



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월06일

(11) 등록번호 10-1499122

(24) 등록일자 2015년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/56 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0034188

(22) 출원일자 2014년03월24일

심사청구일자 2014년03월24일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140033596 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

주병권

서울특별시 종로구 평창10길 7-2 (평창동)

황보연

서울특별시 성북구 안암로9나길 51 장미빌 402호(안암동3가)

하현준

서울특별시 동대문구 무학로49길 40 502호 (용두동)

(74) 대리인

송경근

전체 청구항 수 : 총 2 항

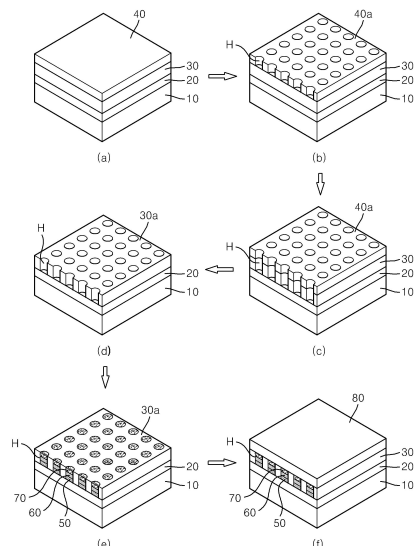
심사관 : 유창훈

(54) 발명의 명칭 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 나노 화소 유기발광다이오드 어레이 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이의 제조 방법은, (a) 기판 위에 애노드를 형성하는 단계; (b) 상기 애노드 위에 화소형성층(pixel defining layer: PDL)을 형성하는 단계; (c) 상기 화소형성층 위에 감광층을 형성하는 단계; (d) 상기 감광층에 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 주기적인 구조의 나노홀 어레이를 가지는 감광층 패턴을 형성하는 단계; (e) 상기 감광층 패턴을 통해 상기 화소형성층을 식각하여 나노홀 어레이 패턴을 가지는 나노화소형성층을 형성하는 단계; (f) 상기 감광층 패턴을 상기 나노화소형성층으로부터 제거하는 단계; (g) 상기 나노화소형성층에 유기물질층을 형성하는 단계; 및 (h) 상기 유기물질층 위에 캐소드를 형성하는 단계를 포함한다. 이에 따라, 나노 화소 유기발광다이오드의 제조 공정을 고속화 및 간편화할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G01201305010129

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업융합원천기술개발사업

연구과제명 [RCMS]AMOLED TV용 Soluble TFT 및 화소 형성 소재/공정 기술 개발_10045269

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2013.05.01 ~ 2014.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 기판 위에 애노드를 형성하는 단계;
- (b) 상기 애노드 위에 화소형성층(pixel defining layer: PDL)을 형성하는 단계;
- (c) 상기 화소형성층 위에 감광층을 형성하는 단계;
- (d) 상기 감광층에 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 주기적인 구조의 나노홀 어레이를 가지는 감광층 패턴을 형성하는 단계;
- (e) 상기 감광층 패턴을 통해 상기 화소형성층을 식각하여 나노홀 어레이 패턴을 가지는 나노화소형성층을 형성하는 단계;
- (f) 상기 감광층 패턴을 상기 나노화소형성층으로부터 제거하는 단계;
- (g) 상기 나노화소형성층에 유기물질층을 형성하는 단계; 및
- (h) 상기 유기물질층 위에 캐소드를 형성하는 단계를 포함하는 나노화소 유기발광다이오드 어레이 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 레이저 간섭 리소그래피 공정에서 노광 에너지를 제어하여 상기 나노홀 어레이의 크기를 조절하는 것을 특징으로 하는 나노화소 유기발광다이오드 어레이 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노 화소 유기발광다이오드(OLED) 어레이 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 레이저 간섭 리소그래피 기술을 이용하여 나노사이즈 화소를 가지는 유기발광다이오드 어레이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기발광다이오드는 유기화합물에 전류가 흐르면 빛을 내는 전계발광현상을 이용하여 빛을 내는 소자이다. 유기발광다이오드에서 나노사이즈의 화소를 만들 경우, 사이즈의 축소에 반비례하여 단위 면적당 화소 수가 증가하므로 높은 해상도가 요구되는 디스플레이소자에 적용할 수 있다.

[0003] 그러나 종래의 유기발광다이오드 기술은 마스크를 이용한 방식으로 소자를 제작하기 때문에 화소를 나노사이즈로 축소하는 데 한계가 있다. 그러므로 나노 사이즈의 유기발광다이오드를 제작하기 위해서는 기존의 방식을 대체하는 다른 방법의 기술을 필요로 한다.

[0004] 나노 단위의 미세 선폭을 구현하기 위한 방법으로 전자 빔 리소그래피(electron beam lithography), 집속 이온 빔 리소그래피(focused ion beam lithography), 나노 임프린트 리소그래피(nano imprint lithography) 등이 사용되고 있다. 전자 빔 리소그래피와 집속 이온 빔 리소그래피 공정의 경우 초미세 패턴 구현이 가능하나 대면적으로 복수의 셀을 갖는 어레이 구조 구현에 어려움이 있다. 또한, 나노 임프린트 리소그래피 공정의 경우, 요구되는 별도의 스탬프 제작에 통상적으로 전자 빔 리소그래피로 제작을 하기 때문에 공정 비용 및 시간이 많이 소요되는 문제점이 있다. 또한, 나노 임프린트 리소그래피 공정의 경우 임프린트 이후에 잔막이 발생하여 이를 제거하기 위한 추가적인 식각 공정을 필요로 하는 문제점이 있다.

[0005] 따라서 마스크를 사용하지 않고 나노패턴을 구현하는 것과, 제작된 나노 패턴을 이용하여 나노사이즈의 화소를 가지는 유기발광다이오드를 제조하는 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 마스크를 사용하지 않고 나노패턴을 구현해 나노사이즈의 화소를 가지는 유기발광다이오드 어레이를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이의 제조 방법은, (a) 기판 위에 애노드를 형성하는 단계; (b) 상기 애노드 위에 화소형성층(pixel defining layer: PDL)을 형성하는 단계; (c) 상기 화소형성층 위에 감광층을 형성하는 단계; (d) 상기 감광층에 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 주기적인 구조의 나노홀 어레이를 가지는 감광층 패턴을 형성하는 단계; (e) 상기 감광층 패턴을 통해 상기 화소형성층을 식각하여 나노홀 어레이 패턴을 가지는 나노화소형성층을 형성하는 단계; (f) 상기 감광층 패턴을 상기 나노화소형성층으로부터 제거하는 단계; (g) 상기 나노화소형성층에 유기물질층을 형성하는 단계; 및 (h) 상기 유기물질층 위에 캐소드를 형성하는 단계를 포함한다.

[0008] 상기 레이저 간섭 리소그래피 공정에서 노광 에너지를 제어하여 상기 나노홀 어레이의 크기를 조절할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 유기발광다이오드 어레이가 제작될 기판의 전 범위에 나노사이즈의 홀 패턴을 주기적으로 형성할 수 있다. 기존의 유기발광다이오드는 마스크를 이용한 제작 방식으로 인해 유기발광다이오드의 화소 사이즈를 줄이는 데 한계가 있던 것을 본 발명이 단점을 개선할 수 있다.

[0010] 또한 본 발명은 나노패턴을 제작하기 위해 일반적으로 사용되는 전자빔 리소그래피 방식이 아닌 레이저 간섭 리소그래피를 사용함으로써 화소 형성 공정비용을 줄일 수 있고 대면적에 주기적인 나노패턴을 구현하는 데 제작 시간을 단축시킬 수 있으므로 공정 수율을 올리는 면에서도 장점을 가진다. 즉, 나노 스케일의 패턴을 대면적으로 형성할 수 있다.

[0011] 또한 본 발명은 유기발광다이오드 디스플레이에서 기존의 화소보다 작은 화소를 구현하는 것이 가능하므로 단위 면적당 화소수가 증가하여 높은 해상도를 요구하는 디스플레이 소자에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이의 단면도를 나타낸다.

도 2는 본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이의 제조 과정을 나타낸 공정도이다.

도 3은 레이저 간섭 리소그래피 공정에 사용되는 장치의 개략도이다.

도 4는 레이저 간섭 리소그래피 각도 조절에 따른 패턴의 크기와 피치 변화를 보이는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부 도면들을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어진 것이다.

[0014] 도 1은 본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이의 단면도이다.

[0015] 도 1을 참조하면 본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이는 기판(10) 상에 애노드(20)와 나노화소형성층(30a)을 차례로 포함하고, 나노화소형성층(30a)의 나노홀(H)에 정공수송층(HTL : hole transport layer, 50), 발광층(EML : emission layer, 60) 및 전자주입층(EIL : electron injection layer, 70)을 포함한다. 나노화소형성층(30a) 위에는 캐소드(80)가 형성되어 있다.

[0016] 기판(10)은 유리 기판 또는 PET, PEN 등의 투명한 유연기판일 수 있고, 애노드(20)는 200nm 두께의 ITO(Indium Tin Oxide), IZO, ZTO 등과 같은 투명전극일 수 있다. 정공수송층(50)은 60nm 정도의 NPB, 발광층(60)은 80nm 정도의 Alq3, 전자주입층(70)은 0.8nm 정도의 LiF일 수 있다. 그리고 캐소드(80)는 100nm 정도의 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 또는 구리(Cu)일 수 있다.

[0017] 아래 설명하는 바와 같이, 본 발명에서는 나노화소형성층(30a)의 나노홀(H)을 형성하는 데에 레이저 간섭 리소

그래피를 이용하므로 나노홀(H)의 크기와 피치, 즉 나노홀(H) 사이의 간격을 미세하게 형성할 수 있다. 기존의 화소보다 작은 화소를 구현하는 것이 가능하므로 단위면적당 화소수가 증가하여 높은 해상도를 요구하는 디스플레이 소자에 적용될 수 있다.

[0018] 도 2는 본 발명에 따른 나노화소 유기발광다이오드 어레이의 제조 과정을 나타낸 공정도이다.

[0019] 도 2의 (a)를 참조하면, 먼저 기판(10) 위에 애노드(20)를 형성한다. 애노드(20)로 사용되는 투명전극은 스퍼터(sputter)를 통하여 기판(10) 위에 직접 형성하거나 투명전극까지 미리 형성된 기판을 사용할 수 있다.

[0020] 다음으로 애노드(20) 위에 화소형성층(PDL: pixel define layer, 30)을 형성한다. 이 때, 화소형성층(30)으로 사용될 물질은 SiO_2 또는 유기 절연막 소재 등과 같은 물질이 사용될 수 있다. 화소형성층(30)은 후속적으로 형성될 유기물질층, 즉 정공수송층(50), 발광층(60), 전자주입층(70)의 두께를 고려하여 그만큼 형성한다. 다음으로 화소형성층(30) 상부에 레이저 간섭 리소그래피용 감광제를 도포한 후 핫플레이트 또는 오븐에서 1차로 베이킹을 실시하여 감광층(40)을 형성한다. 이 때 1차 베이킹은 소프트 베이킹일 수 있다.

[0021] 감광제는 빛에 의해 조사되어, 빛을 받은 부분이 현상액에 불용 또는 가용이 되는 포토레지스트(photoresist)일 수 있으며, 스핀 코팅 공정으로 도포할 수 있다. 상기 포토레지스트가 네가티브(negative) 타입인 경우 빛이 조사되는 부분이 남게 되며, 상기 포토레지스트가 포지티브(positive) 타입인 경우 빛이 조사되는 부분이 제거된다. 실시예에서는 allresist 사의 AR-N4240 (네가티브 타입)을 사용하였다.

[0022] 다음으로, 감광층(40)에 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 주기적인 구조를 가지는 나노홀(H) 어레이를 형성하여 도 2의 (b)에서와 같이 감광층 패턴(40a)을 형성한다. 패턴 형상은 예에 불과한 것이며, 노광 방법에 따라 다양한 형상의 패턴을 형성할 수 있다. 레이저 간섭 리소그래피 공정은 마스크가 필요하지 않고 직접 노광이 가능하므로 간단하고 빠른 공정이 가능하며, 대면적 패턴닝이 가능해 공정 단가 절약에 장점을 가진다.

[0023] 레이저 간섭 리소그래피 공정은 Lloyd's mirror interferometer를 응용한 레이저 간섭 리소그래피 장치를 구성해, 수백 nm 수준의 나노구조물을 제작하는 공정에 응용할 수 있으며, 개략적인 장치의 구성은 도 3에 도시하였다.

[0024] 도 3을 참조하면, 레이저 간섭 리소그래피 공정 장치는 광원(100), 적어도 하나의 전향거울(200), 공간 필터(300), 핀홀(400), 조리개(500), 반사거울(600) 및 샘플 프레임(700)을 포함할 수 있다.

[0025] 우선, 광원(100)으로부터 출력되는 레이저 빔(110)은 전향거울(200)에 의하여 방향이 바뀐다. 상기 전향거울(200)은 하나 또는 두 개 이상일 수 있으며, 레이저 빔(110)의 전향을 위하여 필요에 따라 설치할 수 있다.

[0026] 상기 전향거울(200)에 의해 전향된 레이저 빔(110)은 공간 필터(300)에서 확대된다. 예를 들어, 상기 레이저 빔(110)은 공간 필터(300)를 통과하며 약 20 배 내지 약 25 배 정도 확대될 수 있다. 또한, 핀홀(400)을 통해 노이즈를 줄이고, 조리개(500)를 이용해 빛의 세기가 일정한 영역만을 선택하여 노광하게 된다.

[0027] 반사거울(600)과 피노광체, 즉 기판(S)이 장착된 샘플 프레임(700)에 각각 조사된 레이저 빔(110)들이 간섭을 일으키면서 대면적으로 규칙적인 패턴을 형성하게 된다. 상기 반사거울(600)과 상기 샘플 프레임(700)의 사이각을 조절하면 반사거울(600)과 기판(S)에 입사하는 레이저 빔의 각도(θ)를 조절할 수 있다. 레이저 빔(110)에 의해 1차원의 라인 패턴(line pattern) 간섭 무늬가 일차적으로 기판(S)에 형성이 된다. 홀(hole) 또는 닷(dot) 어레이를 형성하기 위해서는 기판(S)을 90도 회전하여 한번 더 노광시키면 된다.

[0028] 예를 들어, 일 실시예에서 레이저 간섭 리소그래피의 광원(100)으로 약 256nm의 파장을 가지는 Ar 레이저를 사용하여 최소 약 200 nm의 피치(패턴 크기 약 200 nm 이하)를 가지는 패턴을 형성할 수 있다. 추가적으로, 노광 에너지를 조절하게 되면 주기의 약 25 % 내지 약 30 %까지 패턴 크기를 줄일 수 있어 최소 약 140 nm 정도의 패턴을 형성할 수 있다.

[0029] 반사거울(600)과 기판(S)에 입사하는 레이저 빔의 각도(θ)를 조절함에 따라 나노홀(H) 어레이의 주기의 길이를 변화시킬 수 있으며, 또한 감광제에 조사된 레이저의 총 에너지량에 따라 패턴의 크기를 조절할 수 있으므로 패턴의 모양도 결정할 수 있다. 홀 패턴의 크기의 경우는 레이저에 노출된 파워에 따라 변하며 파워가 높을수록 홀 사이즈는 작아지는 경향을 보인다. 노광이 끝난 후 현상액에 담가 나노홀(H) 어레이 패턴을 최종적으로 형성한 뒤 2차 베이킹을 실시한다. 이 때 2차 베이킹은 하드 베이킹일 수 있다.

[0030] 도 4는 레이저 간섭 리소그래피 각도 조절에 따른 패턴의 크기와 피치 변화를 보이는 그래프이다.

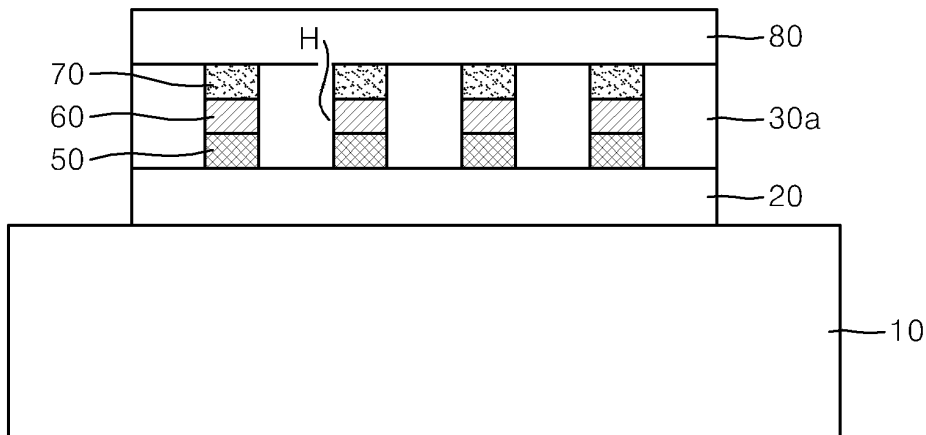
[0031] 도 4를 참조하면, θ 값 변화에 따라 홀 패턴의 크기(●)와 피치 간격 주기(■)가 변하며 θ 값이 커질수록

홀의 크기와 피치 간격 주기가 작아진다.

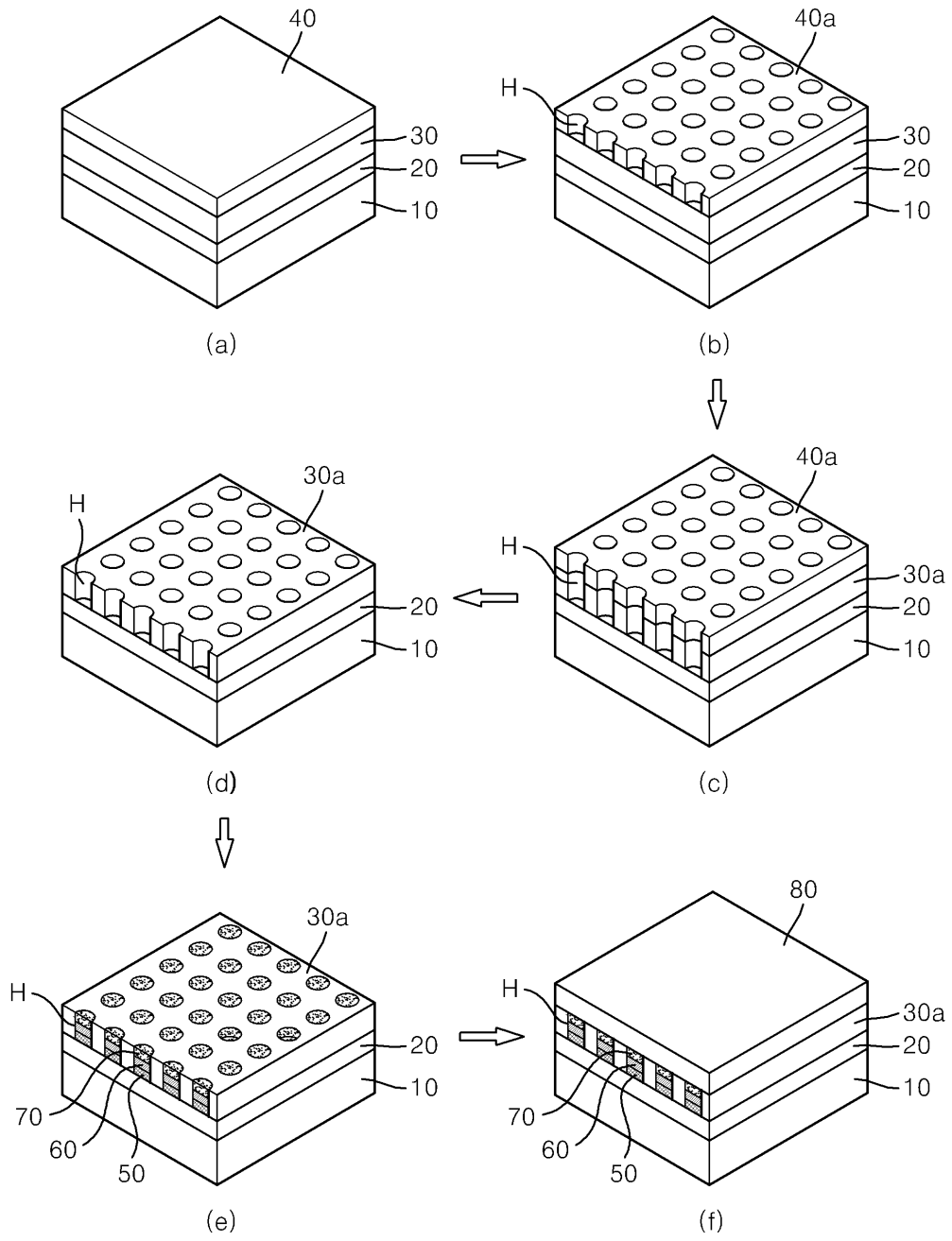
- [0032] 다음으로, 감광층 패턴(40a)을 통해 화소형성층(30)을 식각한다. 감광층 패턴(40a)의 나노홀(H) 어레이에 노출된 부분이 식각되면서 도 2의 (c)에서와 같이 나노홀(H) 어레이를 가진 나노화소형성층(30a)이 형성될 수 있다. 화소형성층(30)의 식각 방법은 건식식각방법 또는 습식식각방법 모두 가능하다. 예를 들어, 비등방성 식각을 수행할 수 있는 건식식각을 통해 나노화소형성층(30a)이 형성될 수 있으며, 그 방법은 반응성 이온 식각(reactive ion etching, RIE)일 수 있다.
- [0033] 식각이 완료된 후 나노화소형성층(30a) 상부의 감광층 패턴(40a)을 리무버나 아세톤 등과 같은 유기 용매를 이용하여 제거하여 도 2의 (d)와 같은 상태로 만든다.
- [0034] 다음 도 2의 (e)를 참조하여 정공수송층(50), 발광층(60), 전자주입층(70)을 차례로 주입한다. 이 때, 각 층들(50, 60, 70)은 나노화소형성층(30a)에 구현된 나노홀(H) 안에 각 순서대로 주입되며, 주입하는 데에는 진공 열증착 방식을 이용할 수 있다.
- [0035] 다음으로 캐소드(80)로 사용될 금속전극을 형성한다.
- [0036] 이와 같이, 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 유기발광다이오드 어레이가 제작될 기관의 전 범위에 나노사이즈의 홀 패턴을 주기적으로 형성하므로, 마스크를 이용한 기존 제작 방식에 비해 대면적 구현이 용이하고 화소형성 공정비용을 줄일 수 있으며 제작 시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 고해상도 디스플레이 구현에 적합한 패턴 미세화를 달성할 수 있다.
- [0037] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 많은 변형이 가능함은 명백하다. 본 발명의 실시예들은 예시적이고 비한정적으로 모든 관점에서 고려되었으며, 이는 그 안에 상세한 설명 보다는 첨부된 청구범위와, 그 청구범위의 균등 범위와 수단내의 모든 변형예에 의해 나타난 본 발명의 범주를 포함시키려는 것이다.

도면

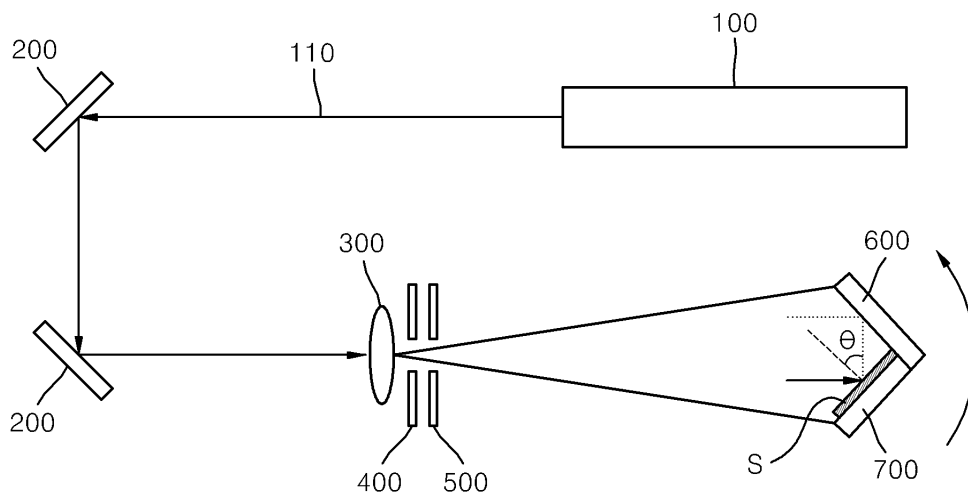
도면1



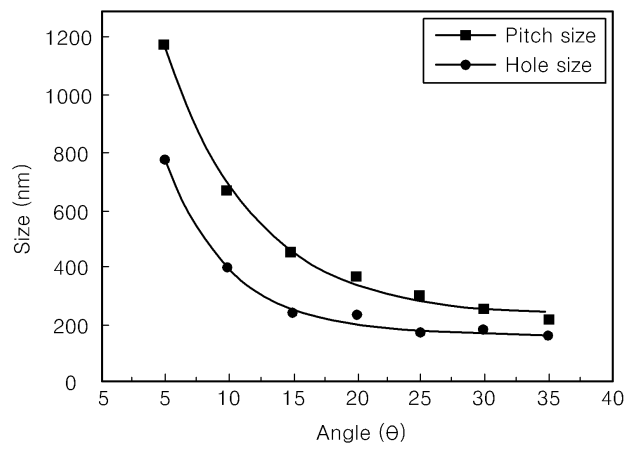
도면2



도면3



도면4



专利名称(译)	标题：使用激光干涉光刻的纳米像素有机发光二极管阵列的制造方法		
公开(公告)号	KR101499122B1	公开(公告)日	2015-03-06
申请号	KR1020140034188	申请日	2014-03-24
[标]申请(专利权)人(译)	高丽大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	高丽大学产学合作基金会		
当前申请(专利权)人(译)	高丽大学产学合作基金会		
[标]发明人	JU BYEONG KWON 주병권 HWANG BO YEON 황보연 HA HYEON JUN 하현준		
发明人	주병권 황보연 하현준		
IPC分类号	H01L51/56 H01L21/027		
CPC分类号	G03F7/2006 H01L21/0274 H01L51/56		
代理人(译)	宋京根		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的制造纳米像素有机发光二极管阵列的方法包括以下步骤：
 (a) 在基板上形成阳极；(b) 在阳极上形成像素限定层(PDL)；(c) 在像素限定层上形成光敏层；(d) 使用激光干涉光刻在感光层上形成具有周期结构的纳米孔阵列的光敏层图案；(e) 通过光敏层图案蚀刻像素限定层，形成具有纳米孔阵列图案的纳米像素限定层；(f) 从纳米像素限定层去除光敏层图案；(g) 在纳米像素限定层上形成有机材料层；(h) 在有机材料层上形成阴极。因此，可以简化并快速执行纳米像素有机发光二极管的制造工艺。

