(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월18일
(11) 등록번호 10-1940328
(24) 등록일자 2019년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/12 (2006.01) *C23C 14/56* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7008157
(22) 출원일자(국제) 2010년09월02일
심사청구일자 2015년03월02일
(85) 번역문제출일자 2012년03월29일
(65) 공개번호 10-2012-0058591
(43) 공개일자 2012년06월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/047625
(87) 국제공개번호 WO 2011/028867
국제공개일자 2011년03월10일
(30) 우선권주장
12/870,125 2010년08월27일 미국(US)
61/239,656 2009년09월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US05505778 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
유니버셜 디스플레이 코포레이션
미국, 뉴저지 08618, 유잉, 필립스 불바르 375
(72) 발명자
버로우스 폴 이
미국 워싱턴 99338 케네윅 베이카 로드 101105
모한 시드하르드 하리크리쉬나
미국 뉴저지 08536 플레인스보로 레이븐 크레스트 드라이브 6217
(74) 대리인
김진희, 김태홍

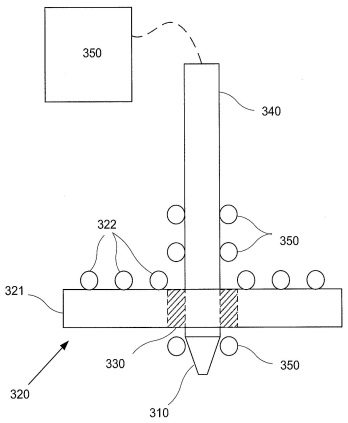
전체 청구항 수 : 총 22 항 심사관 : 손동연

(54) 발명의 명칭 **냉각 플레이트가 있는 유기 증기 젯 프린팅 장치**

(57) 요 약

장치를 제공한다. 본 장치는 노즐(310), 노즐과 유체 소통하는 수송 기체 공급원 및 유기 분자 공급원을 포함한다. 본 장치는 노즐에 인접한 능동 냉각 시스템(322)을 더 포함할 수 있다. 바람직하게는 노즐, 및 능동 냉각 시스템이 내부에 배치된 챔버를 포함한다. 기판 고정부가 챔버 내에 배치되어, 노즐 아래에서 기판을 지지하고, 노즐에 대해 이동할 수 있다. 바람직하게는, 기판 고정부에 의해 고정되는 기판으로서, 상기 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1㎜ 내지 10㎜ 거리에 배치될 수 있다. 본 장치는 바람직하게는, 노즐에 부착된 가열 시스템(350)을 포함할 수 있고, 바람직하게는, 가열 시스템이 노즐에 부착되는 위치가 노즐 팁으로부터 0 내지 5㎜인 1 이상인 위치를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도3



(56) 선행기술조사문헌
US20040226505 A1*
US06565655 B2*
US20080241016 A1*
JP2009132977 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

노즐;

노즐과 유체 소통하는 수송 기체 공급원 및 유기 분자 공급원; 및

노즐에 인접하여 배치된 능동 냉각 시스템

을 포함하는 유기 증기 젯 프린팅 장치로서,

능동 냉각 시스템은 공극을 갖는 플레이트이고, 노즐은 공극을 통해 연장되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

노즐 및 능동 냉각 시스템이 내부에 배치된 챔버; 및

챔버 내에 배치되고, 노즐 아래에서 기판을 지지하도록 적합화되며, 노즐에 대해 이동 가능한 기판 고정부

를 더 포함하는 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 기판 고정부에 의해 고정되는 기판을 더 포함하고, 상기 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1㎜ 내지 10㎜ 거리에 배치된 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 노즐에 부착된 가열 시스템을 더 포함하는 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 가열 시스템이 노즐에 부착되는 지점은 노즐의 팁으로부터 0 내지 5㎜인 1 이상의 지점을 포함하는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서, 노즐은 공극으로부터 0 내지 10㎜ 돌출된 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 노즐은 노즐 팁에서 노즐의 내부 직경의 0 내지 10배의 길이만큼 공극으로부터 돌출된 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 능동 냉각 시스템은 플레이트 내에 냉각 유체 채널을 더 포함하는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 냉각 유체는 채널 내에 담겨져 있으며, 냉각 유체는 에틸렌 글리콜과 액체 질소로 구성된 군에서 선택되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 능동 냉각 시스템은 플레이트의 뒷면에 부착된 채널을 더 포함하는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 능동 냉각 시스템은 플레이트의 온도를 -100℃ 내지 100℃로 유지하도록 적합화되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 13

제1항에 있어서, 장치는 다중 노즐을 포함하고 능동 냉각 시스템은 각각의 노즐에 인접하여 배치되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 14

제1항에 있어서, 노즐과 능동 냉각 시스템 사이에 배치된 단열재를 더 포함하는 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 15

제4항에 있어서,

상기 가열 시스템은 노즐 주위를 둘러싸는 저항 와이어를 더 포함하고;

능동 냉각 시스템은 가열 시스템 주위를 둘러싸는 냉각 유체 튜브를 더 포함하는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 16

제4항에 있어서, 고온부와 저온부가 있는 열전 냉각기를 더 포함하는 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 열전 냉각기의 저온부는 능동 냉각 시스템이고, 열전 냉각기의 고온부는 가열 시스템의 일부인 것인 유기 증기 젯 프린팅 장치.

청구항 18

노즐;

노즐과 유체 소통하는 수송 기체 공급원과 유기 분자 공급원;

노즐에 인접하여 배치된 능동 냉각 시스템; 및

노즐에 부착된 가열 시스템

을 제공하는 단계,

수송 기체에 의해 수송되는 유기 분자를 노즐을 통해 방출하여 유기 분자를 기판에 증착시키는 단계,

유기 분자가 증착되는 동안, 능동 가열 시스템으로 노즐을 가열하고, 능동 냉각 시스템으로 냉각시키는 단계

를 포함하는 유기 증기 젯 프린팅 방법으로서,

상기 능동 냉각 시스템은 공극을 갖는 플레이트이고, 노즐은 공극을 통해 연장되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 유기 분자가 증착되는 동안, 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1 내지 10㎜의 거리에 배치되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 방법.

청구항 20

제18항에 있어서, 유기 분자가 증착되는 동안 능동 냉각 시스템은 -100℃ 내지 100℃의 온도로 유지되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 방법.

청구항 21

제18항에 있어서, 다중 노즐이 제공되고, 각각의 노즐에 인접하여 능동 냉각 시스템이 배치되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 노즐 아래의 기판 영역에 10nm 내지 5000nm의 두께로 유기 분자가 증착되며, 노즐 아래가 아닌 기판 영역에 증착된 임의의 유기 분자는 0 내지 1의 단일층의 두께로 증착되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 방법.

청구항 23

제18항에 있어서, 유기 분자가 증착되는 동안 노즐은 150℃ 내지 400℃의 온도로 유지되는 것인 유기 증기 젯 프린팅 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 미국 가출원 61/239,656 (출원일 2009.9.3)에 기초한 미국 특허 출원 12/870,125 (출원일 2010.8.27)에 기초하여 우선권을 주장하였으며, 그 공개 문헌의 전체가 참고 문헌에 포함된다.

[0002] 본원 발명은 하기에 병기된 1 이상의 산학 협력 계약에 의해 개발되었다: 미시간 대학교, 프린스턴 대학교, 사우스 캐롤라이나 대학교, 및 유니버셜 디스플레이 코퍼레이션(Universal Display Corporation)의 리젠트(resent)이다. 본 계약은 청구된 발명의 완성일 전부터 효력이 있으며, 또한 청구된 발명이 계약 범위 내에서 수행된 행위의 결과인 경우 효력이 있다.

[0003] 본원 발명은 유기 증기 젯 프린팅(organic vapor jet printing, OVJP)에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 유기물질을 이용하는 광전자(opto-electronic) 장치가 수많은 이유로 점점 가치가 높아지고 있다. 이러한 장치를 만드는데 사용되는 많은 물질들은 상대적으로 저렴하므로, 유기 광전자 장치는 무기 장치보다 비용상 장점이 있다는 잠재력이 있다. 게다가, 유기 물질의 가요성과 같은 고유한 물성은 가요성 기판상의 구조물과 같은 특수한 경우에 매우 적합하다. 유기 광전자 장치의 예로 유기 발광 장치(organic light emitting device, OLED), 유기 광트랜지스터(phototransistor), 유기 광볼타 전지(photovoltaic cell), 및 유기 광검출기(photodetector)가 있다. OLED에 있어서, 유기 물질은 종래의 물질에 비해 유리한 성능을 가진다. 예를 들면, 유기 방출 층이 빛을 방출하는 파장은 적절한 도판트(dopant)를 이용하여 일반적으로 용이하게 조정될 수 있다.

[0005] OLED에는 장치를 가로질러 전압이 유입될 때 빛을 방출하는 유기박막이 사용된다. OLED는 평면 패널 디스플레이(flat panel display), 조명(illumination) 및 배면 광원(backlighting)과 같은 응용 분야에 있어 더욱 흥미로운 기술이 되고 있다. 몇 가지 OLED 물질 및 구성이 미국 특허등록 제5,844,363호, 제6,303,238호, 및 제5,707,745호에 개시되어 있으며, 이 문헌의 전체가 참고 문헌으로 포함된다.

[0006] OLED와 다른 유기 장치를 증착하는 한가지 방법은 유기 증기 젯 프린팅 (OVJP) 방법이다. OVJP의 일반적인 원리는 미국 특허등록 제7,404,862호, 미국 특허 출원 제10/690,704호, 제10/233,470호, 제12/175,641호, 제12/034,683호 및 CIP 출원 문서 제10020/21702호에 개시되어 있으며, 모두 참고 문헌에 포함되어 있다.

[0007] 본 명세서에서 "유기"라는 용어는 유기 광전자 장치를 제조할 수 있는 소분자 유기 물질은 물론 중합체 물질도 의미한다. "소분자"란, 중합체가 아닌 임의의 유기물질을 의미하므로 "소분자"는 실질적으로 꽤 큰 분자 일 수 있다. 소분자는 어떠한 경우에는 반복 단위를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 치환기로서 장쇄 알킬기를 사용하더라도 "소분자" 부류에서 배제되는 것은 아니다. 소분자는 또한 중합체 내에 포함되어 있을 수도 있는데, 예를 들면 중합체 골격에 펜던트(pendent) 그룹으로 존재하거나, 골격의 일부를 이루고 있을 수 있다. 소분자는 또한 덴드리머(dendrimer)의 코어 모이어티로서 제공되어 질 수도 있는바, 덴드리머는 코어 모이어티 에 형성된 일련

의 화학적 껍질로 구성되어 있다. 덴드리머의 코어 모이어티는 형광 또는 인광인 소분자 발광체(emitter)일 수 있다. 덴드리머는 "소분자"일 수 있고, 현재 OLED 관련 분야에서 사용되는 모든 종류의 덴드리머는 소분자인 것으로 여겨진다.

[0008] 여기에서 "상부"란, 기판에서 가장 먼 부분을 의미하며, "저부(低部)"란 기판에 가장 가까운 부분을 의미한다. 제1층이 제2층 "위에 배치"되어 있다고 기재되어 있는 경우, 제1층이 기판에서 더 멀리 떨어진 곳에 배치되는 것을 의미한다. 제1층이 제2층과 "접촉되어"있다고 명시한 경우가 아니라면, 제1층과 제2층 사이에는 또 다른 층이 존재할 수 있다. 예를 들면, 캐소드와 애노드 사이에 다양한 유기층이 존재하고 있을지라도 캐소드가 애노드 위에 배치되어 있다고 서술될 수 있다.

[0009] OLED에 대한 보다 자세한 설명 및 상기에 설시된 정의는 미국 등록 특허 제7,279,704에 개시되어 있으며, 전체 문헌이 참고문헌에 포함된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 장치가 제공된다. 본원 발명의 장치는 노즐, 및 노즐과 유체 소통하는 수송 기체 공급원 및 유기 분자 공급원을 포함한다. 또한 상기 장치는 노즐에 인접하여 배치되는 능동 냉각 시스템을 포함한다.

과제의 해결 수단

[0011] 바람직하게는, 상기 장치는 챔버(chamber)를 포함하고, 상기 노즐과 능동 냉각 시스템은 챔버 내부에 배치되어 있다. 또한 기판 고정부는 상기 챔버 내부에 배치되어 있을 수 있고, 노즐 밑의 기판을 지지하도록 적합화될 수 있으며, 노즐에 따라 이동 가능하다. 바람직하게는, 기판은 기판 고정부에 의해 고정되며, 상기 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1 내지 10mm의 거리에 배치된다.

[0012] 바람직하게는, 또한 상기 장치는 노즐에 부착된 가열 시스템을 포함한다. 가열 시스템이 노즐에 부착된 지점은 바람직하게는 노즐의 팁(tip)으로부터 0 내지 5mm인 1 이상의 지점을 포함한다.

[0013] 능동 냉각 시스템의 한가지 예로는, 공극(aperture)를 포함하는 플레이트를 들 수 있고 여기서 노즐은 공극를 통하여 연장되어 있다. 바람직하게는, 상기 노즐은 공극으로부터 0 내지 10mm 돌출되어 있다. 바람직하게는, 상기 노즐은 노즐 팁에서 노즐의 내부 직경의 0 내지 10배의 길이만큼 공극으로부터 돌출되어 있다. 능동 냉각 시스템은 플레이트 내부 또는 플레이트 후면 같은 곳에 부착되어 있는 냉각 유체 채널(cooling fluid channels)을 포함할 수 있다. 바람직한 냉각 유체는 에틸렌 글리콜과 액체 질소를 포함한다. 바람직하게는, 능동 냉각 시스템은 플레이트 온도 -100℃에서 100℃를 유지하도록 적합화된다. 또 다른 능동 냉각 시스템의 예로는 가열 시스템 주위를 둘러싸는 냉각 유체 튜브를 들 수 있다.

[0014] 상기 장치는 다중 노즐을 포함할 수 있고 능동 냉각 시스템은 각각의 노즐에 인접하여 배치되어 있고/있거나 2 이상의 노즐 사이에 배치되어 있을 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 장치는 노즐과 능동 냉각 시스템 사이에 배치된 단열 물질을 포함한다.

[0016] 능동 냉각 시스템과 가열 시스템이 있는 장치의 예로는, 가열 시스템으로서 노즐 주위를 둘러싸는 저항 와이어를 갖고, 능동 냉각 시스템으로서, 가열 시스템 주위를 둘러싸는 냉각 유체 튜브를 갖는 노즐을 들 수 있다.

[0017] 상기 장치는, 고온부와 저온부를 가지며, 저온부는 능동 냉각 시스템이고 고온부는 가열 시스템의 일부분인 열전(thermoelectric) 냉각기를 포함할 수 있다.

[0018] OVJP에 유기 분자를 증착하는 방법이 제공된다. 노즐, 노즐과 유체 소통하는 수송 기체 공급원 및 유기 분자 공급원, 노즐에 인접하여 배치된 능동 냉각 시스템, 및 노즐에 부착된 가열 시스템이 제공된다. 유기 분자는 노즐을 통해 분사되어 기판 위에 증착되며, 상기 유기 분자는 수송 기체에 의해 수송된다. 유기 분자가 증착되는 동안, 노즐은 능동 가열 시스템에 의해 가열되며,능동 냉각 시스템은 능동 냉각 시스템에 의해 능동 냉각이 없다고 가정할 때의 온도보다 낮은 냉각 온도로 유지된다.

[0019] 바람직하게는, 유기 분자가 증착되는 동안 상기 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1 내지 10mm 거리에 배치되어 있다. 바람직하게는, 유기 분자가 배치되는 동안 능동 냉각 시스템은 -100℃에서 100℃의 온도를 유지하고 있다. 바람직하게는, 능동 냉각 시스템이 각각의 노즐에 인접하여 배치되는 다중 노즐이 제공된다. 바람직하게

는, 노즐 밑의 기판 영역에 유기 분자가 10nm에서 5000nm의 두께로 증착되고, 노즐 밑이 아닌 기판 영역에 증착되는 임의의 유기 분자의 경우에는 0에서 1의 단일층 두께로 증착된다. 바람직하게는, 유기 분자가 증착되는 동안 상기 노즐은 150℃에서 400℃의 온도로 유지된다.

발명의 효과

[0020] 유기 분자를 증착하는 동안 능동 냉각 시스템을 이용한 경우 과분사 도는 과분사에 의한 오염이 두드러지게 줄어들거나 제거된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도1은 유기 발광 장치를 나타낸다.

도2는 분리된 전자 수송 층을 포함하지 않는 인버티드 유기 발광 장치를 나타낸다.

도3은 인접한 능동 냉각 시스템을 갖는 노즐의 예를 보여준다.

도4는 능동 냉각 시스템이 있는 OVJP 시스템과 대비하여 능동 냉각 시스템이 없는 OVJP 시스템을 보여준다.

도5는 과분사(overspray)로 인한 장치 상의 문제점을 도시하기 위해 사용되는 일련의 장치를 나타낸다.

도6은 도5의 장치중 하나로부터 얻어진 두 개의 방출 스펙트럼으로써, 하나의 스펙트럼은 능동 냉각 시스템이 없는 OVJP를 통해 증착된 층을 포함하는 장치로부터, 다른 하나는 능동 냉각 시스템이 있는 OVJP를 통해 증착된 층을 포함하는 장치로부터 얻어진 스펙트럼을 나타낸다.

도7 내지 9는 각기 도5의 장치 중 하나에서 얻어진 두 개의 방출 스펙트럼을 보여준다. 한 스펙트럼은 능동 냉각 시스템이 없는 OVJP를 통해 증착된 층을 갖는 장치에 가까운 장치로부터 나오며, 다른 스펙트럼은 능동 냉각 시스템이 있는 OVJP를 통해 증착된 층이 있는 장치에 가까운 장치로부터 나온다. 도7 내지 9의 스펙트럼을 위한 장치는 OVJP를 통해 증착된 층을 포함하지 않으나, OVJP를 통해 증착된 층 근처로부터 과분사된 것을 포함할 수 있다. 도7 내지 9의 장치들은 OVJP를 통해 증착된 층이 있는 장치에서 점진적으로 멀어진다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 통상, OLED는 1 이상의 유기층을 포함하며, 유기층은 애노드와 캐소드 사이에서 전기적 연결되어 배치된다. 전류가 흐르면, 애노드는 정공(hole)을 분사하고 유기층(들) 안으로 캐소드는 전자를 분사한다. 분사된 정공과 전자는 각기 반대편 전극을 향해 이동한다. 정공과 전자가 같은 유기 분자에 위치한 경우, 위치한 정공-전자 쌍이 들뜬 에너지 준위에 있는 "엑시톤(exciton)" 이 생성된다. 엑시톤이 광전자 방출 메커니즘을 통해 릴랙스되면 빛이 방출된다. 몇 가지 경우에 있어, 엑시톤은 엑시머(excimer) 또는 엑시플렉스(exciplex)에 위치할 수도 있다. 열 릴랙세이션과 같은 비-방사능 메커니즘도 가능하지만 통상 바람직하지 않은 것으로 고려된다.

[0023] 도1은 유기 발광 장치(100)이다. 상기 도면은 반드시 동일 비율로 축소된 것은 아니다. 장치(100)는 기판(110), 애노드(115), 정공 분사층(120), 정공 수송층(125), 전자 차단층(130), 방출층(135), 정공 차단층(140), 전자 수송층(145), 전자 분사층(150), 보호층(155), 및 캐소드(160)을 포함할 수 있다. 캐소드(160)은 제1 전도층(162) 및 제2 전도층(164)을 갖는 화합물 캐소드이다. 장치(100)는 상기 설명된 층들을 순서대로 증착하여 제조될 수 있다. 상기 다양한 층은 물론, 그 예시 물질들의 물성 및 기능은 미국 제7,279,704호의 컬럼 6-10에 개시되어 있으며, 이는 참고 문헌에 포함되어 있다.

[0024] 상기의 각 층에 대한 더 많은 예시도 가능하다. 예를 들면, 가요성을 갖고 투명한 기판-애노드 복합체가 미국 특허 등록 제5,844,363호에 개시되어 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. p-도핑된 정공 수송층의 예로는 F.sub.4-TCNQ가 몰비 50:1로써 도핑(dopping)된 m-MTDATA를 들 수 있으며, 이는 미국 특허 출원 공개 제2003/0230980호에 개시되어 있고, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 방출되는 호스트(host) 물질의 예는 미국특허 제6,303,238 Thompson et al.에 개시되어 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. n-도핑된 전자 수송층의 예는 리튬이 몰비 1:1로써 도핑된 BPhen을 들 수 있으며, 미국 특허 출원 공개 제2003/0230980호에 개시되어 있고, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 전기 전도성이 있고, 스퍼터로 증착된 ITO층을 갖는 Mg:Ag와 같은 금속 박막층이 있는 화합물 캐소드를 포함하는 캐소드의 예시가 미국 특허 제5,703,436호 및 제5,707,745호에 개시되어 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 차단층의 이론과 그 이용에 대해서는 미국 특허 제6,097,147호 및 미국 특허 출원 공개 제2003/0230980호에 개시되어 있고, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 분사층의 예는 미국 특허출원 제2004/0174116

호에 개시되어 있고, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 보호층에 대한 설명은 미국 특허 출원 공개 제2004/0174116호에서 찾을 수 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다.

[0025] 도2는 인버티드 OLED(200)이다. 상기 장치는 기판(210), 캐소드(215), 방출 층(220), 정공 수송층(225), 및 애노드(230)를 포함한다. 장치(200)는 상기 설명된 층들을 순서대로 증착하여 제조될 수 있다. 대부분의 상용 OLED 구성은 애노드 위에 캐소드가 배치되어 있기 때문에, 장치(200)는 애노드(230) 아래에 캐소드(215)가 배치되므로 이는 "인버티드(inverted)" OLED 라 할 수 있다. 장치(100)에 있어서 상기 설명된 것과 유사한 물질은 장치(200)에 상응하는 층들에 사용될 수 있다. 도.2는 몇 가지의 층들이 장치(100)의 구조로부터 어떻게 제외된 것인지에 관한 예를 보여준다.

[0026] 도1 및 2에는 비제한적인 예로 단순한 층 구조를 보여주는 것이며, 본 발명의 구체예에서는 다른 구조를 갖는 다양한 범위로 사용될 수 있다는 것을 이해할 수 있다. 특정한 물질 및 구조는 사실상 예시이며, 다른 물질 및 구조도 사용 가능하다. 디자인, 성능, 및 비용에 따라 서술된 다양한 층들을 상이한 방식으로 조합하거나, 층을 전체적으로 제외시켜 기능성 OLED를 얻을 수 있다. 특별히 설명되지 않은 다른 층들도 포함될 수 있다. 특별히 설명되지 않은 다른 물질이 사용될 수도 있다. 여기서 제공된 여러 실시예들은 다양한 층이 단일 물질을 포함하는 것으로 기재하고 있으나, 호스트와 도판트 혼합물 또는 그 이상의 일반적인 혼합물과 같은 물질의 조합이 사용될 수도 있다고 이해된다. 또한, 상기 층들에는 다양한 부층(副層, sublayer)이 있을 수 있다. 여기에서 다양한 층에 부여된 명칭은 절대적으로 한정한 의미는 아니다. 예를 들면, 장치(200)에서, 정공 수송층(225)는 정공을 수송하고 방출층(220)으로 정공을 주입하여, 정공 수송층 또는 정공 주입층으로 설명될 수 있다. 한가지 구체예로서, OLED는 캐소드와 애노드 사이에 배치된 "유기층"을 갖는 것으로 설명될 수 있다. 상기 유기층은 단일층을 포함하거나, 상기에서 설명한, 예를 들면 도1,2에 따른 또 다른 다중 유기 물질로 된 다중층을 더 포함할 수도 있다.

[0027] 중합체 물질을 포함하는 OLED(POLED) (미국 특허 제5,247,190호, Friend et al.에 개시됨)와 같이 특별히 설명하지 않은 구조나 물질 또한 사용될 수 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 부가적인 예로서, 단일 유기층을 포함하는 OLED가 사용 가능하다. OLED는 쌓여질 수 있는데, 예를 들면, 미국 특허 제5,707,745호, Forrest et al. 에 설명되어 있고, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다. 상기 OLED 구조는 도1,2에 도시된 단순한 층 구조에서 벗어날 수도 있다. 예를 들면, 기판은 메사(mesa) 구조(미국 특허 제6,091,195호, Forrest et al.에 개시됨), 및/또는 피트(pit) 구조(미국 특허 제5,834,893호, Bulovic et al.에 개시됨)와 같이 아웃-커플링(out-coupling)을 향상시키기 위한 각진 반사 표면을 갖는 기판일 수 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함된다.

[0028] 별도로 특정되지 않았다면, 여러 가지 구체예의 임의의 층들은 임의의 적절한 방법으로 증착될 수 있다. 유기층에 있어서, 바람직한 방법으로는 열 증발, 잉크-젯(ink-jet) (미국 특허 제6,013,982호 및 제6,087,196호에 개시되어 있으며,그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함됨), 유기 증기상 증착(organic vapor phase diposition, OVPD, 미국 특허 제6,337,102호,Forrest et al.에 서술되어 있고, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함됨), 및 유기 증기 젯 프린팅(organic vapor jet printing, OVJP, 미국 특허출원 제10/233,470호에 개시되어 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함됨)에 의한 증착이다. 또 다른 적절한 증착 방법으로 스핀 코팅(spin coating)과 기타 용액을 기반으로 하는 방법이 있다. 용액 기반 방법은 질소 또는 불활성 대기에서 수행되는 것이 바람직하다. 다른 층들에 있어, 바람직한 방법에는 열 증착이 포함된다. 바람직한 패터닝(patterning) 방법에는 마스크(mask)를 통한 증착, 냉간 용접(cold welding, 미국 특허 제6,294,398호 및 제6,468,819호에 개시되어 있으며, 그 문헌의 전체 내용이 참고 문헌에 포함), 잉크-젯과 OVJP와 같은 일부 증착 방법과 연관된 패터닝을 포함한다. 다른 방법 역시 사용 가능하다. 증착될 물질은 특정 증착 방법과 호환 가능하도록 조정될 수 있다. 소분자에서 용액 기반 방법의 성능을 향상시키기 위해 예를 들면, 알킬 및 아릴기,분지형 또는 비분지형, 그리고 바람직하게는 3 이상의 탄소를 포함하는 치환기를 사용 가능하다. 20개 또는 그 이상의 탄소를 갖는 치환기를 사용할 수 있으며, 3 내지 20의 탄소 수가 바람직한 범위이다. 비대칭 구조인 물질이 대칭 구조보다 나은 용액 기반 방법 가능성을 갖는데, 그 이유는 비대칭 물질이 더 낮은 재결정 경향성을 띠기 때문이다. 용액 방법 하에서 소분자의 성능을 향상시키기 위해 덴드리머 치환기가 사용 가능하다.

[0029] 발명의 구체예에 따라 제조된 장치는 평면 패널 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 전광판, 내부 또는 외부 조명 및/또는 시그날링(signaling)용 광원, 헤드 업 디스플레이(heads up display) , 풀리 트랜스페어런트 디스플레이(fully transparent display), 플렉서블 디스플레이(flexible display), 레이저 프린터(laser printer), 전화기, 휴대폰, 피디에이(personal digital assistant, PDA), 랩톱 컴퓨터(laptop computer), 디지털 카메라(digital camera), 캠코더(camcorder), 뷰파인더(veiw finder), 마이크로-디스플레이(micro-display), 비히클

(vehicle), 넓은 벽면, 극장 또는 경기장 화면, 또는 싸인(sign)등의 광범위한 소비재에 통합될 수 있다. 본 발명에 따라 제조된 장치를 제어하기 위해 수동 매트릭스와 능동 매트릭스를 포함하여 여러 가지 제어 메커니즘이 이용될 수 있다. 많은 장치들이 인간에게 적합한 온도인 18℃ 내지 30℃, 더욱 바람직하게는 실온인 20℃ 내지 25℃에서 사용되도록 고안되었다.

[0030] 여기서 설명한 물질, 구조, 및 방법은 OLED 보다 장치에 적용할 수 있다. 예를 들면, 유기 태양 전지(cell) 및 유기 광검출기와 같은 다른 광전자 장치에 상기 물질과 구조를 채택할 수 있다. 더욱 통상적으로는, 유기 트랜지스터와 같은 유기 장치에 상기 물질과 구조를 채택할 수 있다.

[0031] 다양한 환경에서, 유기 물질을 증착하기 위해 OVJP 가 이상적인 방법이다. OVJP는 마스크, 포토레지스트(photoresist), 또는 증착이 바람직하지 않은 기판의 일부를 차단하거나 숨기는데 사용되는 유사한 패터닝 기술의 사용 없이, 젯(jet)의 형성을 통한 노즐에 의해 정해진 형상이나 패턴으로 유기 분자를 증착할 수 있다. 그러나, 증착이 바람직하지 않은 기판의 일부가 커버되지 않고 남아있는 경우, 표류(stray) 분자가 문제될 수 있다.

[0032] 유기 증기 젯 프린팅(OVJP)의 기본적인 한계는 노즐 팁에서 방출되는 모든 분자가 첫 충돌에 의해서는 기판에 점착되지 않는다는 것인데 즉, 유기분자의 점착 계수가 거의 1.0이 되지 않는다. 기판에서 튀어오르거나 증착 후 재-증발하는 분자는 진공 챔버 주위로 분산되고 의도한 패턴을 벗어난 기판 구역에 낙하하여 색상 오염, 효율성 감소, 전압 상승 또는 세 가지 모두를 야기한다. 부가적인 문제점으로는, 기판 표면 가까운 곳에 있는 뜨거운 OVJP 노즐이 기판 표면을 가열시켜 점착 계수를 낮추고 재-증발을 촉진하는 것이다.

[0033] 후면으로부터 기판을 냉각시키는 것은 상기 문제점들을 해소하는 한 가지 가능한 방법이다. 그러나, 후면으로부터 기판을 냉각시키는 것은 냉각 플레이트와 기판 사이의 열적 접촉이 불충분하여 한정된 효율성을 갖는바, 때로는 기판 자체, 예를 들면 후면 표면 보다 더 중요한 앞면 표면의 낮은 열 전도성으로 인해 더 악화될 수도 있다.

[0034] 통상, OVJP시스템의 노즐 또는 노즐들은 수송 기체 공급원과 유기 분자 공급원과 유체 소통한다. 노즐에 인접하여 배치된 "냉각 플레이트"와 같은 능동 냉각 시스템은 기판으로부터의 열교환을 향상시켜 기판의 평균 온도를 낮춘다. 인접한다는 것의 의미는 상기 노즐과 가까우나 접촉해 있지는 않은 것을 의미한다. 바람직하게 상기 능동 냉각 시스템은 가열기가 상기의 노즐을 유기 분자의 승화 온도보다 높게 유지하는 기능을 방해할 정도로 가깝지는 않다. 능동 냉각 시스템은 또한 기판에서 재-증발되거나 튀어나온 분자를 포섭하여, 원하는 패턴 밖에 증착되는 분자의 수를 줄여준다.

[0035] 여기에서, "노즐"이란 메커니즘을 나온 후, 물질의 흐름을 지시, 유도 또는 달리 제어하는 메커니즘을 말한다.

[0036] 전부는 아니나 몇몇의 OVJP 시스템은 챔버 내에 증착을 포함한다. 많은 OVJP 시스템은 또한 노즐 밑의 기판을 지지하고 노즐에 대해 움직이도록 적합화된 기판 고정부를 포함한다. 상기 노즐, 상기 기판 고정부, 또는 두 가지 모두 이동 가능할 수 있다. 챔버가 이용되는 경우, 노즐과 기판 고정부는 챔버 내에 있을 수 있다. 챔버를 이용하면 주변 압력, 기체의 조성, 및 온도와 같은 대기 조건을 제어하기에 더 유리하다. 여기에서 노즐 "밑"이란 노즐이 가리키는 방향, 예를 들면, 노즐이 기판을 가리키는 방향으로 배치되는 것을 말한다. 기판에서 노즐은 임의의 갯수의 방향으로도 배향될 수 있다.

[0037] 발명의 구체예는 광범위한 치수로 수행될 수 있다. OVJP 시스템의 노즐에 인접하는 능동 냉각 시스템은 유리하게도 OVJP 시스템에 있어 원하는 어떠한 치수로도 이용될 수 있다. 바람직하게는, OVJP가 구동되는 동안 OVJP 위의 기판은 기판 고정기에 의해 고정되며, 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1 내지 10㎜의 거리에 배치된다. 이러한 거리는 기판에서 능동 냉각 시스템으로 효율적인 열전달을 가능케 한다. 또한, 상기 거리는 증착되는 동안 기판으로부터 재-증발되거나 튀어나오는 임의의 분자가 기판 또는 어떠한 다른 비바람직한 장소로 되돌아 가는 경로를 탐색하기 전에 능동 냉각 시스템에 충돌하는 것을 합리적으로 가능하게 한다. 바람직하게는, 상기 능동 냉각 시스템은 기판의 한 평균 자유 경로에 포함된다.

[0038] 바람직하게는, 가열시스템은 노즐에 부착되어 있다. 바람직하게는, 가열 시스템이 노즐에 부착되어 있는 지점은 노즐의 팁에서 0 내지 5㎜ 거리에 있는 적어도 1 이상의 지점을 포함한다. OVJP에 통상적으로 포함된 유기 분자는 150 내지 400℃의 승화 온도를 갖는다. 유기 분자의 승화 온도를 초과하도록 노즐의 온도를 유지하는 것이 이상적이다. 그렇지 않으면, 상기 분자는 노즐에서 원치 않게 응축되어 노즐을 막히게 할 수도 있다. 종래의 OVJP 시스템에서는, 노즐 팁에서 더 멀리 떨어져 부착된 가열 시스템, 또는 노즐로 향하는 튜브에 부착된 가열 시스템이 상기와 같은 응축을 피하기에 충분한 열을 공급할 수 있다. 부가적으로, 수송 기체 흐름 그 자체를 통

해 약간의 열이 공급될 수도 있다. 그러나, 능동 냉각 시스템이 노즐에 가까이 도입되어 있을 때, OVJP에 이용하는 것으로 종래 개시된 바 있는 가열 시스템은 노즐에서 원치않는 응축을 피하기에 충분하지 않다. 노즐의 팁에 가까이 있는 가열 시스템이 상기와 같은 응축을 피하기 위해 이용될 수 있으며, 심지어 능동 냉각 시스템이 존재할 때도 가능하다.

[0039] "능동 냉각 시스템"은 기판 표면, 특히 노즐 주위의 기판 표면의 근처로부터 열을 제거하는 시스템이다. 능동 냉각 시스템은 일반적으로 냉각부로서 전원의 소모를 포함한다. 능동 냉각 시스템의 예로는 냉각 유체 튜브, 냉각 유체 채널이 있는 플레이트, 냉각 유체 튜브가 부착된 플레이트, 및 열전 냉각기를 포함한다. 열 파이프 역시 능동 냉각 시스템으로 고려될 수 있는바, 열 파이프는 전원을 이용하여 냉각되는 열 싱크(sink)에 열적으로 연결되어 있다. 다른 능동 냉각 시스템도 이용 가능하다.

[0040] "노즐에 부착된 가열 시스템"이란 노즐로 열을 공급하는 시스템을 말한다. 상기 가열 시스템의 예는 저항 와이어, 노즐 자체 또는 노즐에 부착된 다른 구조 상의 저항 부재, 노즐에 초점을 맞춘 레이저 빔(laser beam), 노즐과 연계된 무선 주파수 장(field), 및 열전(thermoelectric) 냉각기의 고온부를 포함한다. "노즐에 부착된" 가열 시스템은 노즐로부터 원격으로 가열되고 노즐에 전달되며 노즐을 통과하는 기체 흐름으로부터 나오는 열보다 더 많은 열을 포함한다. 여기에서 특별히 설명하는 가열 시스템 이외에도 사용 가능하다.

[0041] 한 가지 구체예에 있어, 가열 시스템은 노즐 주위를 둘러싸는 저항 와이어이며, 능동 냉각 시스템은 가열 시스템 주위를 둘러싸는 냉각 유체 튜브이다.

[0042] 한 가지 구체예에 있어, 고온부와 저온부를 포함하는 열전 냉각기는 능동 냉각 시스템과 가열 시스템의 두 가지 모두의 일부분으로서 기능할 수 있다. 바람직하게는, 상기 열전 냉각기가 능동 냉각 시스템, 및 가열 시스템(즉, 가열 시스템의 일부분으로써 추가적인 열 공급이 있는 경우)의 일부분이 될 수 있다. 몇 가지 열전 냉각기는 또한 "펠티에(Peltier) 냉각기"로 알려진 냉각기일 수도 있다. 열전 냉각기에 DC 전원 연결은 고온부와 저온부를 발생시킨다. 상기와 같은 냉각기의 저온부가 능동 냉각 시스템으로 제공되고, 고온부는 가열 시스템으로 사용될 수 있다. 상기 구체예에 있어, 열전 냉각기는 바람직하게는, 상기와 같은 고온부가 노즐에 최대한 인접하도록 형상화 되고, 반면 저온부는 기판에 인접해 있으며 고온부보다 노즐로부터 더 멀리 떨어져 있다.

[0043] 바람직하게는, 열전도성 물질이 노즐과 능동 냉각 시스템 사이에 배치되어 있다. 상기 열전도성 물질은 능동 냉각 시스템과 노즐 사이의 넓은 온도 구배를 유지하도록 도와준다. 이는 노즐에 원치않는 응축을 피하기 위해, 노즐은 능동 냉각 시스템에 비해 상대적으로 고온이어야 하기 때문에 바람직하다. 동시에, 상기 능동 냉각 시스템은 노즐에 비해 상대적으로 저온이어야 하는바, 능동 냉각 시스템 상에서 재-증발 및 튀어나오는 분자가 응축되는 것이 이상적이고, 능동 냉각 시스템의 온도가 낮은 것이 기판으로부터 열을 제거하기 때문이다.

[0044] 능동 냉각 시스템의 한 구체예는, 노즐이 공극(aperture)를 통과하여 연장되도록 공극를 포함하는 플레이트가 있다. 상기 플레이트는 바람직하게는 높은 열전도성을 가지며, 유체를 냉각하기 위한 채널을 포함한다. 이 유체 채널은 플레이트 자체 내에 존재할 수 있다. 상기 유체 채널은 플레이트 뒷면에 부착될 수 있는데, 예를 들면, 플레이트에 용접된 구리 튜브에 부착될 수 있다. 플레이트의 "뒷면"이란, 유기 분자가 증착될 기판에서 멀리 떨어진 곳을 말한다. 바람직한 냉각 유체는 물, 에틸렌 글리콜, 물/에틸렌 글리콜 혼합물 및 액체 질소를 포함한다. 냉각 유체는 저온으로 유지되며, 임의의 공지된 방법에 의해 채널을 통하여 펌프된다. 바람직하게는, 능동 냉각 시스템은 플레이트 온도 -100℃ 내지 100℃를 유지할 수 있도록 적합화된다. 채널과 플레이트의 기하학적 구조 및 물질은, 냉각 유체의 순환 속도와 온도와 같이, 원하는 온도를 유지하도록 조절될 수 있는데, 심지어 노즐이 가열 시스템 및/또는 주입된 젯(jet)에 의한 열로 인해 가열되는 경우에도 마찬가지이다.

[0045] 바람직하게는, 노즐은 능동 냉각 시스템의 앞면에서 0 내지 10mm 돌출되어 있고, 예를 들면, 능동 냉각 시스템은 노즐을 위한 공극를 갖는 플레이트이며, 노즐은 바람직하게는 공극으로부터 0 내지 10mm 돌출된 것을 말한다. 만약, 노즐이 공극 내에 함몰된 경우, 기판으로부터 튀어나오거나 재-증발되는 유기분자의 능동 냉각 시스템에 대한 바람직한 2차적 응축과 함께 기판에서 소정의 1차 응축과는 대조적으로, 젯으로부터 직접적인 능동 냉각 시스템의 유기분자가 기판에 도달하기 전에 능동 냉각 시스템 상에 원치않는 응축이 일어날 것이다. 상기 범위의 상한에서, 능동 냉각 시스템에서 노즐 돌출부는 능동 냉각 시스템이 기판까지 얼마나 가까울 수 있을지를 제한한다. 기판에서 능동 냉각 시스템 간의 열이동을 용이하게 하고, 튀어나오거나 재-증발되는 유기분자가 원하는 패턴 구역에서 벗어나는 기판 같은 다른 곳에 충돌하기 전에 능동 냉각 시스템에 부딪힐 확률을 높이기 위해 능동 냉각 시스템과 기판 간의 거리는 최소화하는 것이 이상적이다. 같은 이유로, 노즐은 공극으로부터 노즐 팁에서 노즐 내부 직경의 0 내지 10배만큼 돌출되는 것이 바람직하다. 돌출되지 않은 경우(즉, 0배의 돌출)가 바람직할 수 있다. 상기의 돌출 길이 및 임의의 돌출도 반드시 필요한 것은 아니지만, 바람직하다.

[0046] 삭제

[0047] 능동 냉각 시스템은 광범위한 해상도의 OVJP에 유용할 수 있다. 고해상도에서, 능동 냉각 시스템의 이론상 최대 효율은 노즐 어레이(array)의 적은 양(small volume)에서 얻을 수 있는 최대의 온도 구배에 따라 결정된다. 저 해상도의 구체예에서는 적용하기가 더 간단할 것이다.

[0048] 다중 노즐이 존재하는 경우, 능동 냉각 시스템이 노즐 사이를 비롯하여, 각각의 노즐에 인접하는 것이 바람직하다.

[0049] 능동 냉각 시스템의 간단하고 단일한 노즐의 실례는 도3에서 보이는 바와 같이 노즐 팁 주위의 환상(環狀) 플레이트이다. 상기 플레이트는 도면에서 보이는 것보다 노즐 팁에 더 가까울 것이다. 바람직하게는, 상기 플레이트는 노즐 공극 위의 하나의 노즐 직경 만큼 떨어진 거리에 위치하며, 기판과 평행하게 모든 방향으로 연장되어 있다. 이상적으로 냉각 플레이트의 온도는 10℃보다 낮다. 바람직한 온도는 OVJP 챔버의 주위 압력에 다소 의존하며, 만약 상기 플레이트가 너무 높은 주위 압력에서 너무 낮은 온도가 되면, 플레이트는 크라이오펌프(cryopump)처럼 기능할 것이며, 주요 챔버 펌프와 경쟁을 하게 될 것이며 이는 바람직하지 않다. mtorr 범위의 기본 압력의 챔버에서, 냉각 플레이트의 바람직한 온도는 -20℃내지 0℃일 것이다. 상기 범위는 예를 들면, 에틸렌 글리콜 기반의 가동 유체를 이용한 재순환 냉각를 이용하여 얻어진다. 고 진공 챔버에서는, 그러나, 냉각 재로서 액체 질소를 이용하여 얻을 수 있는 온도와 같은 더 낮은 온도가 이상적이다.

[0050] 노즐의 1차원 어레이(즉, 노즐 라인(line))는 노즐 차단을 위한 바람직한 구체예이다. 이러한 어레이는 노즐 라인의 수직방향으로 기판에 대해 노즐을 이동시키거나 반대로 이동시킴으로써 패터닝 처리량을 높여 준다. 이러한 구체예에 있어, 다른 노즐은 노즐 라인의 방향에 있는 능동 냉각 시스템을 위한 가용 공간을 제한하나, 거기에는 또 다른 방향의 능동 냉각 시스템을 위한 충분한 공간이 존재해야 한다. 2차원 어레이와 같은 다중 노즐의 다른 배열 역시 사용할 수 있다. 다양한 형태의 노즐을 사용할 수도 있다. 예를 들면, 노즐은 연장될 수 있고, 예를 들면 직사각형, 바람직하게는 장축이 기판에 대해 어레이의 변동 방향인 것을 말한다.

[0051] 다중-노즐 어레이에 있어서, 어레이는 다중 개구를 가진다. 능동 냉각 시스템은 노즐 사이에 배치되어 있을 정도로, 이는 WO 2008/088446에 개시된 내부-노즐 배기(exhaust)와 유사한 방법으로 기능하는 노즐 사이에 낮은 진공 수준이 위치할 수 있게 만들 수 있다.

[0052] 유기분자를 OVJP를 통해 증착시키는 방법이 공개된다. 노즐, 노즐과 유체 소통하는 수송기체 공급원, 및 유기분자의 공급원, 노즐에 인접하여 배치된 능동 냉각 시스템, 및 노즐에 부착된 가열 시스템이 공개된다. 수송기체에 의해 수송된 유기 분자는 노즐을 통해 분사하여 유기 분자는 기판 위에 증착된다. 유기분자가 증착되는 동안, 상기 노즐은 능동 가열 시스템에 의해 가열되며, 그리고 능동 냉각 시스템은 저온, 즉 능동 냉각이 없을 때보다 낮은 온도로 유지된다.

[0053] 바람직하게는, 유기 분자가 증착되는 동안, 기판은 능동 냉각 시스템으로부터 0.1 내지 10㎜ 거리에 배치된다. 바람직하게는, 유기 분자가 증착되는 동안, 상기 능동 냉각 시스템이 -100℃ 내지 100℃의 온도로 유지된다. 바람직하게는, 능동냉각 시스템이 각각의 노즐에 인접해 있는 다중 노즐이 제공된다. 바람직하게는 노즐 아래의 기판 영역에 10nm 내지 5000nm의 두께로 유기 분자를 증착하며, 유기 분자를 증착한 기판의 영역 중 노즐 아래가 아닌 곳은 0 내지 1의 단일층의 두께로 증착한다. 바람직하게는, 유기분자가 증착되는 동안, 노즐은 150℃ 내지 400℃의 온도로 유지한다.

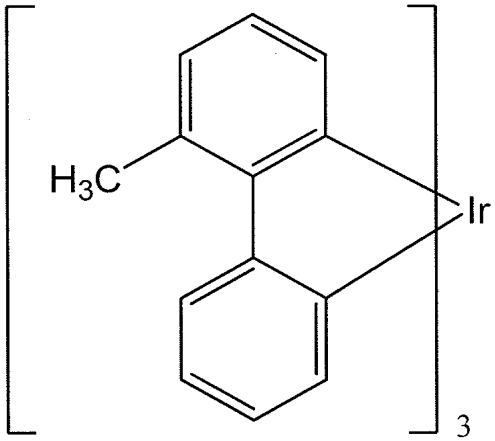
[0054] 유기 발광 장치 또한 제공된다. 상기 장치는 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이에 배치된 유기 방출 층을 포함할 수 있다. 상기 유기 방출 층은 호스트(host)와 인광성 도판트를 포함할 수 있다.

[0055] 도3은 노즐과 그에 인접하는 능동 냉각 시스템의 예를 보여준다. 튜브(340)의 끝에 있는 노즐(310)은, 유기 증기 젯 프린팅 시스템의 노즐이다. 튜브(340)는 상기 노즐로부터 수송기체 및 노즐과 유체 소통하는 유기분자의 공급원까지의 유체 소통을 제공한다. 수송 기체 공급원 및 유기 분자 공급원은 공급원(350)을 대표한다. 능동 냉각 시스템(320)은 노즐(310)에 인접하여 배치된다. 능동 냉각 시스템(320)은 뒷면에 냉각 튜브(322)를 부착한 플레이트(321)이다. 냉각 튜브(320)은 냉각된 유체 공급원에 부착될 수 있고, 냉각된 유체는 냉각 튜브를 통해 순환된다. 노즐(310)은 플레이트(321)의 공극를 통해 돌출되어 있다. 절연체(330)는 튜브(340)와 플레이트(321) 간의 단열을 제공한다. 가열 시스템은 노즐(310)에 부착되어 있다. 특히, 가열 부재(350)는 예를 들면, 저항 와이어 일 수 있는데 이는 노즐(310)에 부착되어 있다.

[0056] 도4는 능동 냉각 시스템을 갖는 OVJP 시스템(450)과는 대비되는, 능동 냉각 시스템이 없는 OVJP 시스템(400)을 보여준다. OVJP 시스템(400)은 기판(401) 위에 기체(404)를 분사하는 노즐(402)을 포함한다. 화살표(406)는 기판(401)에서 튀어 나오거나 증착된 후 재-증발하여 노즐(402)의 아래가 아닌 곳에 위치한 기판(401)에 증착되는 분자의 경로를 도시하고 있다. OVJP 시스템(450)은 기판(451) 위에 기체(454)를 분사하는 노즐(452)을 포함한다. 화살표(455)는 분사된 기체(454)와 고온의 노즐(452)로부터 기판(451)까지, 그리고 이후의 능동 냉각 시스템(453)까지의 열 이동을 도시하고 있다. 화살표(456)는 기판(451)로부터 튀어 나오거나 증착 후 재-증발된 분자의 경로를 도시하고 있다. 상기 분자는 능동 냉각 시스템(453)과 충돌하며, 능동 냉각 시스템(453) 자체의 낮은 온도에 의하여 분자가 점착된다. 도3에 보이는 바와 유사한 플레이트로서 도시된 능동 냉각 시스템(453)과는 달리 다른 구성도 사용 가능하다.

[0057] 도5는 과분사(overspray)로 인한 장치 상의 문제점들을 도시하기 위해 이용된 일련의 장치들을 보여준다. 기판(500)에서, 몇 가지 장치(510)들이 제조되어 있다. 상기 장치들은 라인의 형태로 배열되어 있다. 각각의 라인은 폭이 1mm이며, 라인 간의 간격은 1.5mm이다. 총 13 라인이 제조되어 있고, 오직 중간의 7개의 라인만 도5에 도시되어 있다. 중간 라인은 r0로 표시되며, 바깥쪽으로 이동하는 각각의 라인 쌍은 r1, r2, r3, r4, r5 및 r6으로 표시한다. 기판(500)은 산화 주석 인듐 패턴이 있는 라인을 갖는 6 인치 유리 기판에 의한 6 인치 기판이다. a-NPD (N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘)이 VTE를 사용한 산화 주석 인듐에 400Å의 두께로 블랭킷(blanket) 증착되어 있다. 그 다음, 단일 라인의 화합물 1이 OVJP를 이용하여 라인 r0에 인쇄되었다. 노즐의 내부 직경은 1mm이며, 8mm/s의 속도로 1mm의 거리를 라인 r0의 길이를 따라 통과된다. 화합물 1은 라인 r1부터 r6에는 의도적으로 증착하지는 않으나, 라인 r0에 증착되는 동안 마스킹되고, 이는 과분사에 의해 화합물 1이 약간 증착될 수도 있다. 그 다음, 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난드롤린 (BCP)이 VTE를 이용하여 400Å의 두께로 블랭킷 증착된다. LiF (12A)의 상부 전극 및 Al(1000A)은 BCP 위에 증착된다.

[0058] 화합물 1의 구조:



[0059]

[0060] 도5에 도시된 장치는, r0에서 화합물 1, 즉 녹색 인광성 발광체로부터 녹색 발광을 할 것으로 예상된다. 과분사의 문제점이 없다면, 상기 장치는 r1부터 r6까지는 a-NPD로부터 파란색 발광을 할 것으로 예상된다.

[0061] 도5에는 두 세트의 장치가 조립되어 있다. 첫 번째 세트에서는, OVJP가 능동 냉각 시스템 없이 작동한다. 두 번째 세트에서는, 증착되는 동안 능동 냉각 시스템이 -10℃로 냉각된 플레이트의 형태로 위치하고 있다.

[0062] 도6은 첫 번째 장치 세트에서 라인 r0으로부터의 방출 스펙트럼을 실선으로 보여주며, 두 번째 장치 세트의 라인r0의 방출 스펙트럼은 쇄선으로 보여준다. 도6 내지 9의 방출 스펙트럼은 1의 피크 강도(peak intensity)로 정규화 하였다. 두 가지의 장치 세트의 라인 r0 방출는 약 530nm의 피크를 가지며, 이는 화합물 1의 방출와 일치한다. 능동 냉각 시스템 존재 하 증착된 라인의 스펙트럼은 매우 좁으며, 이는 더 깨끗한 증착 때문일 것이다.

[0063] 도7은 첫 번째 장치 세트의 라인 r1의 방출 스펙트럼을 실선으로 보여주며, 두 번째 장치 세트의 라인 r1의 방출 스펙트럼은 쇄선으로 보여준다. 능동 냉각 시스템 존재 하 증착된 라인의 스펙트럼은 약 430nm의 피크를 보이며, 이는 화합물 1과 같은 다른 분자에 의해 상대적으로 오염되지 않은 a-NPD의 방출와 일치하는 형태이다. 그러나, 능동 냉각 시스템 없이 증착된 라인의 스펙트럼은 약 430nm의 피크를 보이며, 이는 약 525nm의 피크보

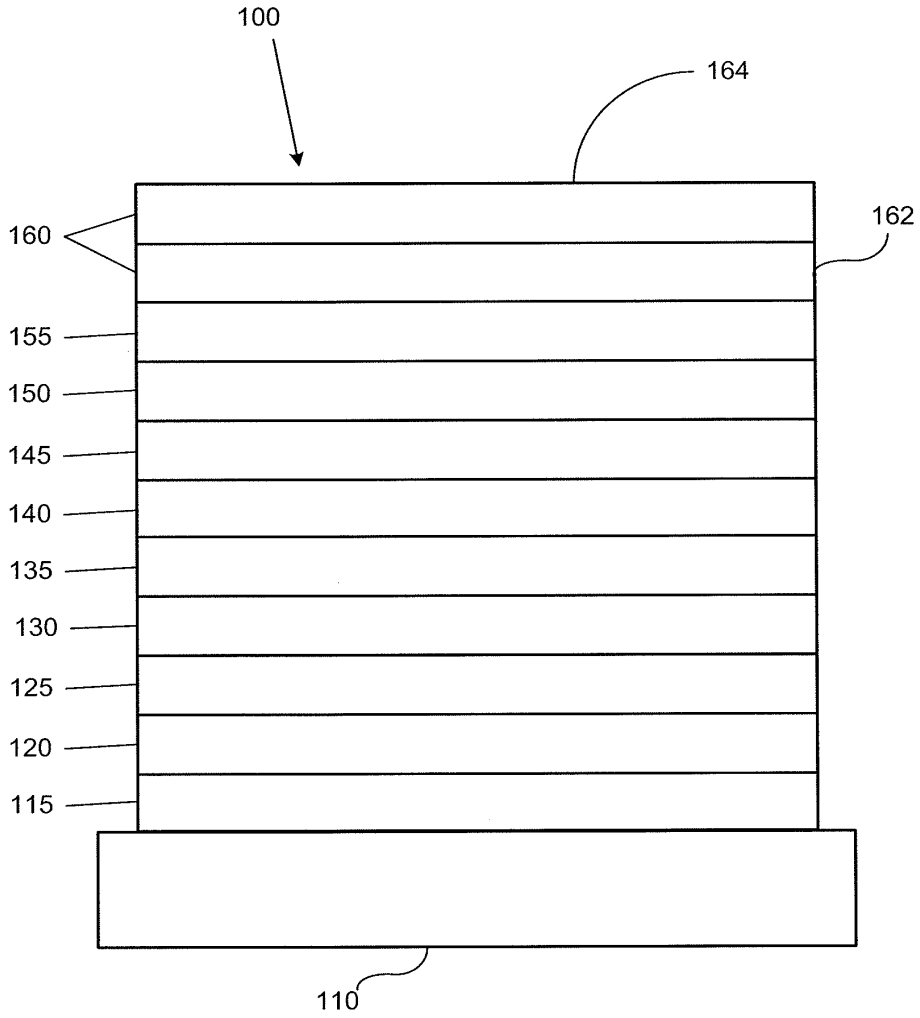
다 낮다. 상기 스펙트럼은 r1에서 능동 냉각 시스템 없이 제조된 장치가 약 525nm의 피크를 갖는 화합물 1에 의해 심각하게 오염된다는 것을 보여준다. 도7은 능동 냉각 시스템을 사용하지 않고 화합물 1이 OVJP를 통해 r0에 증착되는 것을 도시하고 있다. 이는 r1에 과분사되어 장치의 방출 성질에 심각한 영향을 주기에 충분하다. OVJP 동안 능동 냉각 시스템을 이용하는 경우 과분사는 두드러지게 줄어들거나 제거된다.

[0064] 도8은 첫 번째 장치 세트의 라인 r2의 방출 스펙트럼를 실선으로 보여주며, 두 번째 장치 세트의 라인 r1의 방출 스펙트럼를 쇄선으로 보여준다. 도9는 라인r3의 데이터와 유사하다. 도8은 두 번째 장치 세트의 스펙트럼과 비교하여, 첫 번째 장치 세트의 스펙트럼 중 오른쪽 부분을 약간 확장하여 도시하였다. 도9는 유사하게 확장되어 있으나, 더 작은 범위이다. 동일한 방법으로 확장된 스펙트럼이 라인 r4에서 r6까지 얻어졌으며, r0로부터의 거리가 멀어짐에 따라 확장 범위는 작아진다. 상기 데이터는 능동 냉각 시스템 없이 증착되는 첫 번째 장치 세트가 라인 r6로부터 멀어짐에 따라 과분사에 의한 화합물 1로부터의 오염을 보여주며, 능동 냉각 시스템 사용시 그러한 오염이 감소되거나 제거된다는 것을 보여준다.

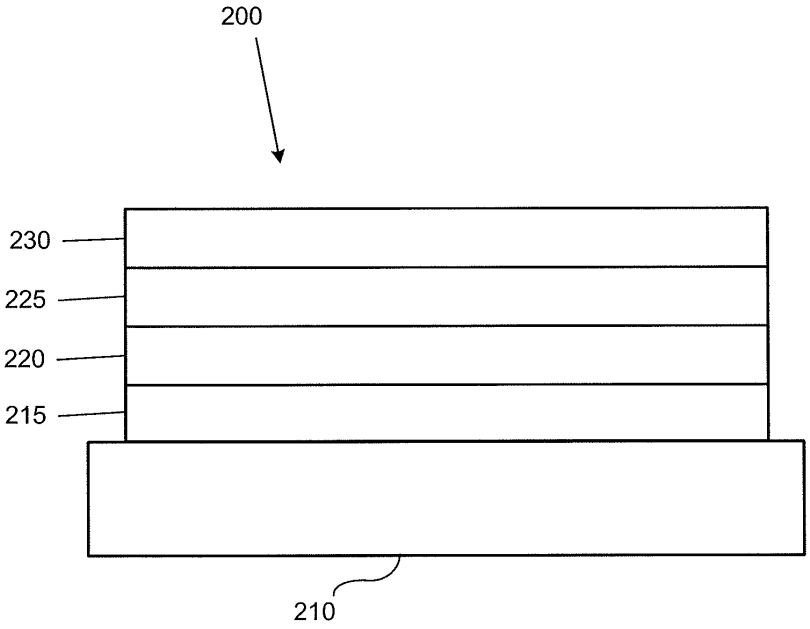
[0065] 여기에서 설명된 구체예는 오로지 예시인 것으로 이해되며, 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다. 예를 들면, 여기에서 설명된 많은 물질과 구조들은 발명의 요지를 벗어나지 않고 다른 물질과 구조로 대체 가능하다. 따라서 본원 발명의 청구된 발명은 당해 기술분야의 통상의 기술자 수준에서 여기에 설명된 특정 예 및 바람직한 구체예로부터의 응용을 포함한다. 본 발명의 적용에 대한 다양한 이론들이 제한되는 것이 아니라는 점은 이해된다.

도면

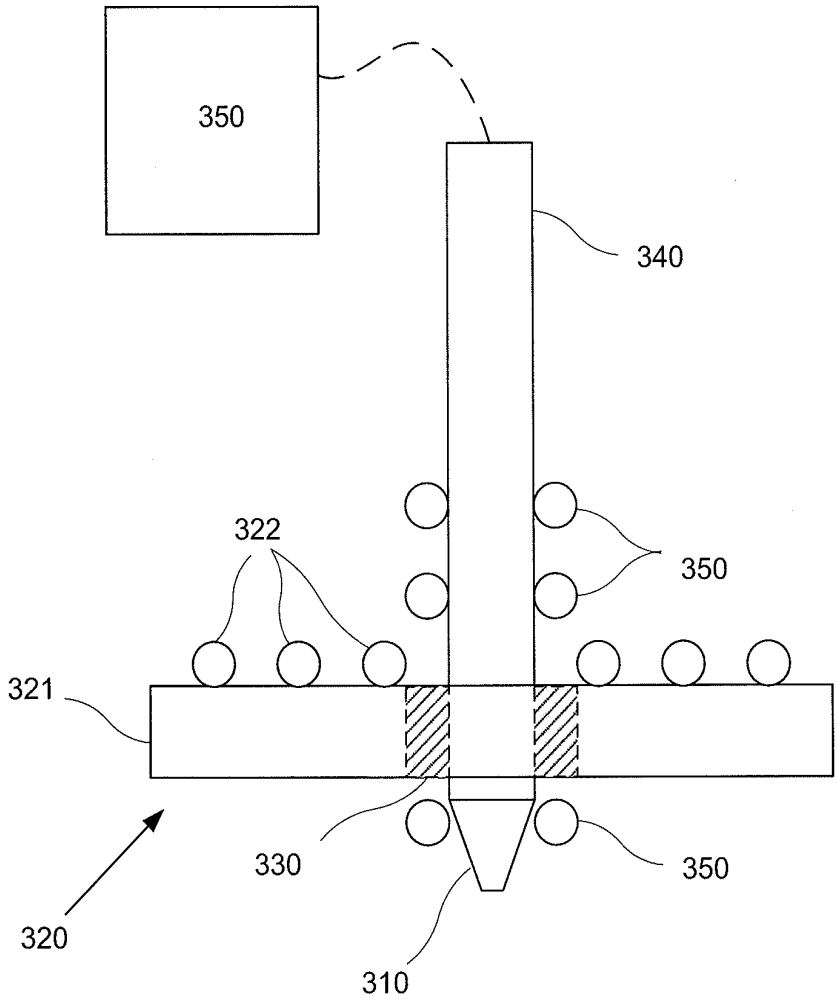
도면1



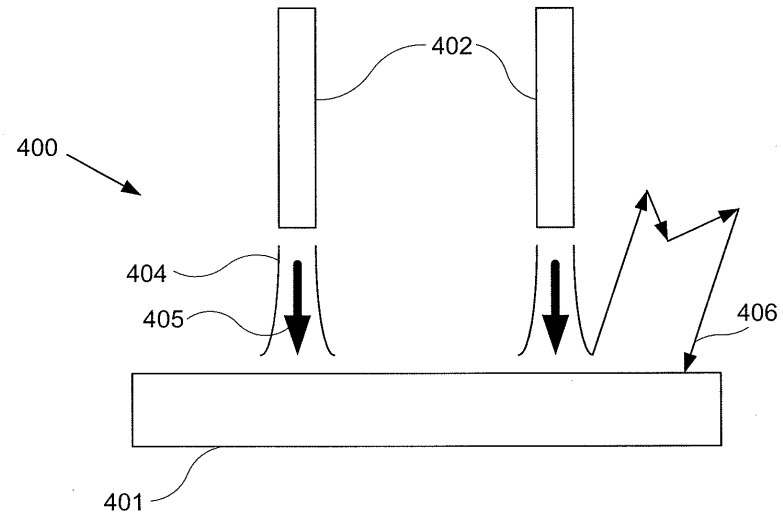
도면2

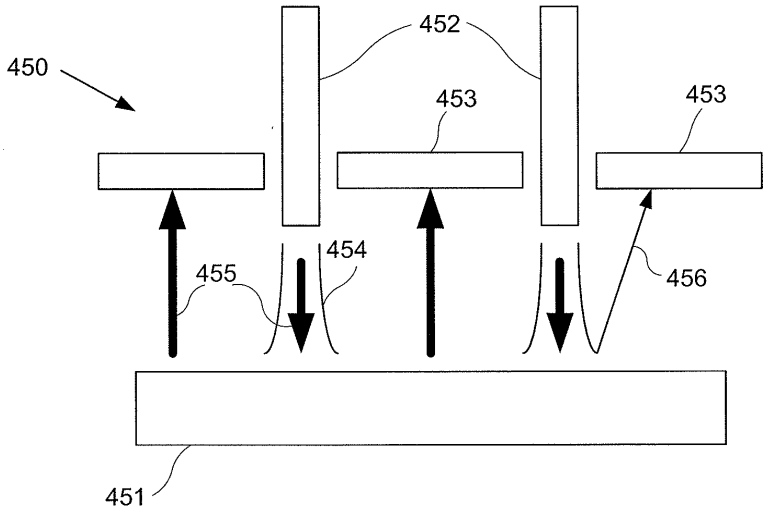


도면3

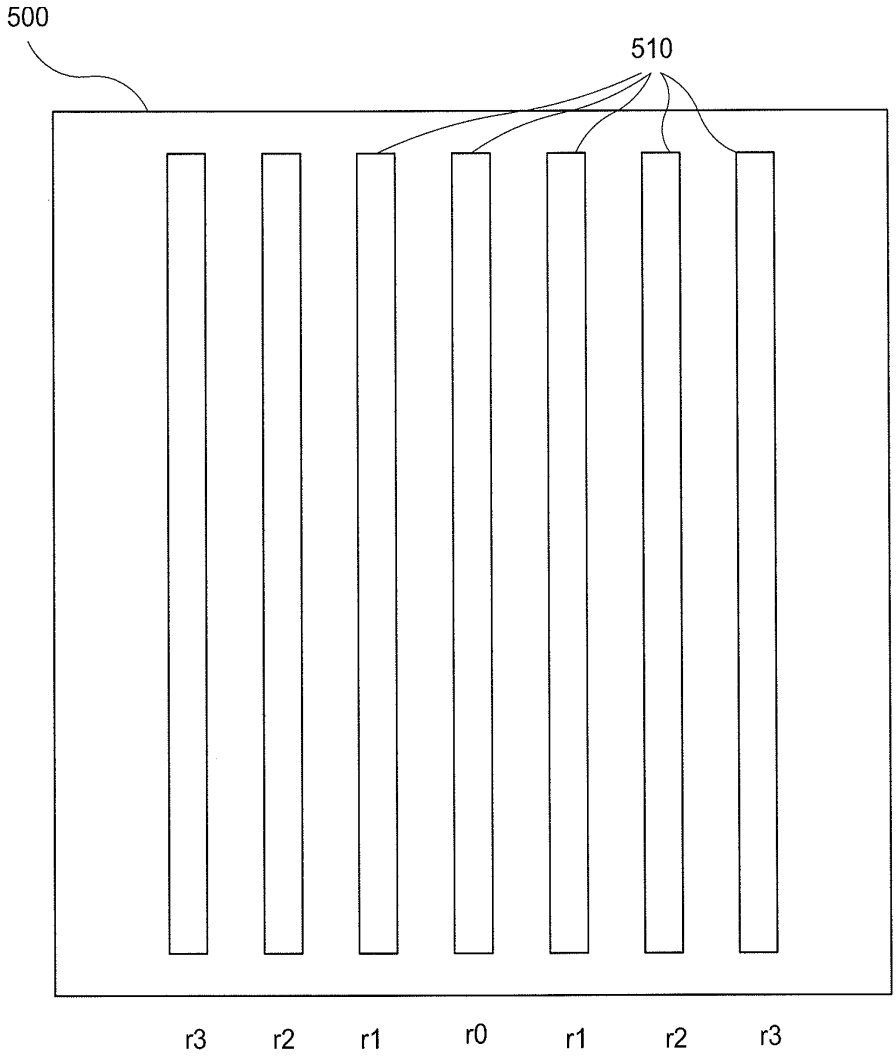


도면4

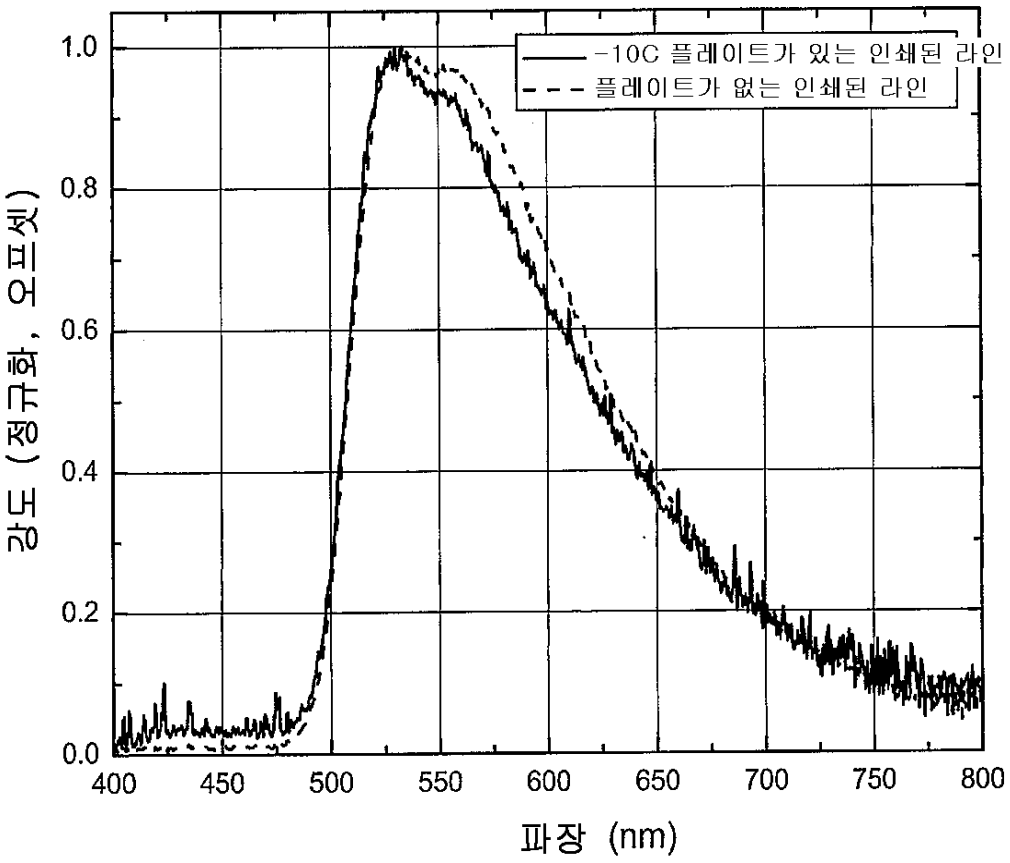




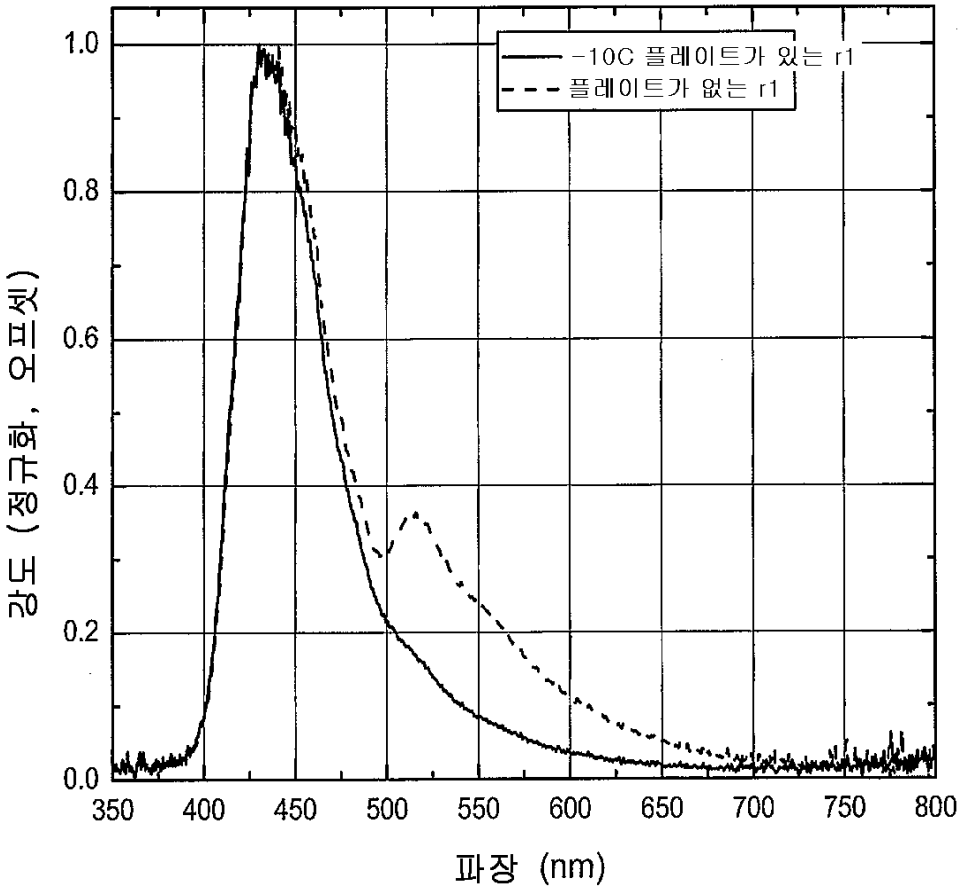
도면5



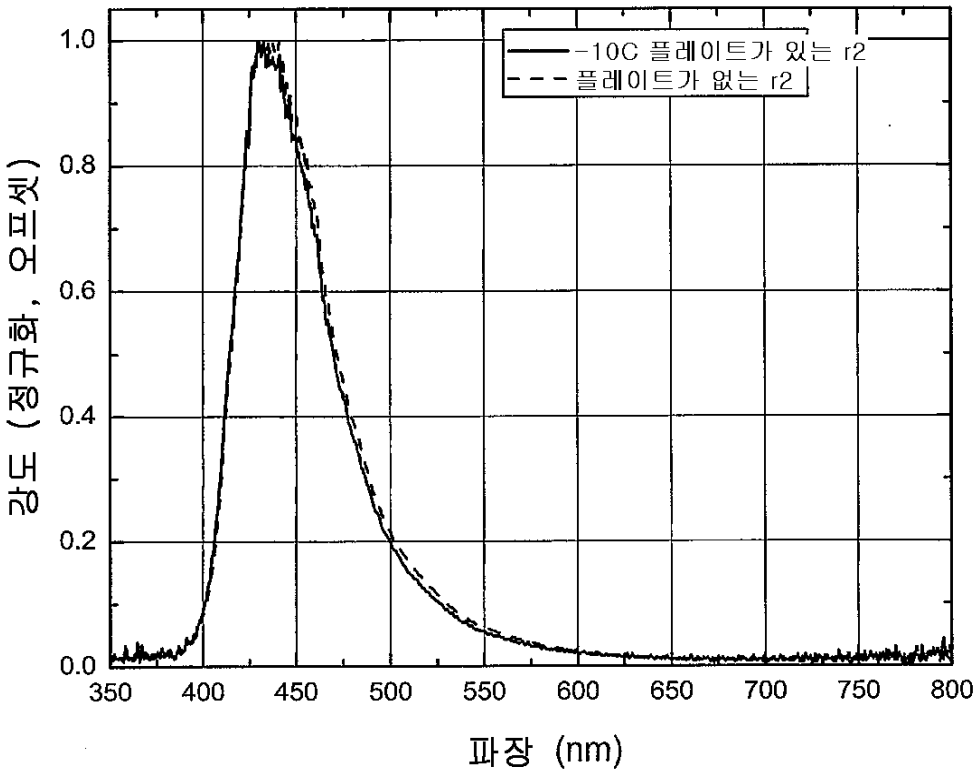
도면6


-10C 플레이트가 있는 인쇄된 라인
플레이트가 없는 인쇄된 라인
강도 (정규화, 오프셋)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
400
450
500
550
600
650
700
750
800
파장 (nm)

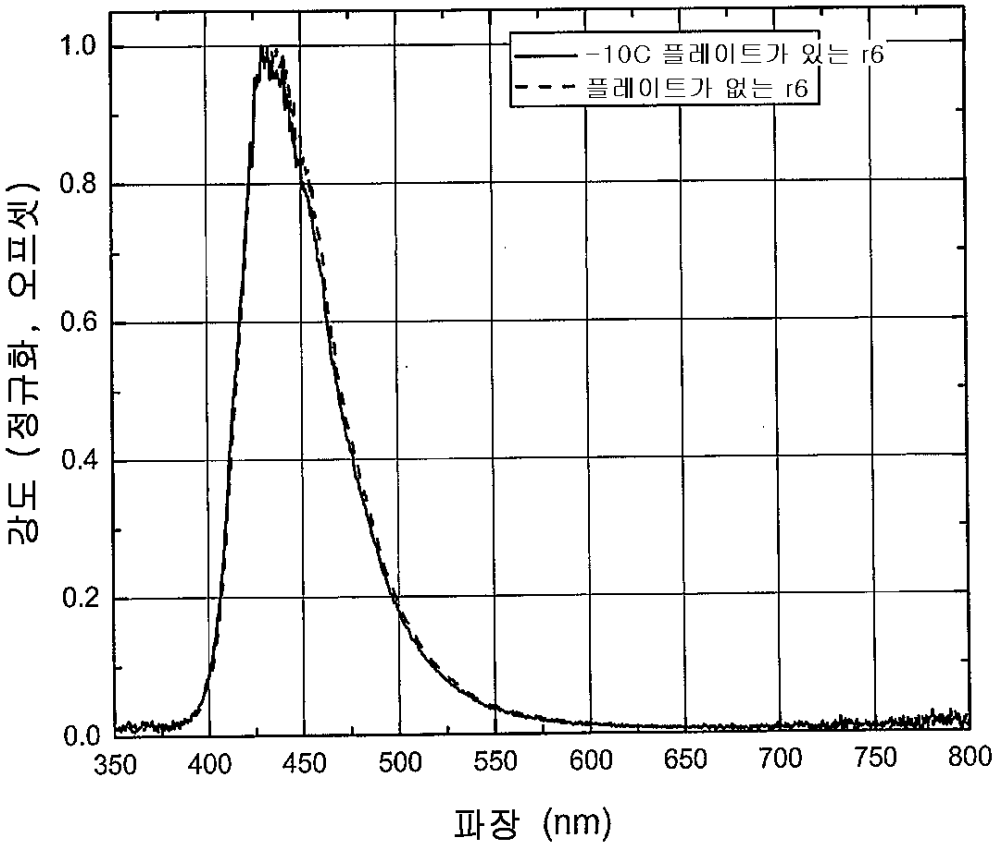
도면7


-10C 플레이트가 있는 r1
플레이트가 없는 r1
강도 (정규화, 오프셋)
파장 (nm)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800

도면8


-10C 플레이트가 있는 r2
플레이트가 없는 r2
강도 (정규화, 오프셋)
파장 (nm)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800

도면9


-10C 플레이트가 있는 r6
플레이트가 없는 r6
강도 (정규화, 오프셋)
파장 (nm)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800