을 포함하는, 건식 필름 유기 물질층과,

상기 건식 필름 유기 물질층이 상기 제 1 반사 전극과 발광층 사이에 위치하도록 상기 건식 필름 유기 물질층 위의 상기 발광층 - 상기 발광층은 여기될 때, 피크 방출 파장에서 광을 방출하는 발광 유기 물질을 포함함 - 과,

상기 발광층이 상기 제 1 반사 전극과 제 2 반사 전극 사이에 위치하도록 상기 발광층 위의 상기 제 2 반사 전극을 포함하며,

상기 제 2 표면은 10x10 ㎛² 의 면적에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 0.5 nm 내지 1.0㎛의 표면 거칠기를 나타내고, 유기 발광 소자 스택은 10x10 ㎛² 의 면적에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 5.0 nm 미만의 표면 거칠기를 가진 제 2 표면을 갖는 동일한 마이크로 공동의 광도에 비해 1.01 내지 2.0 배의 광도 증가를 나타내는,

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 반사 전극 및 제 2 반사 전극이 일정한 거리만큼 서로 분리되며 , 상기 거리가 마이크로 공동의 깊이에 해당하고, 그리고 상기 마이크로 공동의 깊이는 피크 방출 파장의 공진 발광을 할 수 있도록 구성되는,

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 건식 필름 유기 물질층은 2개 내지 20개의 서브-층을 포함하는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 건식 필름 유기 물질층은 50℃ 내지 250℃의 온도에서 베이킹된, 베이킹(baked) 건식 필름 유기 물질층을 포함하는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

50℃ 내지 250℃에서의 베이킹 시간은 5.0 밀리초 내지 5.0시간인

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 건식 필름 유기 물질층은 250℃ 내지 450℃의 온도에서 베이킹된, 베이킹(baked) 건식 필름 유기 물질층을 포함하는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

250℃ 내지 450℃에서의 베이킹 시간은 5.0 밀리초 내지 5.0시간인

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 반사 전극 중 적어도 하나는 반투명성인

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 건식 필름 유기 물질층은 결정질 베이킹 건식 필름 유기 물질층을 포함하는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

결정질 건식 필름 유기 물질층은 $1.0x10^{-9}$ S/m로부터 약 $1.0x10^{-1}$ S/m의 전도도를 갖는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 기판 상에 형성되는 건식 필름 유기 물질층은 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 포함하는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 건식 필름 유기 물질층이 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

인쇄되는 유기 물질층이 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 인쇄되는 발광층으로 형성되는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 인쇄되는 발광층이 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 굴절률은 1.01 내지 1.55이고, 상기 유기 물질층의 굴절률은 1.60 내지 5.01인

유기 발광 소자용 마이크로공동.

청구항 17

유기 발광 소자에 있어서,

제 1 전극과,

상기 제 1 전극 위에 위치하고, 상기 제1 전극에 전기적으로 연결되며, $1.0x10^{-9}$ S/m 내지 $1.0x10^{-1}$ S/m의 전도도를 갖는, 결정질 유기층과,

상기 결정질 유기층 위에 위치하고 상기 결정질 유기층에 전기적으로 연결되는 발광층 - 상기 발광층은 여기될 때 피크 방출 파장에서 광을 방출함 - 과,

상기 발광층 위에 위치하고 상기 발광층과 전기적으로 연결되는 제 2 전극을 포함하는

유기 발광 소자.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 결정질 유기층은 $1.0x10^{-9}$ S/m 내지 $1.0x10^{-7}$ S/m의 전도도를 갖는

유기 발광 소자.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 결정질 유기층은 건식 필름 유기 물질층을 베이킹함으로써 형성되는

유기 발광 소자.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 건식 필름 유기 물질층은 인쇄된 유기 물질층으로 형성되는

유기 발광 소자.유기 발광 소자.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 인쇄된 유기 물질층은 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자.

청구항 22

제 17 항에 있어서,

상기 발광층은 인쇄된 발광층으로 형성되는

유기 발광 소자.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 인쇄된 발광층은 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자.

청구항 24

유기 발광 소자 스택에 있어서,

기판과,

상기 기판 상에 형성되고, 2개 내지 20개의 서브-층, 상기 기판에 면하는 제 1 표면, 및 상기 제 1 표면에 대향된 제 2 표면을 포함하는, 건식 필름 유기 물질층과,

상기 건식 필름 유기 물질층이 상기 기판과 발광층 사이에 놓이도록 상기 건식 필름 유기 물질층 위에 위치한 발광층 - 상기 발광층은, 방출 파장에서 광을 방출하는 발광 유기 물질을 포함함 - 을 포함하며,

상기 제 2 표면은 10x10 ㎛² 의 면적에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 0.5 ㎚ 내지 1.0㎛의 표면 거칠기를 나타내고, 상기 유기 발광 소자 스택은 1.01 내지 2.0 배의 광도 효율을 나타내는,

유기 발광 소자 스택.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 기판 상에 형성되는 건식 필름 유기 물질층은 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 포함하는

유기 발광 소자 스택.

청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 건식 필름 유기 물질층은 인쇄된 유기 물질층으로 형성되는

유기 발광 소자 스택.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 인쇄된 유기 물질층은 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자 스택.

청구항 28

제 24 항에 있어서,

상기 발광층은 인쇄된 발광층으로 형성되는

유기 발광 소자 스택.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 인쇄된 발광층은 잉크젯 프린팅을 이용하여 형성되는

유기 발광 소자 스택.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본원 발명은 2011.12.21. 출원된 미국 특허출원 13/333,867, 2012.1.27. 출원된 미국 특허출원13/360,597, 또한 2011.6.21. 출원된 미국 가 특허출원 61/499,465 및 61/499,496을 우선권 주장의 기초로 한다.

배 경 기 술

[0002] 본 발명은 유기 발광 소자(OLED)의 층을 형성하기 위한 처리에 대한 것이다. 본 발명은 또한 OLED 스택 구조에 대한 것이다.

[0003] OLED는 전압이 소자에 가해지는 때 광선을 방출하는 얇은 유기 막(또는 유기 박막)의 사용한다. OLED는 평판 디스플레이, 조명 및 백라이팅과 같은 응용에서 사용하기 위한 점점 관심을 받는 기술이 되어왔다. OLED 기술은 Geffroy 등의, "유기 발광 다이오드 (OLED) 기술: 재료 소자 및 디스플레이 기술", Polym, Int., 55:572-582 (2006)에서 설명되며, 미국 특허 5,844,363, 6,303,238 및 5,707,745에서 설명된 여러 OLED 재료 및 구성에서 설명되고, 이들 모두는 본 명세서에 참고로 인용된다.

[0004] 여러 경우에서, OLED 내의 발광층에서 발생되는 빛의 상당 부분이 무선 인터페이스에서 내부 반사, 에지 발광, 발광 또는 다른 층 내에 분산, 소자의 발광층 또는 다른 층(즉, 수송 층, 주입 층 등) 내의 도파관 효과 그리고 다른 효과로 인해 소자를 벗어나지 못한다. 전형적인 OLED에서, 발광층에서 생성된 광선의 최대 50 ~ 60 %가 도파 모드에 갇히며, 따라서 소자를 탈출하는 데 실패할 수 있다. 또한, 전형적인 OLED에서 발광 물질에 의해 방출되는 광선의 최대 20 ~ 30 %가 유리 모드(glass mode)로 남아있을 수 있다. 전형적인 OLED의 광추출(out-coupling) 효율은, 따라서, 약 20 %로 낮다. 예를 들면, 미국 특허 출원 공보 제2008/0238310 A1를 참고로 할 수 있으며, 그 전체가 본원에 참고로 인용된다.

[0005] 유기 OLED 층은, 종래의 공정에서, 진공 증착에 의해 열 증착(VTE)에 의해 증착된다. 그와 같은 OLED 증착 처리에서, 유기층은 일반적으로 느린 증착 속도(1 옹스트롬/초 내지 5 옹스트롬/초까지)로 증착되며 두꺼운 버퍼층이 증착될 때 증착 시간은 바람직하지 않게 길다. 또한, 층 두께를 수정하기 위해, 스텐실 마스크가 적용되어 증기 플럭스를 차폐하거나 기판상으로 통과할 수 있도록 한다. 또한, 얻어진 유기층은 통상적으로는 기판 유리의 굴절률보다 현저히 높은 굴절률을 갖는다. 이와 같이, 발광의 일부는 유기층에 트랩될 수 있고, 도파 모드(waveguide mode)로 상실된다.

[0006] 진공 열 증착(VTE)에서, 정공 수송 재료(HTM)의 층은, 예를 들면, 총 약 550초 또는 약 9.0 분의 시간 동안 110 nm에 대해 약 0.2 nm/초의 느린 속도로 진공 증착된다. 유기 박막을 형성하기 위한 VTE와 같은 관련 종래 기술은, 잉크젯 프린팅의 큰 면적(large area) 패터닝 능력을 제공하지 못하며, 잉크젯 프린팅 능력을 증기 증착으로 달성되는 높은 균일성, 순도, 및 두께 제어와 결합시키지 못한다. 높은 막 품질 및 비용 효과적인 큰 면적 확장성을 모두 제공할 수 있는 기술 개발이 요구된다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0007] 다양한 실시예에 따라, 본 발명은 OLED 스택의 제조 중에 발광층(EML)과 전극 사이에 버퍼층을 신속하게 형성하기 위해 증착 방법에 대한 것이다. 본 방법은 대량 미세 패터닝패터닝 높은 증착 속도를 제공할 수 있으며, 그리고 포스트 증착 가열-처리 방법이 사용되어 버퍼층의 거칠기를 줄일 수 있다. 잉크젯 프린팅 및/또는 열 프린

팅을 사용하는 프린팅 처리는 모세관 현상을 제공하여 유기층의 형태, 그 나노구조, 마이크로구조, 전자적 특성, 그리고 광학 특성을 변경하도록 하며, 따라서 개선된 OLED 성능을 가져오도록 한다. 본 발명의 방법은 버퍼 층 형태, 구조 및 특징의 조작과 증착 조건의 조정을 가능하게 한다. 일정 실시예에서, 본 발명 방법은 낮아진 전하 주입 장벽, 낮아진 굴절률, 상승된 광추출 효율(out-coupling efficiency), 그리고 전자 또는 정공 전하가 재결합하고 광자가 생성되는 재조합 영역에서의 상승된 인터페이스 영역을 제공할 수 있다.

[0008] 다양한 실시예에 따라, 다공성 버퍼 층이 투명 전극에 인접하여 형성될 수 있다. 상기 버퍼 층은 실리카 유리에 비해 낮은 굴절률을 가지며, EML로부터의 광추출이 더욱 효율적이도록 한다. 일정 실시예에서, 상기 버퍼층 표면은 러프하게 만들어져서, 더욱 많은 광선이 산란되거나 투명 전극 층으로 추출될 수 있도록 한다. 일정 실시예에서, 상기 버퍼층은 결정질로 만들어져서 전하 이동성을 증가시키고, 전압강하를 감소시키며, 그리고 전체적인 효율을 개선시키도록 한다. 일정 실시예에서, 상기 버퍼층 두께는 발광 색도를 개선하고 마이크로 공동 효과를 달성시키기 위해 칼라/파장 각각에 대하여 적합하게 된다. 일정 실시예에서, 상기 버퍼 층은 OLED 칼라 색도를 개선하기 위해 사용될 수 있다.

[0009] 다양한 실시예에 따라, 상기 버퍼 층은 스탠다드 진공 증착 기술(VTE)을 잉크젯 프린팅 및/또는 열 프린팅 증착 기술과 결합하는 방법에 의해 만들어질 수 있다. 층 두께를 변경시킴에 의해, 방출 스펙트럼이 일정 칼라 또는 파장; 가령 적색, 녹색, 또는 청색에 적합하도록 조정될 수 있다. 한 실시예에서, 상기 버퍼층 두께는 적색에서는 가장 두껍고, 녹색에서는 중간이며, 청색에서는 가장 얇게 만들어질 수 있다. 이 같은 방법은 높은 비-평형 속도에서 프린트된 버퍼층은 매우 독특한 나노구조 영역(밀집 대 다공성, 비정질 대 결정질, 그리고 부드러움 대 거친)을 갖도록 만들어질 수 있다.

[0010] 다양한 실시예에 따라, 유기 발광 소자를 위한 건조 유기층을 형성하기 위한 방법이 본 발명에 의해 제공된다. 일정 실시예에서, 이 같은 방법은 도포하고, 에너지 제공하며, 전사하고 그리고 베이킹하는 단계들을 포함한다. 유기 발광 소자 층을 형성하기 위한 액체 잉크가 전사 표면으로 도포될 수 있다. 상기 액체 잉크는 캐리어 유체 그리고 용해 또는 현탁, 막-형성 유기 물질에 의해 정해질 수 있다. 상기 전사 표면에는 캐리어 유체를 완전히 증발시키고 상기 전사 표면에 건조 막 유기 물질을 형성시키기 위해 에너지가 제공된다. 상기 건조 막 유기 물질은 상기 전사 표면에서 기판으로 전사되어, 건조 막 유기 물질이 실제로 고체 상태로 기판에 증착되도록 한다. 여기서, 도포하고, 에너지를 제공하며, 그리고 전사하는 처리는 열 프린팅이라 한다. 사용될 수 있는 열 프린팅 기술 및 장치는 예를 들면 미국 특허 출원 공개 US 2008/0311307 A1, US 2008/0308037 A1, US 2006/0115585 A1, US 2010/0188457 A1, US 2011/0008541 A1, US 2010/0171780 A1, 및 US 2010/0201749 A1에 설명된 것들을 포함하며, 그 전체가 본 명세서에 참고로 인용된다. 일정 실시예에서, 상기 전사 표면은 예들 들어 기판으로부터 약 10.0㎛ 내지 약 100.0 ㎛ 거리에서 전사하는 동안 기판으로부터 약 1.0㎛ 내지 약 10.0㎜의 거리에 위치할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질은 약 0.1㎜/초 내지 약 1.0㎚/초 속도로 층 두께를 구성하도록 증착될 수 있어서, 기판에 유기층을 형성하도록 한다. 일정 실시예에서 상기 유기층은 약 50℃ 내지 250℃의 제1 베이킹 온도로 약 5.0 밀리세컨드 내지 약 5.0 시간 제1 베이킹 시간 동안 베이킹 되어서 유기 발광 소자를 위한 제1 베이킹 유기층을 형성하도록 한다.

[0011] 일정 실시예에서, 액체 잉크는 잉크젯 프린팅을 사용하여 기판 또는 유기층으로 직접 전사된다. 액체 잉크를 상기 기판에 도포한 뒤, 이러한 캐리어가 열, 진공, 가스 흐름, 방사선 노출, 또는 이들의 조합으로 제거되어(driving off), 상기 열 프린팅 처리와 관련하여 설명된 바와 같이 베이킹 될 수 있는 유기층을 형성하도록 한다. 본원 명세서에서 설명되는 이 같은 방법 또는 다른 방법과 관련하여, 액체 잉크는 잉크젯 프린트 헤드의 하나 이상의 패스(경로)를 이용한 프린팅 잉크젯에 의해 유기층을 형성하는 기판상의 특정 위치로 전사될 수 있다. 상기 잉크젯 프린트헤드에 의해 뒤이은 패스가 사용되어 층 두께를 만들도록 한다. 뒤이은 패스는 이전의 패스가 잉크를 증착한 영역과 비교하여 더욱 작은 면적으로 잉크젯 잉크를 전사하도록 구성될 수 있다. 더욱 작은 면적에 프린팅하는 것은 제1 패스에 의해 커버되었던 것과 정확히 같은 면적이 제2 패스에의해 커버될 것이라면 발생할 수도 있는 잉크젯 잉크의 번짐, 런닝, 그리고 흐릿해짐을 막도록 사용될 수 있다. 특정 액체 잉크용 캐리어, 예를 들면 용매는, 실질적으로 이미 증착된 하부 층에 유기 재료를 실질적으로 용해 또는 현탁하지 않을 것을 선택할 수 있다. 경우에 따라 서로 다른 캐리어 또는 용매가 사용되어 같은 유기 재료에 대해 다른 상대적인 용해도를 제공할 수 있다.

[0012] 유기 발광 소자를 위한 결정성 유기층을 형성하는 방법이 본 발명에 의해 제공된다. 일부 실시예에서, 상기 방법은 적어도 베이킹 단계가 뒤따르는 잉크젯 프린팅 단계를 포함한다. 일부 실시예에서, 상기 방법은 도포 단계, 에너지 공급단계, 전사 단계, 예를 들면 베이킹 단계가 뒤따르는 열 프린팅 단계와 같은 베이킹 단계를 포함할 수 있다. 만약 열 프린팅 단계를 사용하는 경우, 액체 잉크는 유기 발광 소자 층을 형성하기 위해 전사

표면에 도포될 수 있다. 상기 액체 잉크는 캐리어 유체로 정의될 수 있고 용해 또는 현탁 막 형성 유기 물질 재료에 의해 정해질 수 있다. 상기 막-형성 유기 물질 재료는 OLED 층을 위한 원하는 특징을 갖는 재료를 포함할 수 있다. 상기 전사 표면은 다음에 실질적으로 캐리어 액체를 증발시키고 상기 전사 표면에 건조 막 유기 물질을 형성하도록 에너지를 제공받게 된다. 상기 건조 막 유기 물질은 유리 전이 범위를 가질 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질은 상기 전사 표면으로부터 기판으로 전사되어서, 상기 건조 막 유기 물질이 실질적으로 고체 상태로 기판상에 증착되도록 한다. 상기 전사 표면은 전사 중에 기판으로부터 약 1.0 μm 내지 약 10.0 mm 의 거리, 예를 들어, 기판으로부터 약 10.0 μm 내지 약 100.0 μm의 거리에 위치할 수 있다. 상기 건조 막 유기 재료는 기판에 사전-베이킹 유기층을 형성하기 위해, 약 0.1 nm/sec 내지 약 1.0 mm/sec까지의 속도로 일정 층 두께를 구성하기 위해 증착될 수 있다. 상기 사전-베이킹 유기물층은 유기 발광 소자를 위한 결정성 유기층을 형성하기 위해 유리 전이 범위 내에서 유리 전이 범위 이상까지의 베이킹 온도로 베이킹 될 수 있다. 상기 결정성 유기층은 약 $1.0x10^{-9}$ S/m 내지 약 $1.0x10^{-1}$ S/m, 예를 들면, 약 $1.0x10^{-9}$ S/m 내지 약 $1.0x10^{-4}$ S/m, 또는 약 $1.0x10^{-9}$ S/m 내지 약 $1.0x10^{-7}$ S/m의 전도성을 가질 수 있다. 더욱 높은 전도성 HTM 층 물질이 더욱 높은 전도도를 달성하기 위해 사용될 수 있다.

[0013] 일정 실시예에서, 유기 발광 소자를 위한 결정성 유기층은 잉크젯 프린팅을 이용하여, 액체 잉크를 기판에 직접 전사함으로써, 또는 기존 유기층에 직접 전사함으로써, 형성된다. 액체 잉크를 기판에 도포한 뒤에, 이러한 캐리어가 열, 진공, 가스 스트림, 방사선 노출, 또는 이들의 조합에 의해 제거된다. 다음 건조 유기층이 베이킹되어 열 프린팅 처리와 관련하여 상기에서 설명된 바와 같은 결정질 구조를 형성하도록 한다. 열 프린팅 기술과 관련하여 상기 설명된 거리, 증착 속도, 및 전도도는 똑같이 사용될 수 있으며 잉크젯 프린팅을 사용하여 유사한 층들을 형성하도록 달성될 수 있다.

[0014] 또한 유기 발광 소자가 본 발명에 따라 제공된다. 상기 소자는 제1 전극, 결정질 유기층, 발광층 그리고 제2 전극을 포함할 수 있다. 상기 결정질 유기층이 다시 제공될 수 있으며 제1 전극과 전기적으로 연결되고 약 $1.0x10^{-9}$ S/m 내지 약 $1.0x10^{-7}$ S/m의 전도도를 가질 수 있다. 상기 발광층은 상기 결정질 유기층 가까이에서 전기적으로 연결되어 제공될 수 있으며 이미션 파장으로 광선을 방출시키는 발광 유기 물질을 포함할 수 있다. 제2 전극이 다시 제공될 수 있으며 상기 발광층과 전기적으로 연결되어, 발광층이 제1 전극과 제2 전극 사이에서 샌드위치될 수 있도록 한다.

[0015] 유기층의 굴절률을 줄이는 방법이 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 제공된다. 본 방법은 잉크젯 프린팅 단계 또는 도포 단계, 에너지 제공 단계 및 전사 단계를 결합하는 프린팅을 포함한다. 상기 프린팅은 다양한 액체 잉크의 다중 적용을 위해 반복되며, 제각기 달리 용해된 또는 현탁된 막-형성 유기 물질을 포함한다. 열 프린팅이 사용되면, 액체 잉크 각각이 전사 표면으로 도포되어 유기 발광 소자 각 층을 형성하도록 한다. 상기 전사 표면은 에너지를 제공받아서 캐리어 유체를 증발시키도록 하며 상기 전사 표면에서 건조 막 유기 물질을 형성하도록 한다. 상기 건조 막 유기 물질은 다음에 상기 전사 표면으로부터 반투명 기판상에 배치된 반투명 전극으로 전사되어서, 상기 건조 막 유기 물질이 실질적으로 고체 상태로 반투명 전극 상에 증착되도록 한다. 상기 전사 표면은 전사 중에 기판으로부터 약 1.0 μm 내지 약 10.0 mm의 거리, 예를 들면 기판으로부터 약 10.0 μm 내지 약 100.0 μm의 거리에 위치할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질은 약 100 nm/sec 미만의 속도로, 일정 층을 만들도록 증착되어, 제1 유기층을 형성하도록 한다. 다음에 제2 액체 잉크가 제2 전사 표면으로 도포 될 수 있으며, 상기 제2 액체 잉크는 캐리어 유체, 용해 또는 현탁 막 형성 유기 물질 재료에 의해 정해져서, 유기 발광 소자의 한 층을 형성한다. 상기 제2 전사 표면은 실질적으로 캐리어 유체를 증발시키고 상기 제2 전사 표면에 제2 건조 막 유기 물질을 형성하도록 에너지를 제공받게 된다. 상기 제2 건조 막 유기 물질은 상기 제2 전사 표면으로부터 제1 유기층으로 전사되어서, 상기 제2 건조 막 유기 물질이 실질적으로 고체 상태로 증착되도록 한다. 상기 건조 막 유기 물질은 약 0.1 nm/sec 내지 약 1.0 mm/sec의 속도로 일정한 층 두께를 만들도록 증착되어, 제2 유기층을 형성하도록 한다. 제1 유기층의 굴절률은 반투명 기판의 굴절률과 제2 유기층의 굴절률 사이 중간일 수 있다. 일정 실시예에서, 액체 잉크는 잉크젯 프린팅을 사용하여 기판 또는 유기층으로 직접 전사된다. 액체 잉크를 상기 기판에 도포한 뒤, 이러한 캐리어가 열, 진공, 가스 흐름, 방사선, 또는 이들의 조합으로 제거되어, 상기 열 프린팅 처리와 관련하여 설명된 바와 같이 베이킹 될 수 있는 유기층을 형성하도록 한다. 열 프린팅 기술과 관련하여 상기 설명된 거리, 증착 속도, 그리고 굴절률은 잉크젯 프린팅 기술과 관련하여 마찬가지로 사용될 수 있다.

[0016] 유기 발광 소자에서 광선 산란을 증가시키는 방법이 본 발명의 다양한 실시예에 따라 제공된다. 본 발명 방법은 잉크젯 프린팅 단계, 또는 도포 단계, 에너지 제공 단계, 그리고 전사 단계의 조합을 포함할 수 있다. 만약 열

프린팅 기술이 사용되면, 액체 잉크가 전사 표면으로 도포 된다. 상기 액체 잉크는 캐리어 유체 및 용해 또는 현탁 막-형성 유기 물질에 의해 형성될 수 있다. 상기 전사 표면은 에너지가 제공되어 이러한 캐리어 유체를 상당히 증발시키도록 하고 상기 전사 표면상에 건조 막 유기 물질을 형성하도록 한다. 상기 건조 막 유기 물질은 상기 전사 표면으로부터 기판으로 전사되어, 상기 건조 막 유기 물질이 실질적으로 고체 상태로 기판상에 증착되도록 하고, 상기 전사 표면은 기판으로부터 약 200 μm 보다 짧은 거리에 위치한다. 상기 전사된 유기 막 물질은 약 0.1 nm/sec 내지 약 1.0 ㎜/sec의 속도로 그리고 약 1.0 ng/sec 내지 약 100 μg/sec의 매스 증착 속도로 일정 층 두께를 만들도록 증착되어, 다중-층 러프 유기층을 형성하도록 한다. 상기 다중-층 러프 유기층은 약 2 서브-층 내지 20 서브-층으로 구성되며, 면적 100 μm^2에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로서 5.0 nm 내지 약 10.0 μm 의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 일정 실시예에서, 측정된 면적은 가로, 세로가 각각 10 μm 이다. 예들 들면, 상기 다중-층 러브 유기층은 약 2개 서브-층 내지 약 100개 서브-층, 또는 약 2개 서브-층 내지 약 200개 서브-층들을 포함할 수 있다. 발광 물질은 다중-층 러프 유기층에 증착되어 발광층을 형성하고 유기 발광 소자 스택 적어도 일부를 형성하도록 한다. 다중-층 러프 유기층과 발광층을 포함하는 상기 유기 발광 소자 스택은 약 1.01 내지 약 2.0의 광도 효율을 갖는다. 즉, 상기 유기 발광 소자 스택은 동일한 마이크로 공동이지만, 제2 표면이 면적 10 x 10 μm^2에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로서 표시된 5.0 nm 보다 작은 표면 거칠기를 갖는 마이크로 공동의 광도와 비교하여, 약 1.01 내지 약 2.0의 배율로 광도 증가를 나타낼 수 있다.

[0017] 광선 산란을 증가시키기 위한 일정 실시예에서, 액체 잉크는 잉크젯 프린팅을 사용하여 기판 또는 유기층으로 직접 전사된다. 액체 잉크를 상기 기판에 도포한 뒤, 이러한 캐리어가 열, 진공, 가스 흐름, 방사선 노출, 또는 이들의 조합으로 제거되어, 선택적으로 베이킹 될 수 있는 유기층을 형성하도록 한다. 상기에서와 동일한 거리, 두께 형성 속도, 매스 증착 속도, 표면 거칠기, 층의 수, 그리고 광도 효율이 열 프린팅 처리와 관련하여 상기 설명된 잉크젯 프린팅 기술을 위해 사용될 수 있다.

[0018] 유기 발광 소자 스택이 또한 본 발명의 실시예에 의해 제공된다. 상기 스택은 기판 그리고 기판상에 형성된 건조 막 유기 물질 층을 포함한다. 상기 건조 막 유기층은 약 2개의 서브-층 내지 약 20개의 서브-층, 상기 기판을 마주하는 제1 표면, 그리고 제1 표면 반대의 제2 표면을 포함한다. 상기 스택은 상기 건조 막 유기 물질 층 위에 형성된 발광층을 포함하여, 상기 건조 막 유기 물질 층이 상기 기판과 상기 발광층 사이에 오도록 한다. 상기 발광층은 여기(excitation)시에, 예를 들면 피크 파장과 같은 특정 이미션 파장으로 광선을 방출하는 발광 유기물질을 포함할 수 있다. 상기 제2 표면은 한 면적 10 μm^2 에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 약 0.5 nm 내지 약 1.0 μm의 표면 거칠기, 예를 들면 한 면적 10 μm^2 에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 약 1.0 nm 내지 약 10.0 nm의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 일정 실시예에서, 측정된 면적은 가로, 세로 길이가 각각 10 μm (10 μm by 10 μm)인 표면이다. 상기 유기 발광 소자 스택은 면적 10 x 10 μm^2에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로서 표시된 5.0 nm보다 작은 표면 거칠기를 갖는 동일한 마이크로 공동의 광도에 대하여 약 1.01 내지 약 2.0의 배율로 광도 증가를 나타낸다.

[0019] 일정 실시예에서, 유기 발광 소자를 위한 마이크로 공동을 형성하는 방법이 제공된다. 본 발명 방법은 잉크젯 프린팅 단계, 또는 도포 단계, 에너지 제공 단계, 그리고 전사 단계의 조합을 포함할 수 있다. 만약 열 프린팅 기술이 사용되면, 액체 잉크가 전사 표면으로 도포 된다. 상기 액체 잉크는 캐리어 유체 및 용해 또는 현탁 막-형성 유기 물질에 의해 정해질 수 있다. 상기 전사 표면은 에너지가 제공되어 이러한 캐리어 유체를 증발시키도록 하고 상기 전사 표면상에 건조 막 유기 물질을 형성하도록 한다. 상기 건조 막 유기 물질은 상기 전사 표면으로부터 기판으로 전사되어, 상기 건조 막 유기 물질이 실질적으로 고체 상태로 기판상에 증착되도록 하고, 제1 유기 버퍼 층을 형성하도록 한다. 상기 기판은 제1 반사 전극을 포함할 수 있으며, 상기 전사 표면은 전사 중에 기판으로부터 약 1.0 μm 내지 약 10.0 ㎜의 거리, 예를 들면 기판으로부터 약 10.0 μm 내지 약 100.0 μm의 거리에 위치할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질은 약 0.1 nm/sec 내지 약 500 nm/sec의 속도로, 예를 들면 약 0.1 nm/sec 내지 약 50 nm/sec의 속도로 층 두께를 만들도록 증착될 수 있다. 한 발광 유기 물질이 발광층을 형성하도록 제1 유기 버퍼층 위에 증착되어, 상기 제1 유기 버퍼층이 기판과 발광층 사이에 오도록 할 수 있다. 제2 반사 전극이 상기 발광층 위에 증착되어 상기 발광층이 제1 반사 전극과 제2 반사 전극 사이에 오도록 할 수 있으며, OLED 마이크로 공동을 형성하도록 한다. 제1 및 제2 반사 전극 가운데 하나 이상이 반투명 일 수 있으며, 제1 반사 전극 및 제2 반사 전극은 일정한 거리로 서로로부터 분리된다. 이 같은 거리는 상기 마이크로 공동의 깊이에 해당할 수 있다. 상기 마이크로 공동의 깊이는 상기 발광 유기 물질의 이미션 파장을 갖는 공진 이미션을 위해 구성될 수 있다.

[0020] 일정 실시예에서, 마이크로 공동을 형성하는 방법은 잉크젯 프린팅을 사용하여 기판 또는 기준 유기층에 직접 액체 잉크를 전사함을 포함한다. 상기 액체 잉크를 기판에 도포한 뒤에, 캐리어가 열, 진공, 가스 스트림, 방사선 노출, 또는 이들의 조합으로 제거되어, 상기 열 프린팅 처리와 관련하여 본원 명세서에서 설명된 바와 같이 베이킹 될 수 있다.

[0021] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 유기 발광 소자의 마이크로 공동이 제공된다. 상기 마이크로 공동은 기판, 건조 막 유기 물질 층, 발광층, 그리고 제2 반사 전극을 포함할 수 있다. 상기 기판은 제1 반사 전극을 포함할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질 층은 기판상에 형성되며, 기판과 마주하는 제1 표면 그리고 제1 표면반대 편 제2 표면을 포함할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질 층 위에 발광층이 제공되어 상기 건조 막 유기 물질 층이 제1 반사 전극과 상기 발광층 사이에 오도록 할 수 있다. 상기 발광층은 발광 유기 물질을 포함할 수 있다. 제2 반사 전극은 상기 발광층 위에 제공되어, 상기 발광층이 제1 반사 전극과 제2 반사 전극 사이에 오도록 배치되도록 할 수 있다. 상기 제2 표면은 한 면적 10 x10 μm^2 에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 약 0.5 nm 내지 약 1.0 μm 의 표면 거칠기, 예를 들면 약 0.5 nm 내지 약 10.0 nm, 약 1.0 nm 내지 약 1.0 μm, 약 5.0 nm 내지 약 1.0 μm, 또는 약 10.0 nm 내지 약 500 nm.의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 일정 실시예에서, 측정된 면적은 가로, 세로 길이가 각각 10 μm (10 μm by 10 μm)인 표면이다. 상기 유기 발광 소자 스택은 면적 10 x 10 μm^2에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로서 표시된 5.0 nm보다 작은 표면 거칠기를 갖는 동일한 마이크로 공동의 제2 표면 광도에 대하여 약 1.01 내지 약 2.0의 배율로 광도 증가를 나타낼 수 있다. 거친 표면 인터페이스가 사용되어 상기 마이크로 공동 효과를 분리하여, 칼라 색도가 광추출 효과로부터 향상되도록 하고, 따라서 광도 효율이 향상되도록 할 수 있다. 상기 제1 및 제2 반사 전극 가운데 하나 이상이 반투명일 수 있다. 상기 제1 반사 전극 및 제2 반사 전극은 일정한 거리로 서로로부터 분리될 수 있으며, 이 같은 거리는 상기 마이크로 공동의 깊이에 해당하고, 상기 마이크로 공동의 깊이는 상기 발광 유기 물질의 이미션 파장을 갖는 공진 이미션을 위해 구성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 본 발명의 특징 및 장점에 대한 보다 나은 이해가 본 발명을 설명하기 위한 목적을 갖는 첨부 도면을 참조하여 하기에서 제공된다. 도면에서 "프린팅"은 잉크 제트 프린팅, 열 프린팅, 또는 이들 모두를 포함하는 것이다.

도 1은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 처리 흐름을 도시하는 흐름도.

도 2A-2D는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 층 증착 시퀀스를 갖는 장치 스택의 개략적 도면.

도3은 본 발명의 다양한 실시예에 따라 HTM 층 두께를 변경하기 위해, 그리고 장치 이미션 스펙트럼을 조정하기 위해 VTE 처리, 열 프린팅 처리, 잉크젯 프린팅 처리, 또는 이들의 조합을 설명하는 개략적 도면.

도 4는 본 발명의 다양한 실시예에 따라, 유기 발광 소자를 위한 건조 유기층(organic layer)을 형성하는 방법의 흐름도.

도 5는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 다양한 증착 하에서 형성된 세 개의 각기 다른 필름 형태를 설명하는 개략도.

도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 유기 발광 소자를 위한 결정질 유기층을 형성하기 위한 방법의 흐름도.

도 7은 본 발명에 따라, 광 추출 층(light out-coupling layer)으로서 열 프린트, 낮은 굴절률, 정공 수송 물질(HTM)을 사용하여 구성될 수 있는 OLED 스택을 도시하는 개략도.

도 8은 본 발명의 다양한 실시예에 따라 유기층의 굴절률을 감소시키는 방법의 흐름도.

도 9는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 유기 발광 소자에서 광선 산란을 증가시키는 방법에 대한 흐름도.

도 10A는 본 발명의 다양한 실시예에 따라, 페브리 - 페로 (FP) 마이크로 공동 기본 모드의 개략도이며, 이때 m=1, 대응하는 공진 파장은 2n(즉, λ=2n), 그리고 재배열된 광학 모드 밀도로 인해 공동 내 다른 파장은 억압됨을 도시하는 도면.

도 10B는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 도 10A에서 도시된 페브리 - 페로 (FP) 마이크로 공동과 관련한 EML의 위치 정함을 개략적으로 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 다양한 실시예에 따라 달성되는 페브리 - 페로 (FP) 마이크로 공동 모드(m=2)를 개략적으로

도시하는 도면.

도 12는 본 발명의 다양한 실시예에 따라, 발광 층(EML)이 마이크로 공동의 파복 위치에 형성되며 광선 이미션을 증가시키기 위해 사용되는 디바이스 스택의 개략도.

도 13은 본 발명의 다양한 실시예에 따라 HIL2 두께(χnm)의 함수로서 블루 OLED 이미션 색도를 도시한 그래프.

도 14는 본 발명의 다양한 실시예에 따라 유기 발광 소자를 위한 마이크로 공동을 형성하는 방법에 대한 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 접 전사된다. 상기 액체 잉크를 상기 기판에 도포한 뒤, 이러한 캐리어가 열, 진공, 가스 스트림 또는 이들의 조합을 이용하여 제거되어, 열 프린팅 처리에 대하여 상기 설명된 바와 같이 베이킹 될 수 있는 사전-베이킹 유기층을 형성하도록 한다.

[0024] 발광 유기 물질이 발광층을 형성하도록 제1 유기 버퍼층 위에 증착되어, 상기 제1 유기 버퍼층이 기판과 발광층 사이에 오도록 할 수 있다. 상기 발광 유기 물질은 이미션 파장으로 광성을 방출시킨다. 제2 반사 전극이 상기 발광층 위에 증착되어 상기 발광층이 제1 반사 전극과 제2 반사 전극 사이에 오도록 할 수 있으며, OLED 마이크로 공동이 형성된다. 제1 및 제2 반사 전극 가운데 하나 이상이 반투명 일 수 있다. 제1 반사 전극 및 제2 반사 전극은 일정한 거리로 서로로부터 분리된다. 이 같은 거리는 상기 마이크로 공동의 깊이에 해당할 수 있다. 상기 마이크로 공동의 깊이는 상기 발광 유기 물질의 이미션 파장을 갖는 공진 이미션을 위해 구성될 수 있다.

[0025] 유기 발광 소자의 마이크로 공동이 본 발명에 의해 제공된다. 상기 마이크로 공동은 기판, 건조 막 유기 물질층, 발광층, 그리고 제2 반사 전극을 포함할 수 있다. 상기 기판은 제1 반사 전극을 포함할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질 층은 기판상에 형성되며, 기판과 마주하는 제1 표면 그리고 제1 표면 반대편 제2 표면을 포함할 수 있다. 상기 건조 막 유기 물질 층 위에 발광층이 제공되어 상기 건조 막 유기 물질 층이 제1 반사 전극과 상기 발광층 사이에 오도록 할 수 있다. 상기 발광층은 이미션 파장에서 광선을 방출하는 발광 유기 물질을 포함한다. 제2 반사 전극은 상기 발광층이 제1 반사 전극과 제2 반사 전극 사이에 오도록 제공될 수 있다. 상기 제2 표면은 한 면적 10 μm^2 에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로 표시된 약 0.5 nm 내지 약 1nm의 표면 거칠기, 예를 들면 약 1.0 nm 내지 약 500 nm, 약 5.0 nm 내지 약 500 nm의 표면 거칠기를 가질 수 있다. 일정 실시예에서, 측정된 면적은 가로, 세로 길이가 각각 10 μm (10 μm by 10 μm)인 표면이다. 상기 유기 발광 소자 스택은 면적 10 x 10 μm^2에서 표면 두께 편차의 평균 제곱근으로서 표시된 5.0 nm보다 작은 표면 거칠기를 갖는 그러나 부드러운 표면을 갖는 동일한 마이크로 공동의 광도에 대하여 약 1.01 내지 약 2.0의 배율로 광도 증가를 나타낸다. 제1 및 제2 반사 전극 중 하나 이상은 반투명이다. 제1 반사 전극 그리고 제2 반사 전극이 일정한 거리로 서로 분리될 수 있다. 상기 거리는 상기 마이크로 공동의 깊이에 해당할 수 있다. 상기 마이크로 공동의 깊이는 상기 발광 유기 물질의 이미션 파장을 갖는 공진 이미션을 위해 구성될 수 있다.

[0026] 임의의 마이크로 공동 또는 그 같은 마이크로 공동의 특징은 미국 특허 US5,405,710, US 6,861,800 B2, US 6,917,159 B2, US 7,023,013 B2, 및 US 7,247,394 B2; 미국 출원 공보 US 2007/0286944 A1, 및 US 2009/0115706 A1; 행(Huang) 등의, "reducing Blueshift of Viewing Angle for Top-emitting Organic Light-Emitting Devices(상부-방출 유기 발광 소자를 위한 시각 블루시프트를 줄임)"(2008); 리(Lee) 등의, "Microcavity Effect of Top-Emission Organic Light-Emitting Diodes Using Aluminum Cathode and Anode(알루미늄 음극과 양극을 사용하여 상부-방출 유기 발광 다이오드의 마이크로 공동 효과)," Bull. Korean Chem. Soc., 2005, Vol. 26, No. 9; Organic Electronics: Materials, Processing, Devices, and Applications(유기 전자공학: 재료, 처리, 소자, 및 응용), (So, ed.), CRC Press New York (2010); Bulovic et al., Phys., Rev. B 58: 3730 (1998); 그리고 리(Lee) 등의, Appl. Phys. Lett. 92 (2008) 033303를 사용하며, 본원 명세서에서 참고로 전체를 인용한다.

[0027] 상기 마이크로 공동은 하나 이상의 1/4 파장 스택(QWS)를 사용할 수 있다. QWS는 각각이 1/4 파장 두께인, 교대하는 높은 인덱스 및 낮은 인덱스 유전체 박막을 갖는 다중-층 스택이다. QWS는 높은 반사율, 낮은 투과율, 그리고 원하는 범위에서 낮은 흡수율을 갖도록 조정될 수 있다.

[0028] 투명 도전성 층은 선택적이다. 투명한 도전성 층이 사용되는 경우, 투명 도전성 층과 유기 EL 매체 구조의 결합 두께는 정해진 파장에서 공진이 발생하도록 상기 마이크로 공동 OLED 소자를 조정하도록 선택할 수 있다. 예를 들면, 사전에 정해진 파장은 본 발명에 따라 구성된 마이크로 공동 OLED 소자로부터 방출된 적색, 녹색 또는 청

색 광 중 하나의 중심 파장에 대응할 수 있다. 상기 두께는 다음 식을 만족시킬 수 있다:

[0029] $$2\Sigma n_1 L_i + {}_2N_s L_s + (Q_{m1}+Q_{m2})\,\lambda/2\pi = m\lambda$$

[0030] 여기서 n_i 는 굴절률(인덱스) 그리고 Li 는 유기 EL 매체 구조 내 i 번째 서브-층의 두께, n_s 는 굴절률, L_s 는 투명 전도성 층의 두께(제로 일 수 있다), Q_{m1} 및 Q_{m2} 는 두 유기 EL 매체 구조 금속 전극 인터페이스에서 각각 라디안 위상 이동, λ는 상기 소자로부터 방출될 사전에 정해진 파장, 그리고 m은 양의 정수이다. 제조의 용이성 그리고 색순도를 고려하여, 청색 화소는 m이 1이고 녹색 및 적색 화소는 0이나 1이 바람직하다.

[0031] 양극과 음극 사이의 거리는 마이크로 공동 공진 파장을 결정하는 데 도움이 된다. 상기 공진 파장, 그리고 특히 소자의 효율과 함께 공진 세기는 또한 EML과 두 전극 각각 사이의 거리에 달려 있다. 특히, 최적 소자 성능을 위해, 전극과 상기 EML 중심 사이의 거리는 거의 다음 식을 만족시킬 수 있다.

[0032] $$2\Sigma n_1 L_s + Q_{m1}\lambda/2\pi = m_D\lambda$$

[0033] 여기서 n_i 는 굴절률, L_i 는 유기 EL 매체 구조 내 i 번째 서브-층의 두께, Q_{m1} 는 유기 EL 매체 구조 금속 음극 인터페이스에서 라디안 위상 이동, λ는 상기 소자로부터 방출될 사전에 정해진 파장, 그리고 m 는 양의 정수이다.

[0034] 광선 투과 금속 전극에 의해 광선 흡수를 최소로 하기 위해, 높은 굴절률 흡수-감소 층이 상기 광선 투과 전극과 기판 사이에서 사용될 수 있다. 상기 흡수-감소 층은 광선 파장에 의해 상기 광선 파장을 흡수할 수 있으며 광선 투과 전극 내에서 발생된 전장을 줄일 수 있다. 근사치로, 이 결과는 이 같은 흡수-감소 층과 기판 사이 인터페이스로부터 되 반사된 광선 파장의 전계를 가짐으로써 달성될 수 있으며, 소자 밖으로 통과하는 광선의 전장을 파괴적으로 간섭하고 따라서 부분적으로 삭제시킨다. 기판보다 높은 굴절률을 갖는 흡수 감소 층은 다음 식을 만족할 수 있다:

[0035] $$2n_A L_A + n_T L_T = (m_A + \tfrac{1}{2})\,\lambda$$

[0036] 여기서 n_A 와 L_A 각각은 굴절률과 흡수-감소 층의 두께이고, n_T 과 L_T 는 각각 굴절률의 실수 부분과 광선 투과 금속 저부-전극의 두께이며, 그리고 m_A 는 양의 정수이다. m_A 의 크기는 실질적으로, 예를 들면 약 0 내지 약 2와 같이 아주 작다. 상기 흡수-감소 층의 유익한 효과는 일반적으로 높은 굴절률 재료가 사용되는 때 더욱 높다.

[0037] 다음의 예들은 본 발명의 특징을 설명하기 위해 제공된다. 그러나 본 발명은 이들 실시예에서 특정한 조건 또는 상세한 내용으로 제한되는 것이 아니다.

[0039] 실시예

[0040] 실시예 1

[0041] 본 실시예는 본 발명에 따라 OLED 컴포넌트의 기능적 및 우월한 특성을 설명하며, 이들을 생산하는 방법을 설명한다. 100 nm 두께의 필름에 대하여, 잉크 2 방울(약 12 피코 리터)이 100 Hz로 1.2 % 잉크 농도로 도포되었다. 적재 온도는 150 ℃ 였다. 약 250 ℃의 증발 온도는 약 200 밀리 초에서 약 1.0 초까지의 시간 동안 사용되었다. 다음에 250 ℃-380 ℃ 온도 램프가 고체를 증발시키기 위해 약 200 밀리 초 내지 약 800 밀리 초 동안 사용되었다. 다음에 350 ℃-900 ℃의 클린 온도가 사용되었다. 프린트 피치는 약 50 μm이었다. 증착된 막은 불투명하였고, AFM 표면은 5.0 nm 보다 큰 거칠기를 가졌다. 상기 프린트 막은 니트로겐 환경 내 고온 플레이트 상에서 약 10 초 내지 약 5분 동안 약 150℃ 내지 약 200℃로 포스트-베이킹 처리를 받았다. 원자 현미경(AFM) 데이터가 표면 거칠기가 2nm 또는 그 미만으로 줄어듦을 확인하였다.

[0042] 본원 명세서에서 설명된 장치, 시스템, 및 방법은 기본적으로 예시적이며, 다른 물질 및 구조가 사용될 수 있다. 기본이 되는 OLED는 다양한 방법으로 설명된 다양한 층을 결합하여 달성될 수 있으며, 또는 디자인, 성능, 및 비용과 같은 사항을 감안하여 층들이 완전히 생략될 수 있다. 본원 명세서에서 특별히 설명되지 않은

다른 층들이 포함될 수 있기도 하다. 본원 명세서에서 특별히 설명되지 않은 물질이 사용될 수 있기도 하다. 본원 명세서에서 제공된 많은 예시적인 실시예는 단일 물질을 포함하는 다양한 층들을 설명한다. 호스트와 도핑제의 혼합물과 같은 물질들의 조합, 또는 더욱 일반적으로 혼합물이 사용될 수 있다. 또한, 층들이 다양한 서브-층들을 가질 수 있다. 본원 명세서에서 다양한 층들에 부여된 명칭들이 본 발명을 제한하는 것으로 받아들여져서는 않 된다. 예를 들면, 정공을 수송하고 정공을 발광층 내로 주입하는 정공 수송 층은 정공 수송 층 또는 정공 주입 층 또는 HTL/HIL로서 설명될 수 있다. OLED는 음극과 양극 사이에 배치된 "유기층"를 갖는 것으로 설명될 수 있다. 이 같은 유기층은 단일층으로 되어 있거나, 또는 본원 명세서에서 설명된 바와 같이 여러 유기 물질의 다중-층으로 구성될 수도 있다.

[0043] 본원 명세서에서 달리 설명되지 않은 때에는, 물질, 시스템 및 방법은 그 전체가 본원에 참고로 인용되는 미국 특허 제 5,247,190 호에서 설명된 고분자 재료(PLEDs)로 구성된 OLED들로 사용될 수 있다. 다른 예로서, 단일 유기층을 갖는 OLED를 사용할 수 있다. 그 전체가 본원에 참고로 인용되는, 포레스트 등의 미국 특허 제 5,707,745에서 설명된 OLED가 적층 될 수 있다. 예를 들어, 기판은 포레스트 등의 미국 특허 제 6,091,195에 설명된 메사 구조체로서, 및/또는 블로빅 등의 미국 특허 제 5,834,893에 설명된 피트 구조와 같은 광 추출(out-coupling)를 개선하기 위해 각이 진 반사 표면을 포함할 수 있으며, 이들 개시된 기술은 그 전체가 본 명세서에 참고로 인용된다.

[0044] 비록 하나 이상의 층이 열과 잉크젯 프린팅에 의해 증착되지만, 임의의 어느 층도 대신하여 또는 추가하여 적절한 방법에 의해 증착될 수 있다. 상기 유기층의 경우, 상기 방법은 영 증발 방법, 미국 특허 제 6,013,982 및 6,087,196호 (본원 명세서에서 참고로 인용된다)에서 설명된 바와 같은 잉크젯 방법, 포레스트 등의 미국 특허 제6,337,102 B1호(본원 명세서에서 참고로 인용된다)에서 설명된 바와 같은 유기 증기 상태 증착(OVPD) 방법, 그리고 미국 특허 제7,431,968 B1호(본원 명세서에서 참고로 인용된다)에서 설명된 바와 같은 유기 증기 제트 프린팅(OVJP) 방법을 포함할 수 있다. OVPD는 본원 명세서에서 설명된 열 프린팅 방법과는 분리된 다른 기술이다. 다른 적절한 증착 방법으로 스핀 코팅 및 다른 용액 기반 처리를 포함할 수 있다. 용액 기반 처리는 니트로겐 또는 다른 불활성 기체로 수행되는 것이 바람직하다. 다른 층들의 경우, 다른 방법들로서 열 증발을 포함한다. 사용될 수 있는 패터닝 방법으로 마스크를 통한 증착, 미국 특허 제6,294,398 및 6,468,819(본원 명세서에서 참고로 인용된다)에서 설명된 바와 같은 콜드 접착 그리고 잉크젯 및 OVJP와 같은 증착 방법과 연관된 패터닝을 포함한다.

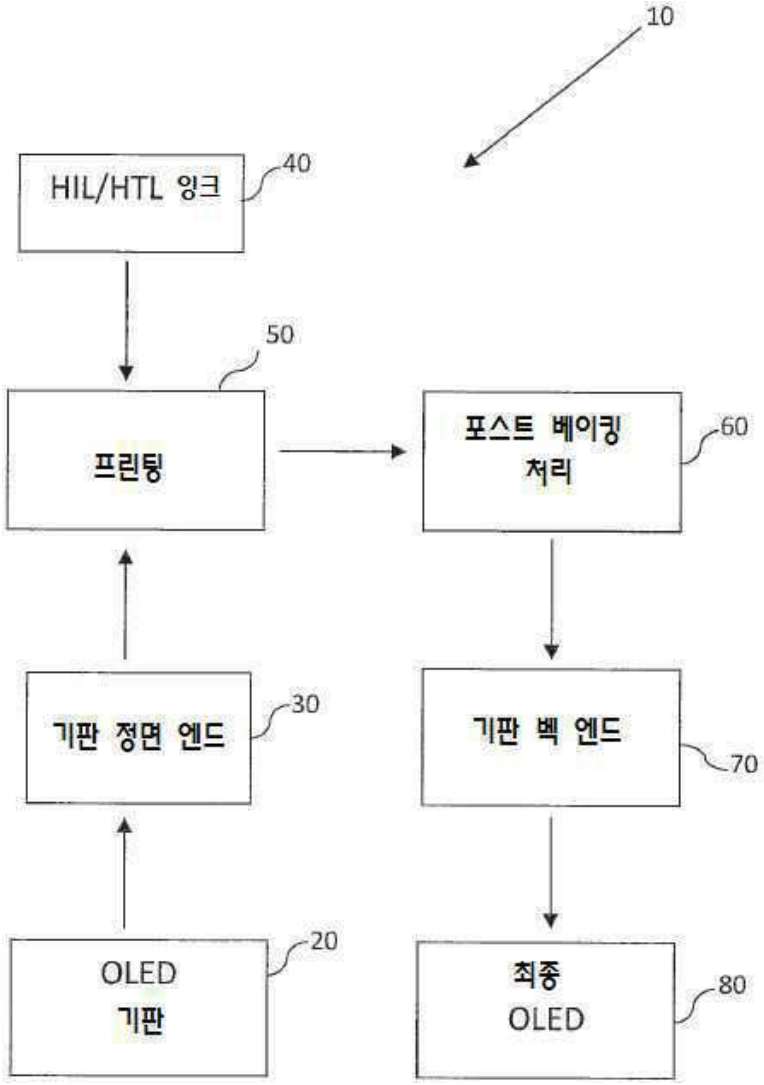
[0045] 본 발명에 따른 제조된 장치(소자)는 평판 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 게시판, 내부 또는 외부 조명 및/또는 신호발생을 위한 조명, 헤드 업 디스플레이, 완전 투명 디스플레이, 가요성 디스플레이, 레이저 프린터, 전화, 휴대폰, 개인 휴대 단말기(PDA), 노트북 컴퓨터, 디지털 카메라, 캠코더, 뷰 파인더, 마이크로 -디스플레이, 차량, 큰 벽면, 극장 또는 스타디움 스크린 또는 사인과 같은 광범위한 소비자 제품에 사용될 수 있다. 다양한 제어 메카니즘이 본 발명에 따라 제조된 소자를 제어하기 위해 사용될 수 있으며, 수동 매트릭스 및 능동 매트릭스 제어 메카니즘을 포함한다. 본원 명세서에서 설명된 이들 장치, 방법, 및 시스템은 OLED 가 아닌 소자에서 적용될 수 있다. 이 같은 다른 적용의 예로서 유기 솔라셀 및 유기 광검출기와 같은 압전 장치(소자)를 포함하며, 유기 트랜지스터와 같은 유기 소자를 또한 포함한다.

[0046] 본 발명에 따른 마이크로 공동 OLED의 사용은 다음과 같은 장점을 제공할 수 있다: 스펙트럼 좁히기를 통해 칼라 순도를 개선, EML 효율 및 밝기를 향상, 그리고 유기 레이저를 형성. 마이크로 공동의 깊이는 원하는 파장의 레이저를 달성하도록 조정될 수 있다. 모의 이미션이 간섭광을 발생시키도록 마이크로 공동 내에서 발생된다. 전극에 원하는 크기 및 형상의 구멍이 제공되어 레이저 광선이 상기 마이크로 공동으로부터 나갈 수 있도록 한다.

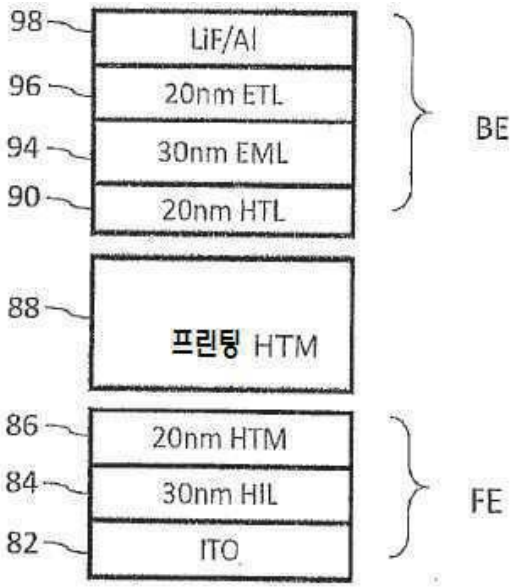
[0047] 본 발명의 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 그와 같은 실시예들은 단지 예로서 제공된다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 수많은 변형, 변경 및 대체가 가능할 것이다. 본원 명세서에서 설명된 실시예에 대한 다양한 변경이 본 발명을 실시하기 위해 사용 있다는 것을 이해해야한다.

도면

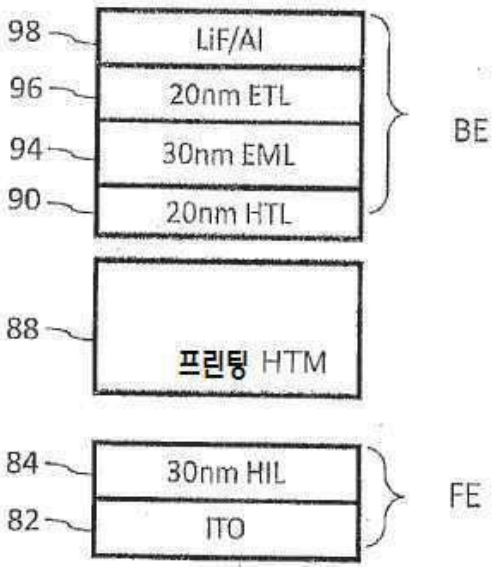
도면1


10
HIL/HTL 잉크
40
50
프린팅
포스트 베이킹 처리
60
기판 정면 엔드
30
기판 벡 엔드
70
OLED 기판
20
최종 OLED
80

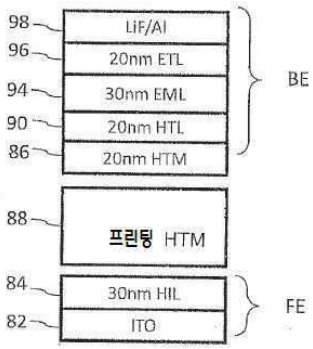
도면2a



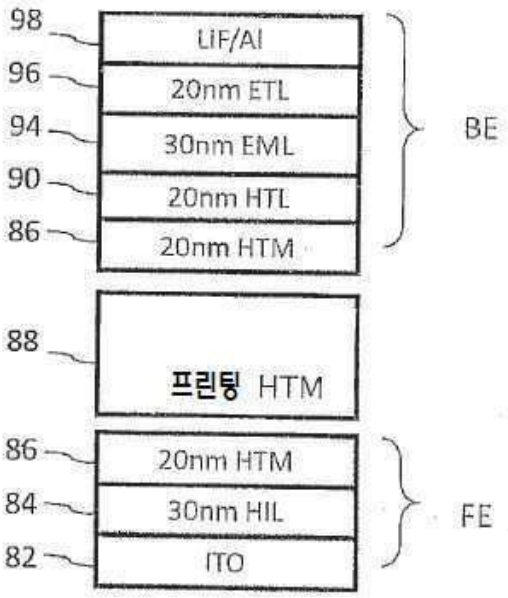
도면2b



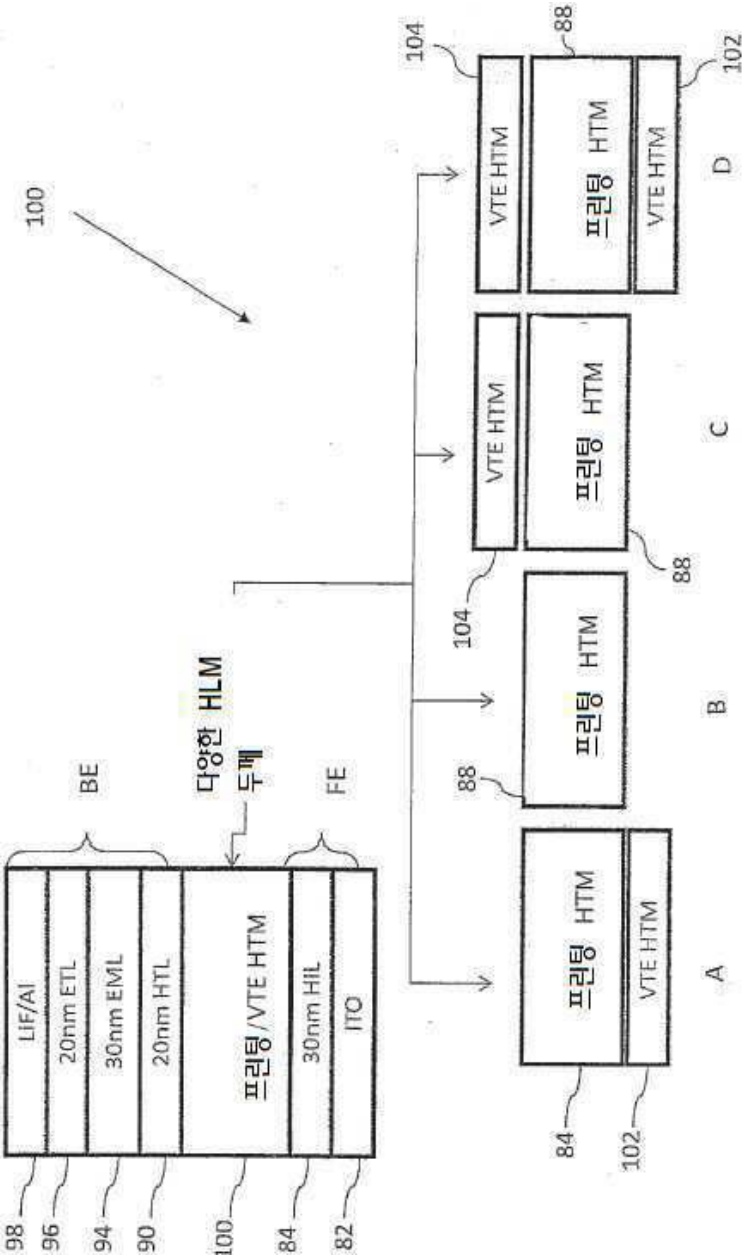
도면2c



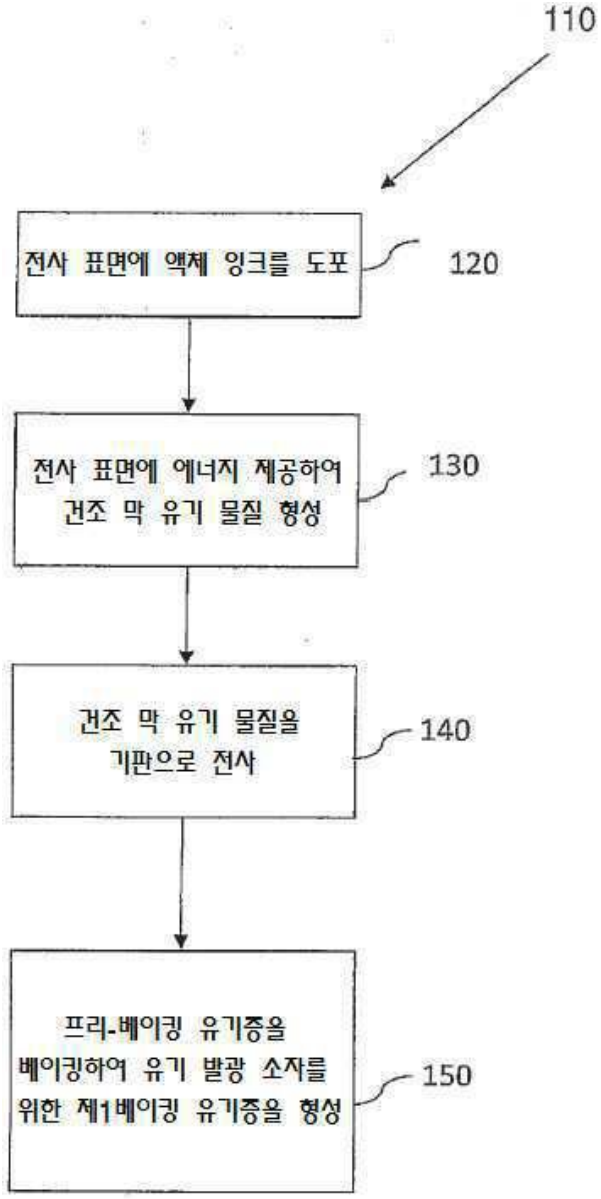
도면2d


98
LIF/Al
96
20nm ETL
94
30nm EML
90
20nm HTL
86
20nm HTM
BE
88
프린팅 HTM
86
20nm HTM
84
30nm HIL
82
ITO
FE

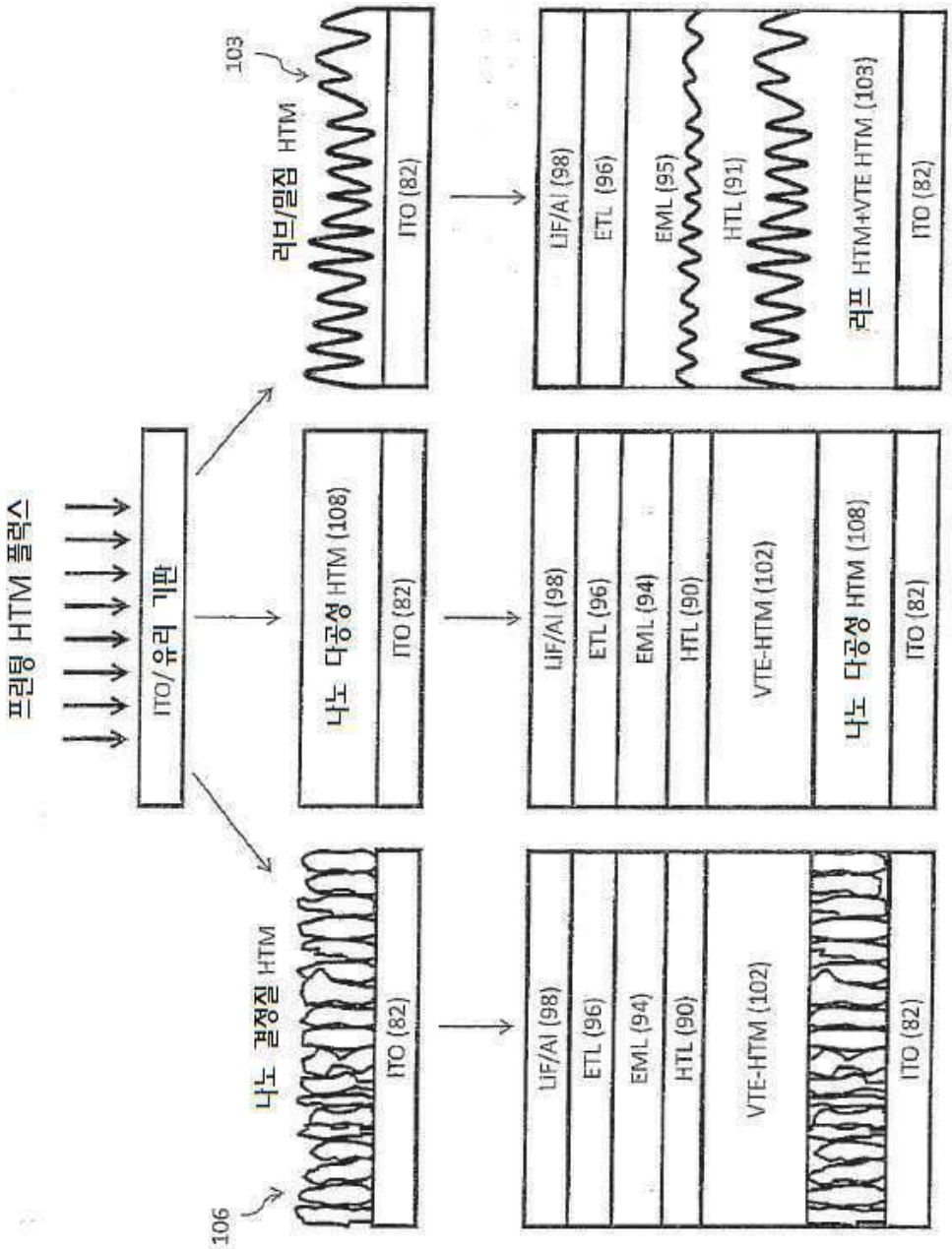
도면3


100
다양한 HLM 두께
BE
FE
LiF/Al
20nm ETL
30nm EML
20nm HTL
프린팅/VTE HTM
30nm HIL
ITO
98
96
94
90
100
84
82
A
B
C
D
프린팅 HTM
VTE HTM
84
102
104
88

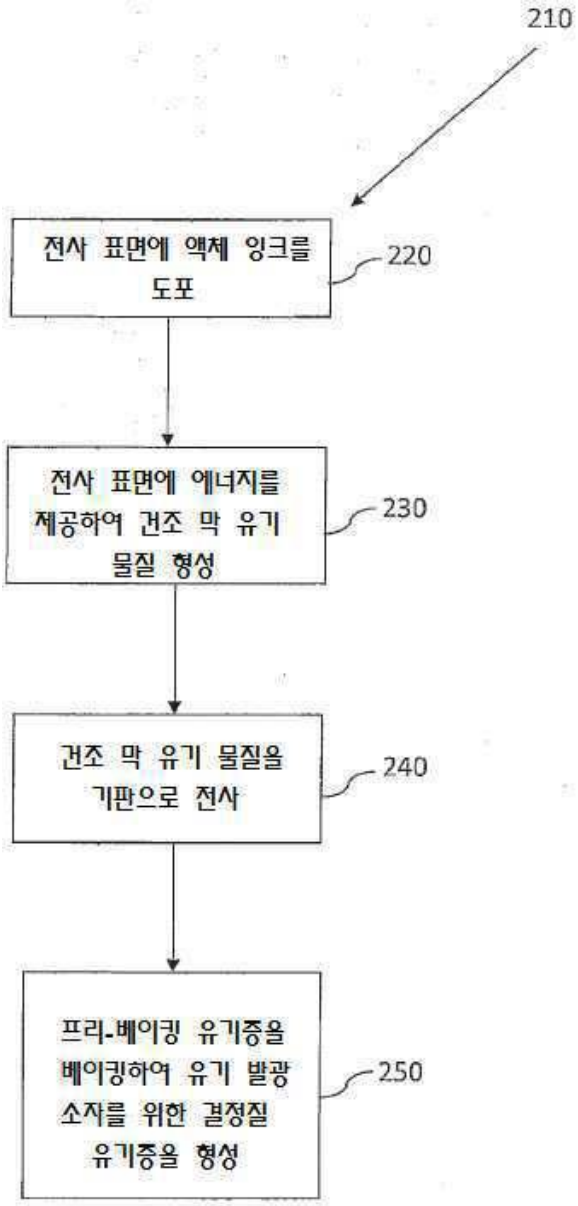
도면4


110
전사 표면에 액체 잉크를 도포
120
전사 표면에 에너지 제공하여 건조 막 유기 물질 형성
130
건조 막 유기 물질을 기판으로 전사
140
프리-베이킹 유기층을 베이킹하여 유기 발광 소자를 위한 제1베이킹 유기층을 형성
150

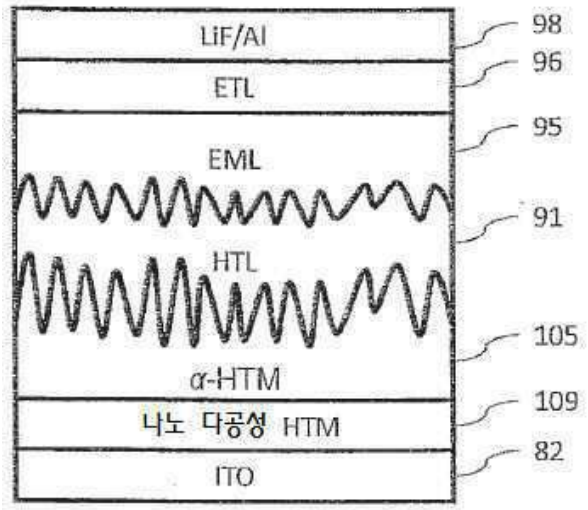
도면5


프린팅 HTM 플럭스
ITO/유리 기판
106
나노 결정질 HTM
ITO (82)
나노 다공성 HTM (108)
ITO (82)
103
러브/밀짚 HTM
ITO (82)
LIF/Al (98)
ETL (96)
EML (94)
HTL (90)
VTE-HTM (102)
LIF/Al (98)
ETL (96)
EML (94)
HTL (90)
VTE-HTM (102)
나노 다공성 HTM (108)
ITO (82)
LIF/Al (98)
ETL (96)
EML (95)
HTL (91)
러브 HTM+VTE HTM (103)
ITO (82)

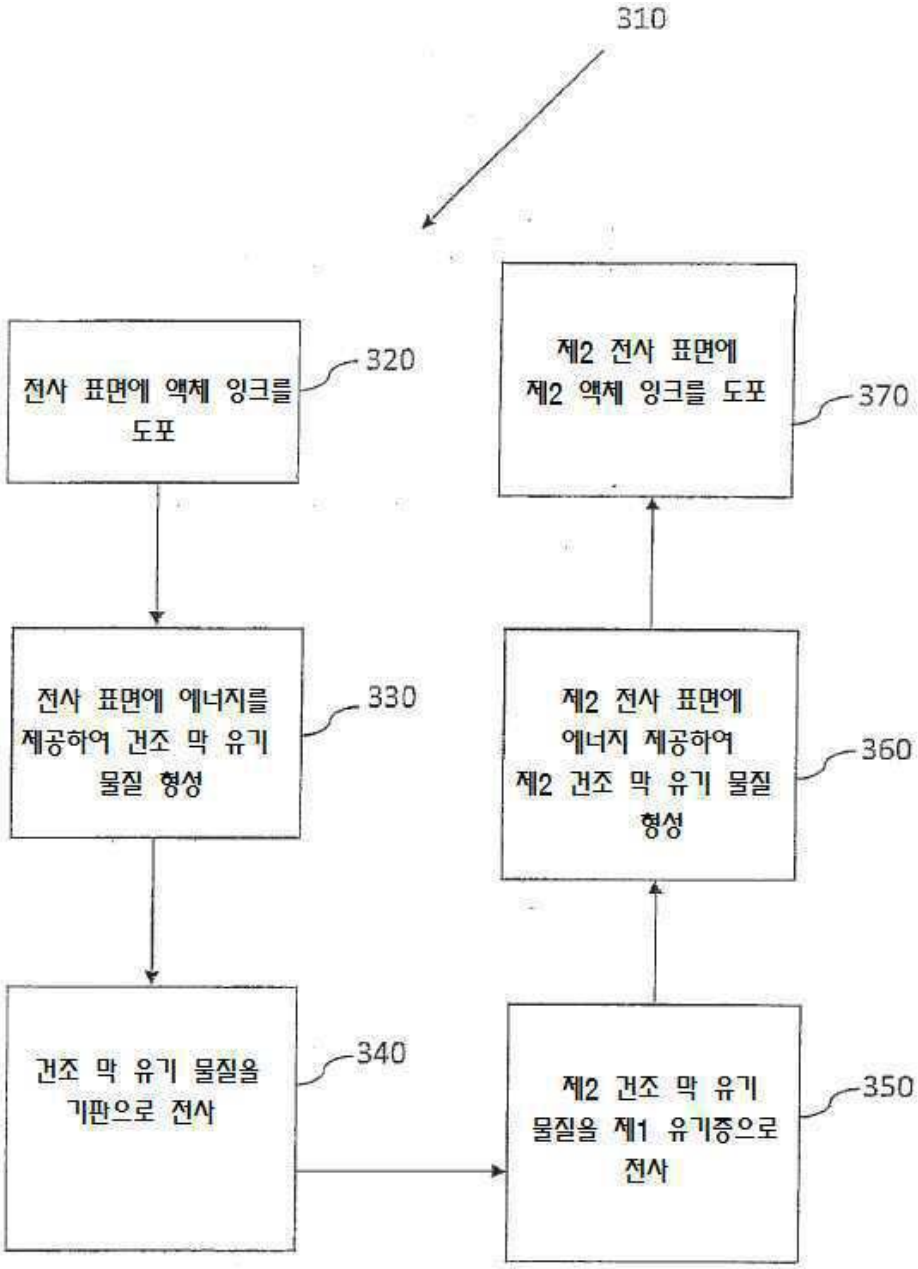
도면6


210
전사 표면에 액체 잉크를 도포
220
전사 표면에 에너지를 제공하여 건조 막 유기 물질 형성
230
건조 막 유기 물질을 기판으로 전사
240
프리-베이킹 유기층을 베이킹하여 유기 발광 소자를 위한 결정질 유기층을 형성
250

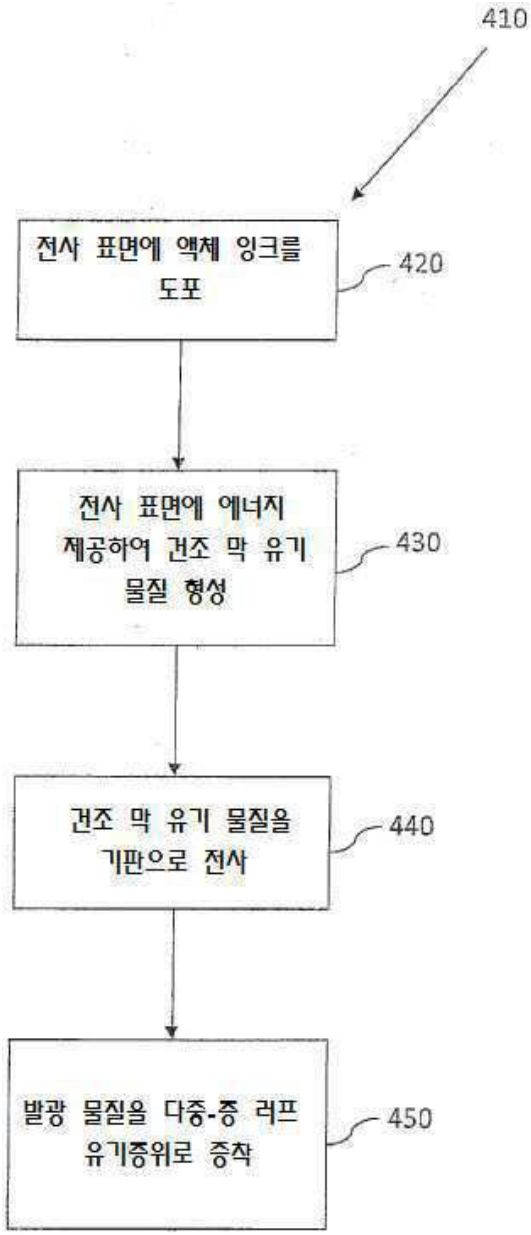
도면7



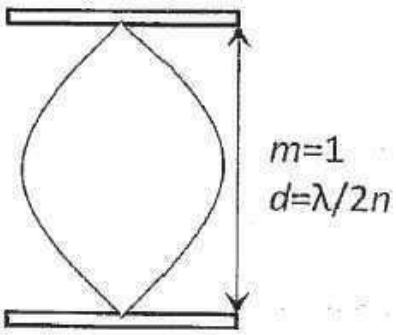
도면8


310
전사 표면에 액체 잉크를 도포
320
전사 표면에 에너지를 제공하여 건조 막 유기 물질 형성
330
건조 막 유기 물질을 기판으로 전사
340
제2 건조 막 유기 물질을 제1 유기층으로 전사
350
제2 전사 표면에 에너지 제공하여 제2 건조 막 유기 물질 형성
360
제2 전사 표면에 제2 액체 잉크를 도포
370

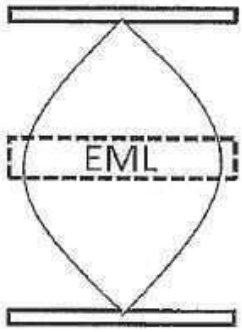
도면9


410
전사 표면에 액체 잉크를 도포
420
전사 표면에 에너지 제공하여 건조 막 유기 물질 형성
430
건조 막 유기 물질을 기판으로 전사
440
발광 물질을 다중-층 러프 유기층위로 증착
450

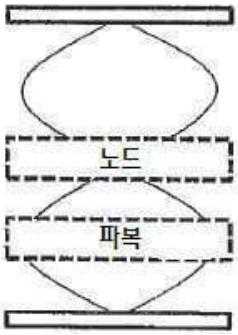
도면10a


m=1
d=λ/2n

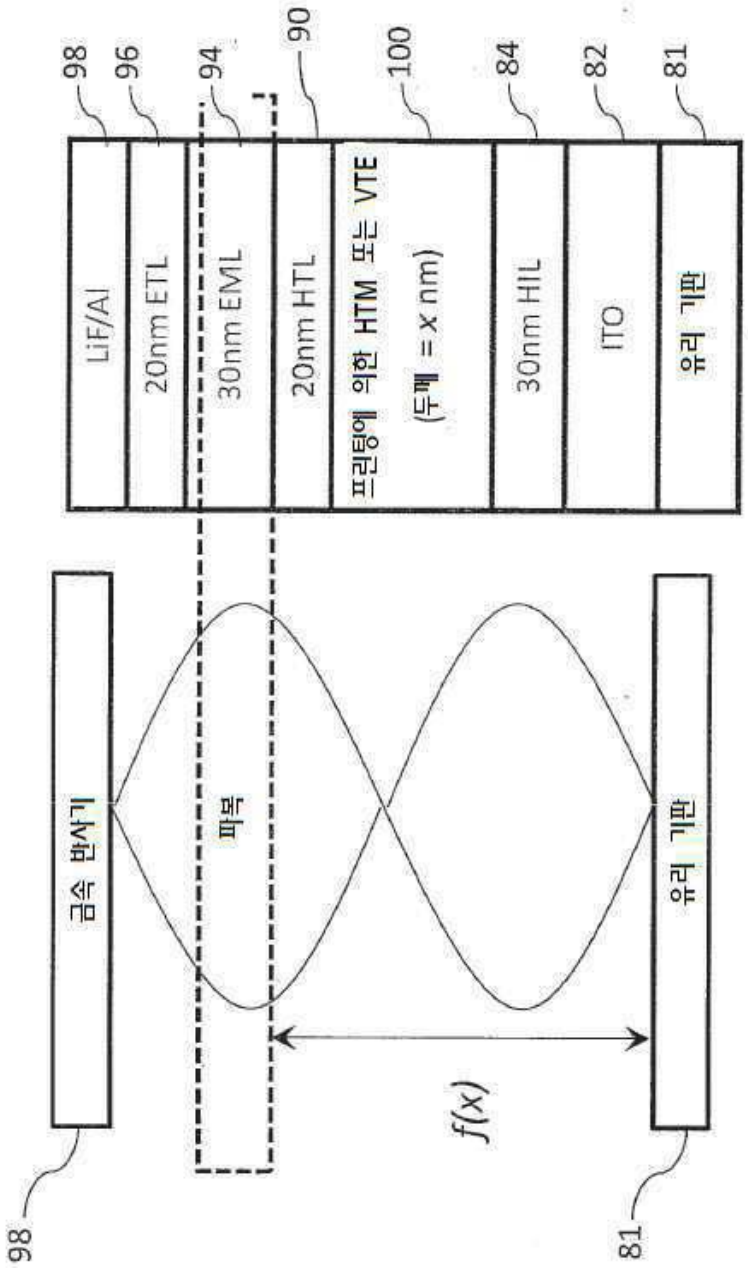
도면10b



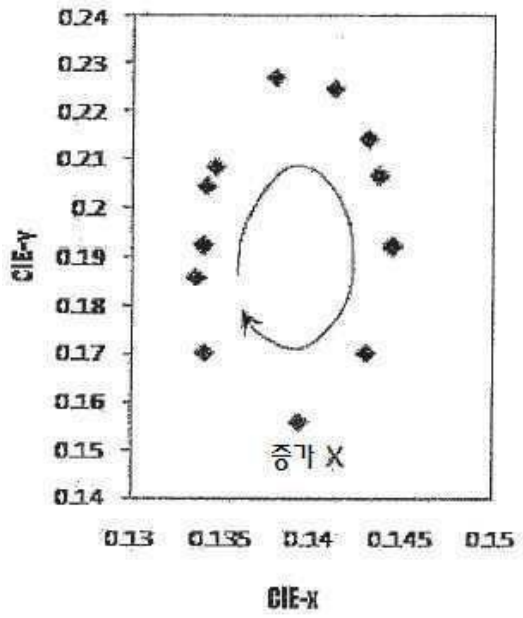
도면11



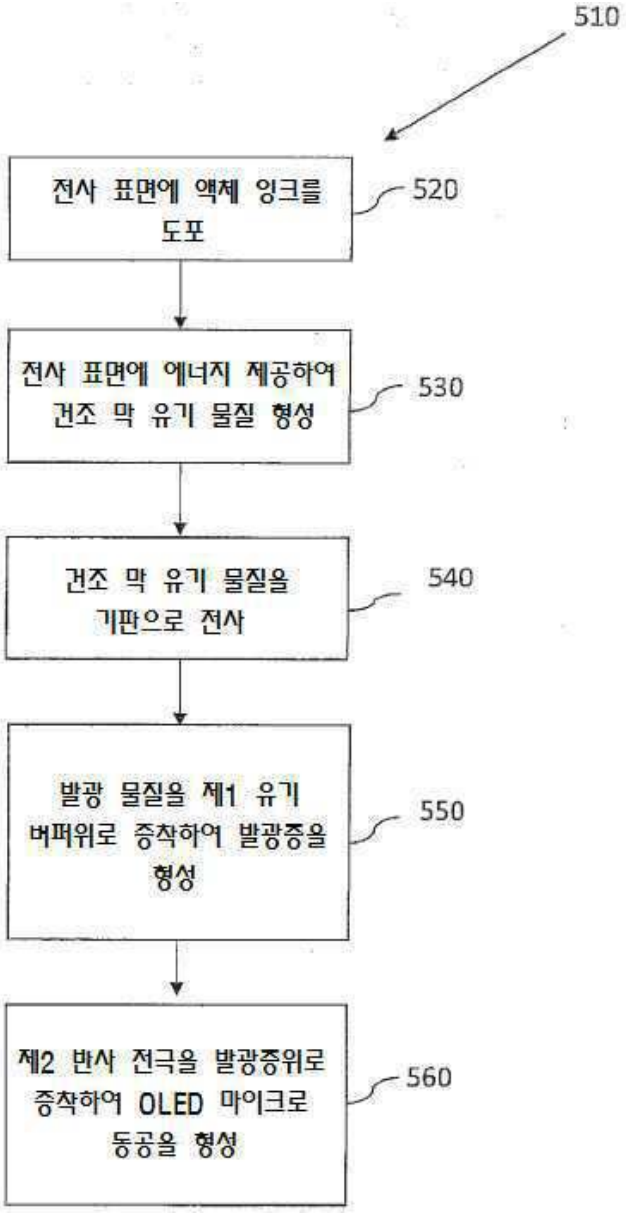
도면12


98
96
94
90
100
84
82
81
LiF/Al
20nm ETL
30nm EML
20nm HTL
프린팅에 의한 HTM 또는 VTE
(두께 = x nm)
30nm HIL
ITO
유리 기판
금속 반사기
파복
f(x)
유리 기판
98
81

도면13


0.24
0.23
0.22
0.21
0.2
0.19
0.18
0.17
0.16
0.15
0.14
CIE-y
증가 X
0.13
0.135
0.14
0.145
0.15
CIE-x

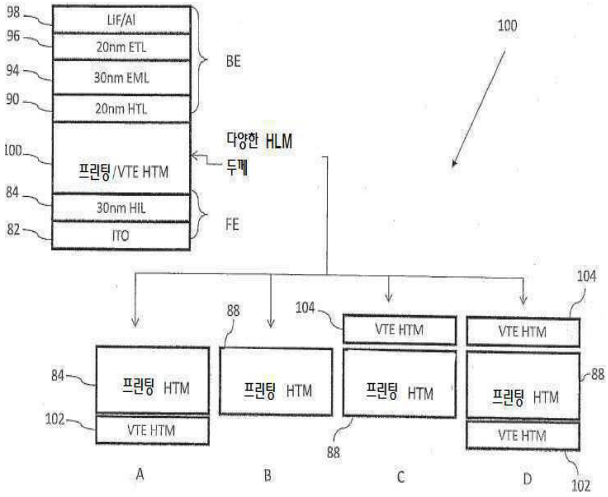
도면14


510
전사 표면에 액체 잉크를 도포
520
전사 표면에 에너지 제공하여 건조 막 유기 물질 형성
530
건조 막 유기 물질을 기판으로 전사
540
발광 물질을 제1 유기 버퍼위로 증착하여 발광층을 형성
550
제2 반사 전극을 발광층위로 증착하여 OLED 마이크로 동공을 형성
560

专利名称(译)	标题：OLED微腔和缓冲层的材料及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020160039302A	公开(公告)日	2016-04-08
申请号	KR1020167007731	申请日	2012-06-20
[标]申请(专利权)人(译)	科迪华公司		
申请(专利权)人(译)	卡蒂条公司		
[标]发明人	CHEN JIANGLONG 첸지앙롱 MILLARD IAN 밀라드아이앤 VAN SLYKE STEVEN 반슬리케스티븐 TREGUB INNA 트레구브인나 MADIGAN CONOR 메디간코노		
发明人	첸,지앙롱 밀라드,아이앤 반슬리케,스티븐 트레구브,인나 메디간,코노		
IPC分类号	H01L51/52 H01L33/12		
CPC分类号	H01L51/5262 H01L51/5218 H01L51/5221 H01L51/5265 H01L51/0004 H01L51/0005 H01L33/0095 H01L33/12 H01L51/5271 H01L2924/12044		
代理人(译)	강명구 金贤硕		
优先权	61/499496 2011-06-21 US 61/499465 2011-06-21 US 13/333867 2011-12-21 US 13/360597 2012-01-27 US		
其他公开文献	KR101747059B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种使用喷墨印刷或热敏印刷方法形成用于有机发光器件（OLED）的有机层的方法。该方法可以进一步利用一个或多个附加工艺，例如真空热蒸发（VTE），以产生OLED叠层。还提供了OLED堆叠结构，其中电荷注入或电荷传输层中的至少一个通过喷墨印刷或热印刷以高沉积速率形成。取决于沉积参数和后处理条件，有机层的结构可以是结晶的，无定形的，多孔的，致密的，光滑的，粗糙的或其组合。还可以通过一种或多种上述方法提供和形成OLED的微腔。


98
LIF/Al
96
20nm ETL
94
30nm EML
90
20nm HTL
BE
100
프린팅/VTE HTM
다양한 HLM
두께
84
30nm HIL
82
ITO
FE
100
104
VTE HTM
104
VTE HTM
88
84
프린팅 HTM
프린팅 HTM
프린팅 HTM
프린팅 HTM
88
102
VTE HTM
VTE HTM
88
A
B
C
D
102