



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월02일
 (11) 등록번호 10-1616714
 (24) 등록일자 2016년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 51/56 (2006.01) H01L 21/78 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 H01L 51/56 (2013.01)
 H01L 21/78 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0070838
 (22) 출원일자 2015년05월21일
 심사청구일자 2015년05월21일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2002367777 A
 JP2003297546 A

(73) 특허권자
 한밭대학교 산학협력단
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 (72) 발명자
 윤홍석
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 (74) 대리인
 특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 24 항

심사관 : 유창훈

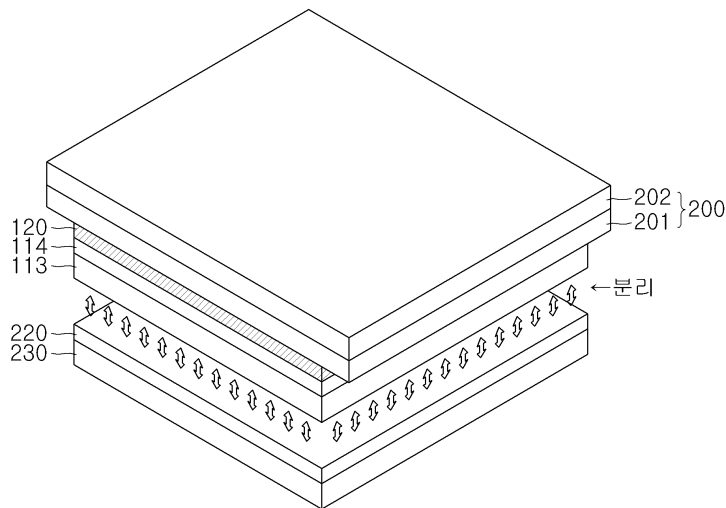
(54) 발명의 명칭 **박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자의 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자의 제조방법을 개시한다. 개시된 본 발명의 박막 박리 방법은, 기판을 제공하는 단계; 상기 기판 상에 계면조절층을 형성하는 단계; 상기 계면조절층 상에 박막층을 형성하는 단계; 상기 박막층 상에 접착필름을 형성하는 단계; 및 상기 박막층과 계면조절층 사이에 박리가스를 분사하여, 상기 계면조절층이 형성된 기판을 분리하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따른 박막 분리 방법을 유기전자소자 제조방법에 적용할 경우, 유기 소자의 전극층들과 유기물층들을 각각 병렬 방식으로 형성한 후, 박리 가스를 이용한 분리 및 합착 공정을 진행하여 제조 공정 시간을 단축할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2c



(52) CPC특허분류

H01L 51/0001 (2013.01)

H01L 2924/35121 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기판을 제공하는 단계;

상기 기판 상에 계면조절층을 형성하는 단계;

상기 계면조절층 상에 박막층을 형성하는 단계;

상기 박막층 상에 접착필름을 형성하는 단계; 및

상기 박막층과 계면조절층 사이에 박리가스를 분사하여, 상기 계면조절층이 형성된 기판을 분리하는 단계를 포함하는 박막 박리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 박리가스 분사에 의해 상기 박막층과 계면조절층 사이의 제1결합에너지보다 상기 박막층과 접착필름 사이의 제2결합에너지가 커지는 것을 특징으로 하는 박막 박리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 박리 가스가 분사되는 영역의 제2결합에너지는 상기 박리 가스의 속도에 비례하는 것을 특징으로 하는 박막 박리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 박리 가스는 비활성 기체인 아르곤(Ar), 네온(Ne), 헬륨(He), 질소(N₂) 및 이산화탄소(CO₂) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 박막 박리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 박막층은 복수의 유기물층 또는 금속층을 포함하는 복수의 유기물층인 것을 특징으로 하는 박막 박리 방법.

청구항 6

기판 상에 제1박막층을 형성하는 단계;

분리기판 상에 계면조절층을 형성하는 단계;

상기 계면조절층 상에 제2박막층을 형성하는 단계;

상기 제2박막층 상에 접착필름을 형성하는 단계;

제1 내지 제5항의 박막 박리 방법에 따라 상기 계면조절층이 형성된 분리기판과 제2박막층을 분리하는 단계; 및
상기 기판의 제1박막층과 상기 접착필름에 부착된 제2박막층을 마주하도록 얼라인 한 후, 상기 제1박막층과 제2박막층을 합착하는 단계를 포함하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1박막층은 복수의 유기물층인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제1박막층은 정공주입층, 정공수송층 및 전자차단층 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 제2박막층은 유기발광층을 포함하는 복수의 유기물층인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2박막층은 전자주입층, 전자수송층, 및 정공차단층 중 어느 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제2박막층은 금속으로 형성된 전극층을 더 포함하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 제1박막층과 제2박막층을 합착하는 단계는,

상기 접착필름 상에 롤러를 배치하고, 상기 롤러가 접착필름의 제2박막층 방향으로 가압하는 단계; 및

상기 제2박막층과 제1박막층 영역을 가열하는 단계를 포함하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1박막층과 제2박막층 영역을 가열하는 단계에서 온도 범위는 60~150℃인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 14

제6항에 있어서,

상기 계면조절층은 상기 분리기관 표면에 OTS(n-Octadecyltrichlorosilane) 처리로 형성하는 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 15

제6항에 있어서,

상기 제1박막층과 제2박막층 합착 후, 상기 접착필름을 제거하는 단계를 더 포함하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 16

제6항에 있어서,

상기 유기전자소자는 복수의 유기물층을 포함하는 유기발광소자 및 유기 태양전지 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 17

제6항에 있어서,

상기 접착필름은 접착층과 고정기관으로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 18

기관 상에 제1박막층을 형성하는 단계;

복수의 분리기관 상에 각각 계면조절층을 형성하고, 상기 계면조절층 상에 제2박막층을 형성하는 단계;

상기 복수의 분리기관 상에 형성된 제2박막층 상에 각각 접착필름을 형성하고, 제1 내지 제5항의 박막 박리 방법에 따라 상기 계면조절층이 형성된 분리기관과 제2박막층을 분리하여, 복수개의 도너필름들을 형성하는 단계; 및

상기 도너필름들을 상기 기관의 제1박막층 상에 교대로 적층하며 전사하는 단계를 포함하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1박막층은 복수의 유기물층인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 제1박막층은 정공주입층, 정공수송층 및 전자차단층 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 복수개의 도너필름들에 각각 형성된 제2박막층은 서로 다른 박막층인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 복수개의 도너필름들에 각각 형성된 제2박막층은 전자주입층, 전자수송층 및 정공차단층들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 복수개의 도너필름들에 각각 형성된 제2박막층들 중 어느 하나는 금속으로 형성된 전극층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전자소자의 제조방법.

청구항 24

제18항에 있어서,

상기 도너필름들을 상기 기관의 제1박막층 상에 교대로 적층하며 전사하는 단계,

상기 도너필름들 중 어느 하나의 도너필름과 상기 기관의 제1박막층을 얼라인 시킨 후, 롤러에 의해 상기 도너필름의 제2박막층을 상기 제1박막층 방향으로 가압하여 합착하는 단계;

상기 제2박막층과 제1박막층 영역을 가열하는 단계; 및

상기 제2박막층이 합착된 상태에서 롤러를 이용하여 다른 도너필름들을 순차적으로 상기 제2박막층 상에 가압하여 합착하는 단계를 포함하는 유기전자소자의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 유기전자소자를 구성하는 다수의 박막 층들을 각각 분리하여 형성한 다음, 이들을 합착(Lamination) 하여 박막 층의 손상을 방지하고, 생산 효율을 높인 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 정보를 화면으로 구현하는 영상 표시 장치는 정보 통신 시대의 핵심 기술로 더 얇고 더 가볍고 휴대가 가능하면서도 고성능의 방향으로 발전하고 있다.

[0003] 공간성, 편리성의 추구로 구부릴 수 있는 플렉시블(Flexible) 디스플레이가 요구되면서 평판 표시 장치로 유기발광층의 발광량을 제어하는 유기 발광 장치가 근래에 각광받고 있다.

[0004] 이러한 유기 발광 장치는 제1기관 상에 제1전극층, 정공주입층, 정공수송층, 유기발광층, 전자수송층, 전자주입

층 및 제2전극층을 순차적으로 적층 형성한 유기 발광 소자와, 상기 유기 발광 소자를 인캡슐레이션(Encapsulation) 하기 위한 제2기판을 포함할 수 있다.

- [0005] 상기 유기 발광 소자는 유기 발광층 양단의 제1, 제2 전극층들 사이에 전계가 형성되어, 유기발광층 내에 전자와 정공을 주입 및 전달하고, 이들이 서로 결합할 때의 발광하는 전계 발광 현상을 이용한 것이다. 즉, 유기발광층에서 전자와 정공이 쌍을 이룬 후, 여기 상태에서부터 기저상태로 떨어지면서 발광한다.
- [0006] 상기 유기 발광 소자는 인가되는 전압에 따라 소자 내부에서 발생하는 빛의 양이 달라진다. 특히, 유기 발광 소자를 조명 장치의 광원으로 사용하는 조명용 유기 발광 소자는 일반적인 유기 발광 소자에 비해 높은 휘도를 요구한다. 구체적으로, 상기 유기 발광 소자는 약 150cd/m² 내지 200cd/m² 범위의 휘도를 요구하나, 조명용 유기 발광 소자는 약 1000cd/m² 이상의 휘도를 요구한다.
- [0007] 상기 유기 발광 소자는 유기발광층을 포함하는 복수의 유기물층들과 제1 및 제2 전극층들과 같은 금속층들로 구성되는데, 이들은 증착법, 잉크젯 방식 및 레이저 열전사 방법(LITI: Laser-Induced Thermal Imaging)에 의해 구현되고 있다.
- [0008] 이 중 일반적으로 LITI라는 레이저 열전사 방법은 레이저에서 나온 빛을 열에너지로 변환하고, 변환된 열에너지에 의해 전사층을 유기 발광 소자(OLED)의 기판으로 전사시켜 유기물층을 형성하는 방법이다.
- [0009] 이러한 레이저 열전사법은, 빛을 열에너지로 변환하여 유기 발광 소자의 기판에 패턴을 형성하는데, 그의 매개체는 전사층을 포함하는 레이저 열전사 방법용 도너 필름(Donor Film)이다. 상기 도너 필름은 기재층(Base film), 광열변환층(Light To Heat Conversion Layer), 전사층(Pattern-directing layer)이 순서대로 적층된 구조를 갖는다. 이러한 도너 필름은 광열변환층에 함유된 물질이 전사층에 전이되는 것을 방지하기 위해 광열변환층과 전사층 사이에 중간층(Inter layer)을 선택적으로 포함한다.
- [0010] 상기 레이저 열전사법 공정은 도너 필름에 레이저를 조사하면 광열변환층이 레이저의 빛에너지를 열에너지로 변환하고, 열에너지는 광열변환층 및 차단층의 부피를 팽창시켜 전사층이 OLED 기판에 전사되도록 한다.
- [0011] 하지만, 이와 같은 종래 레이저 열전사법은 상기 도너 필름에 유기물층들을 형성한 다음, 상기 도너 필름에 형성된 광열변환층이 빛에너지를 열에너지로 변환하는 공정을 수행해야 하기 때문에 전사 공정 및 준비 공정에 많은 시간이 요구된다.
- [0012] 또한, 유기 발광 소자의 전극층들에 대해 레이저 열전사법을 적용할 경우, 코팅(도포) 방법으로 형성되는 유기물층과 달리 전극층은 금속막이 증착되어 형성되기 때문에 광열변환층의 부피 팽창만으로 전극층을 전사시키기 어렵고, 전사가 이루어지더라도 특히, 전극층의 전사시에 표면이 뜰어지거나 주름(Wrinkle), 크랙(Crack) 등의 불량 발생하는 단점이 있다.
- [0013] 따라서, 상기 레이저 열전사법은 결합 강도가 낮은 유기물층들의 전사에만 적용되고 있는 등 그 적용범위가 좁은 문제점이 있다.
- [0014] 또한, 상기 레이저 열전사법은 레이저의 빛에너지를 열에너지로 변환해야 하기 때문에 빠른 공정이 어렵고, 기판 상에 전사되는 전사층에 버(Burr), 버클링(Buckling) 또는 크랙(Crack) 불량이 발생하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은, 유기 발광 소자의 전극층들과 유기물층들을 각각 병렬 방식으로 형성한 후, 박리 가스를 이용한 분리 및 합착 공정을 진행하여 제조 공정 시간을 단축한 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0016] 또한, 본 발명은, 유기 발광 소자의 기능성 박막층들을 용액 또는 증착기법을 이용하여 병렬식으로 제조하고, 박리 가스를 이용한 분리 공정 및 합착 공정을 진행하여, 기능성 박막층들의 손상을 방지하면서 복수개의 유기 발광 소자들을 짧은 시간에 제조할 수 있는 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자의 제조방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기와 같은 종래 기술의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 박막 박리 방법은, 기판을 제공하는 단계; 상기 기판

상에 계면조절층을 형성하는 단계; 상기 계면조절층 상에 박막층을 형성하는 단계; 상기 박막층 상에 접촉필름을 형성하는 단계; 및 상기 박막층과 계면조절층 사이에 박리가스를 분사하여, 상기 계면조절층이 형성된 기판을 분리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 여기서, 상기 박리가스 분사에 의해 상기 박막층과 계면조절층 사이의 제1결합에너지보다 상기 박막층과 접촉필름 사이의 제2결합에너지가 커지고, 상기 박리 가스가 분사되는 영역의 제2결합에너지는 상기 박리 가스의 속도에 비례할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 박리 가스는 비활성 기체인 아르곤(Ar), 네온(Ne), 헬륨(He), 질소(N₂) 및 이산화탄소(CO₂) 중 어느 하나이고, 상기 박막층은 복수의 유기물층 또는 금속층을 포함하는 복수의 유기물층일 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 유기전자소자 제조방법은, 기판 상에 제1박막층을 형성하는 단계; 분리기판 상에 계면조절층을 형성하는 단계; 상기 계면조절층 상에 제2박막층을 형성하는 단계; 상기 제2박막층 상에 접촉필름을 형성하는 단계; 위에 설명한 본 발명의 박막 박리 방법에 따라 상기 계면조절층이 형성된 분리기판과 제2박막층을 분리하는 단계; 및 상기 기판의 제1박막층과 상기 접촉필름에 부착된 제2박막층을 마주하도록 얼라인 한 후, 상기 제1박막층과 제2박막층을 합착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 여기서, 상기 제1박막층은 복수의 유기물층이고, 상기 제1박막층은 정공주입층, 정공수송층 및 전자차단층 중 어느 하나를 포함하며, 상기 제2박막층은 유기발광층을 포함하는 복수의 유기물층이고, 상기 제2박막층은 전자주입층, 전자수송층, 및 정공차단층 중 어느 하나를 더 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 제2박막층은 금속으로 형성된 전극층을 더 포함하고, 상기 제1박막층과 제2박막층을 합착하는 단계는, 상기 접촉필름 상에 롤러를 배치하고, 상기 롤러가 접촉필름의 제2박막층 방향으로 가압하는 단계; 및 상기 제2박막층과 제1박막층 영역을 가열하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 제1박막층과 제2박막층 영역을 가열하는 단계에서 온도 범위는 60~150℃이고, 상기 계면조절층은 상기 분리기판 표면에 OTS(n-Octadecyltrichlorosilane), FOTS(tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyl trichlorosilane), FDTS(heptadecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrodecyl trichlorosilane) 등의 자기조립물질(Self-Assembled Monolayers) 처리로 형성하며, 상기 제1박막층과 제2박막층 합착 후, 상기 접촉필름을 제거하는 단계를 더 포함하고, 상기 유기 소자는 복수의 유기물층을 포함하는 유기발광소자, 유기 태양전지 및 유기전자소자 중 어느 하나이며, 상기 접촉필름은 접착층과 고정기판으로 이루어진 것일 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 유기전자소자 제조방법은, 기판 상에 제1박막층을 형성하는 단계; 복수의 분리기판 상에 각각 계면조절층을 형성하고, 상기 계면조절층 상에 제2박막층을 형성하는 단계; 상기 복수의 분리기판 상에 형성된 제2박막층 상에 각각 접촉필름을 형성하고, 제1 내지 제5항의 박막 박리 방법에 따라 상기 계면조절층이 형성된 분리기판과 제2박막층을 분리하여, 복수개의 도너필름들을 형성하는 단계; 및 상기 도너필름들을 상기 기판의 제1박막층 상에 교대로 적층하며 전사하는 단계를 포함한다.

[0025] 여기서, 상기 제1박막층은 복수의 유기물층이고, 상기 제1박막층은 정공주입층, 정공수송층 및 전자차단층 중 어느 하나를 포함하며, 상기 복수개의 도너필름들에 각각 형성된 제2박막층은 서로 다른 박막층이고, 상기 복수개의 도너필름들에 각각 형성된 제2박막층은 전자주입층, 전자수송층 및 정공차단층들 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0026] 아울러, 상기 복수개의 도너필름들에 각각 형성된 제2박막층들 중 어느 하나는 금속으로 형성된 전극층을 포함하고, 상기 도너필름들을 상기 기판의 제1박막층 상에 교대로 적층하며 전사하는 단계, 상기 도너필름들 중 어느 하나의 도너필름과 상기 기판의 제1박막층을 얼라인 시킨 후, 롤러에 의해 상기 도너필름의 제2박막층을 상기 제1박막층 방향으로 가압하여 합착하는 단계; 상기 제2박막층과 제1박막층 영역을 가열하는 단계; 및 상기 제2박막층이 합착된 상태에서 롤러를 이용하여 다른 도너필름들을 순차적으로 상기 제2박막층 상에 가압하여 합착하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자 제조방법은, 유기 발광 소자의 전극층들과 유기물층들을 각각 병렬 방식으로 형성한 후, 박리 가스를 이용한 분리 및 합착 공정을 진행하여 제조 공정 시간을 단축한 효과가 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자 제조방법은, 유기 발광 소자의 기능성 박막층들

을 병렬식으로 제조하고, 박리 가스를 이용한 분리 공정 및 합착 공정을 진행하여, 기능성 박막층들의 손상을 방지하면서 복수개의 유기 발광 소자들을 짧은 시간에 제조할 수 있는 효과가 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 박막 박리 방법 및 이를 이용한 유기전자소자 제조방법은 복수개의 병렬식으로 제조되는 박막들을 인쇄공정, 용액 코팅공정의 적용이 용이해져 저가의 대면적의 소자로 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 구조를 도시한 도면이다.
- 도 2a 내지 도 2e는 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 제조 공정을 도시한 도면이다.
- 도 3은 상기 도 2c에서 분리기관과 유기발광층이 분리되는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 합착 공정에 따라 복수개의 유기 발광 소자들을 제조하는 모습을 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 박리 가스 분리 공정을 적용하여 제조된 유기 발광 소자의 다른 실시예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0032] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0033] 본 명세서 상에서 언급한 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0034] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0035] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0036] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간 적 선후 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0037] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0038] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0039] 이하, 본 발명의 실시예들은 도면을 참고하여 상세하게 설명한다. 그리고 도면들에 있어서, 장치의 크기 및 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0040] 도 1은 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 구조를 도시한 도면이다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 유기 발광 소자(100)는 제1전극층(미도시)을 포함하는 어레이기관(110), 상기 어레이기관(110)의 제1전극층(미도시) 상에 배치된 정공부대층(112), 상기 정공부대층(112) 상에 배치된 유기발광층(113), 상기 유기발광층(113) 상에 배치된 전자부대층(114), 상기 전자부대층(114) 상에 배치된 제2전극층(12

0)을 포함한다.

- [0042] 상기 도면에는 상세히 도시하지 않았지만, 상기 어레이기판(110)에는 상기 유기 발광 소자(100)를 구동하기 위한 스캔라인(Scan Line), 데이터 라인(Data Line) 및 전원라인(Power Line)이 교차 배열될 수 있다.
- [0043] 만약, 상기 유기 발광 소자(100)가 복수개의 화소 단위로 배치되는 디스플레이 장치 또는 대형 조명 장치를 구현한다면, 상기 어레이기판(110)에는 복수개의 스캔라인(Scan Line), 데이터 라인(Data Line) 및 전원라인(Power Line)이 교차 배열되어 복수개의 화소 영역이 정의되고, 상기 유기 발광 소자(100)는 상기 화소 영역 각각에 배치되는 소자일 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 화소 영역에는 복수개의 스위칭 소자와 스토리지 커패시터가 배치되어, 상기 유기 발광 소자(110)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0045] 상기 어레이기판(110) 상에 배치되는 제1전극층은 ITO(Indium Tin Oxide), ITZO(Indium Tin Zinc Oxide) 또는 IZO(Indium Zinc Oxide)와 같은 투명성 도전성 산화물일 수 있다.
- [0046] 상기 어레이기판(110) 상에 배치되는 정공부대층(112)은 정공수송층(Hole Transport Layer, HTL)의 단일층으로 형성되거나 정공주입층(Hole Injecting Layer, HIL) 및 정공수송층(HTL)의 이중층으로 형성될 수 있다. 또한, 정공부대층(112)은 전하생성층(Charge Generation Layer: CGL) 또는 전자차단층(Electron-Blocking Layer)을 포함할 수 있다.
- [0047] 상기 정공부대층(112)은 1nm~150nm 범위에서 선택된 두께로 형성되는데, 상기 정공부대층(112)의 두께가 1nm 이하인 경우에는 정공 주입 특성이 저하되고, 두께가 150nm 이상으로 두꺼우면 정공 이동을 위해 유기 발광 소자(100)의 구동 전압을 높여야 하기 때문에 소비전력이 증가하는 문제가 있다.
- [0048] 상기 정공부대층(112)은 CuPc(copper phthalocyanine), PEDOT(poly(3,4)-ethylenedioxythiophene), TAPC, MoO₃, WO₃, PANI(polyaniline) 및 NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0049] 또한, 정공부대층(112)은 NPD(N,N-dinaphthyl-N,N'-diphenyl benzidine), TPD(N,N'-bis-(3-methylphenyl)-N,N'-bis-(phenyl)-benzidine), s-TAD 및 MTDATA(4,4',4"-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenyl-amino)-triphenylamine)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0050] 상기 유기발광층(113)은 CBP, TCTA, TPBI, BALq, TAZ, Bebq2와 같은 호스트 물질과 Ir 화합물, 예를 들어 Ir(mppy)₃, Ir(piq)₃, Ir(BPPa)₃, (4,6-F2ppy)₂Irpic와 같은 도펀트 물질을 포함한 인광물질로 이루어질 수 있다.
- [0051] 또한, 상기 유기 발광 소자(100)가 고분자 유기 발광 소자일 경우에는 Spiro-DPVBi, Spiro-6P, 디스틸벤젠(DSB), 디스틸아릴렌(DSA), PFO계 고분자 및 PPV계 고분자(PV, F8BT, phenyl-substituted PPV, CN-PPV)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0052] 상기 전자부대층(114)은 전자수송층(Electron Transport Layer, ETL) 및 전자주입층(Electron Injecting Layer, EIL)을 포함한다. 또한, 상기 전자부대층(114)은 전하생성층(CGL), 정공차단층(Hole-Blocking Layer)을 포함할 수 있다.
- [0053] 상기 전자부대층(114)은 1nm~50nm 범위에서 선택하여 형성되는데, 상기 전자부대층(114)의 두께가 1nm 이하인 경우에는 전자 주입 특성이 저하되고, 두께가 50nm 이상으로 너무 두꺼우면 전자 이동을 위해 유기 발광 소자(100)의 구동 전압을 높여야 하기 때문에 소비전력이 증가하는 문제가 있다.
- [0054] 상기 전자부대층(114)은 Alq₃(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), PBD, TAZ, spiro-PBD, TBABF₄, BALq, BCP, ZnO, TiO₂, Liq, LiF, CsF, Ba, Ca 및 SALq로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0055] 또한, 상기 제2전극층(120)은 Al, Ag, Mg:Ag로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0056] 또한, 도 1에는 도시하지 않았지만, 상기 제2전극층(120) 상에는 외부 습기 또는 산소 유입을 방지하기 위해 상기 유기 발광 소자(100) 상에 또는 유기 발광 소자(100) 전체적으로 감싸도록 복수의 유기물층과 무기물층들을 교대로 적층 형성할 수 있다.

- [0057] 본 발명에서는 유기 발광 소자(100)에 형성되는 각각의 유기물층과 전극층을 전사를 위한 분리기판들에 각각 병렬 방식으로 형성하고, 이들을 박리 가스를 이용하여 박리한 다음, 각각의 유기물층과 전극층을 교대로 전사하여 유기 발광 소자를 형성할 수 있다.
- [0058] 또한, 본 발명은 유기 발광 소자(100)를 구성하는 각각의 기능성 박막층들(전극층, 유기발광층, 정공부대층 및 전자부대층)을 병렬식으로 형성한 후, 이를 박리 가스를 이용한 분리 공정을 적용하고, 분리 형성된 박막층들을 합착(예, Roll-to-Roll) 공정으로 합착하여 복수개의 유기 발광 소자들을 짧은 시간에 제조할 수 있는 효과가 있다.
- [0059] 도 2a 내지 도 2e는 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 제조 공정을 도시한 도면이고, 도 3은 상기 도 2c에서 분리기판과 유기발광층이 분리되는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0060] 도 2a 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 유기 발광 소자의 제조 공정은, 먼저, 제1 전극층(미도시)이 형성된 어레이기판(110)을 제공한다.
- [0061] 상기 어레이기판(110)은 본 발명의 유기 발광 소자가 디스플레이 장치일 경우에는 스캔라인(SL)과 데이터 라인(DL) 및 전원라인(PL)들이 복수개의 화소 영역들로 구획되고, 각각의 화소 영역 단위로 제1전극층이 형성된 구조일 수 있다.
- [0062] 상기 어레이기판(110)에 사용되는 기판은 유리기판 또는 플렉서블 기판일 수 있다. 플렉서블 기판인 경우에는 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아마이드(Polyamide, PA), 폴리에테르설폰(polyethersulfone, PES), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC), 폴리아릴레이트(polyarylate, PAR), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate, PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 환상올레핀 공중합체(cycloolefin copolymer), 에폭시 수지 및 불포화 폴리에스테르로 구성된 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0063] 또한, 본 발명의 유기 발광 소자가 조명장치에 사용될 경우에는 하나 또는 2 이상의 화소 영역을 구획하고, 각 화소 영역에 제1전극층을 형성하는 구조일 수 있다.
- [0064] 여기서는 유기 발광 소자가 조명장치로 사용되는 경우를 중심으로 설명하지만, 디스플레이 장치에도 동일하게 적용할 수 있다.
- [0065] 상기와 같이 제1전극층이 형성된 어레이기판(110)이 제공되면, 상기 어레이기판(110)의 제1전극층 상에 정공부대층(112)을 형성한다. 상기 정공부대층(112)은 유기 발광 소자의 정공주입층 및/또는 정공수송층일 수 있고, 전자차단층 또는 전하생성층을 더 포함할 수 있다.
- [0066] 또한, 상기 정공부대층(112)은 도 1에서 언급한 물질, 예를 들어 PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate)와 같은 물질을 1nm~150nm 범위 내에서 선택된 두께로 슬롯-다이(slot die) 코팅 방식으로 형성할 수 있다. PEDOT:PSS의 경우에는 50nm의 두께로 형성하고, 진공증착법, 스핀코팅법, 나이프에지코팅(Knife-Edge Coating), 캐스트법, Langmuir-Blodgett (LB)법, 스프레이 코팅법, 딥코팅법, 그래비아 코팅법, 리버스 오프셋 코팅법, 스크린 프린팅법 및 노즐프린팅법, 건식 전사 프린팅법(dry transfer printing) 등으로 형성할 수 있다.
- [0067] 이하, 추가적으로 형성하는 유기물층에 대해서도 상기와 같이, 다양한 형성 방법으로 적용하여 형성할 수 있다.
- [0068] 그런 다음, 도 2b에 도시한 바와 같이, 분리기판(230)을 제공하고, 상기 분리기판(230) 상에 계면조절층(220)을 형성한다. 상기 계면조절층(220)은 전사를 목적으로 하는 박막층, 예를 들어, 전극층 기능을 하는 금속박막층, 정공수송층과 전자수송층 역할을 하는 유기물층들이 쉽게 기계적 전사가 이루어지도록 하는 역할을 한다. 상기 분리기판(230)은 유리기판, 플라스틱 기판 또는 실리콘(Si) 웨이퍼일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0069] 상기 계면조절층(220)은 박막층과 분리기판(230) 사이의 접착에너지를 낮추기 위해 상기 분리기판(230) 표면에 OTS(n-Octadecyltrichlorosilane) 처리로 형성될 수 있다.
- [0070] 상기 OTS 처리 방법은 상기 분리기판(230)의 표면에 산소(O₂) 플라즈마(plasma) 처리를 하고, 상기 분리기판(230)을 OTS (1~2mM 톨루엔 희석액) 용액이 담긴 수조에 약 30분 담근 후, 톨루엔 용액과 DI 워터(Deionized water)를 이용하여 상기 분리기판(230) 표면을 세정한다. 이로 인하여, 상기 분리기판(230) 표면에는 OTS 처리로 표면 에너지가 20mJ/m² 정도로 낮은 계면조절층(220)이 형성된다.
- [0071] 그런 다음, 상기 계면조절층(220) 상에 유기발광층(113)을 형성하고, 상기 유기발광층(113) 상에 전자부대층

(114)과 제2전극층(120)을 순차적으로 형성한다.

- [0072] 상기 유기발광층(113)은 도 1에서 설명한 물질, 예를 들어 phenyl-substituted PPV와 같은 고분자 발광물질인 경우에는 0.5wt% 톨루엔 희석 용액으로 만든 후, 슬롯-다이(Slot-Die) 코팅 방식에 의해 형성한다. 상기 유기발광층(113)의 두께는 50nm로 형성하는데, 이러한 두께는 고정된 것이 아니다.
- [0073] 또한, 상기 전자부대층(114)은 도 1에서 설명한 물질, 예를 들어 ZnO와 같은 물질일 경우에는 ZnO 나노파티클 분산액 형태로 슬롯-다이 코팅하여 형성한다. ZnO는 상기 전자부대층(114)의 전자수송층 기능을 하고, 두께는 1nm~50nm 범위에서 선택하여 형성할 수 있다. 여기서는 전자수송층을 20nm로 형성하였으나, 이것은 고정된 것이 아니다.
- [0074] 또한, 상기 전자부대층(114)이 전자수송층과 전자주입층을 포함하는 층인 경우에는 ZnO로 구성된 전자수송층 상에 TBABF4(Tetrabutylammonium tetrafluoroborate) 아세토니트릴 희석용액을 슬롯-다이 코팅 방식으로 전자주입층을 형성할 수 있다. 상기 전자주입층은 10nm의 두께로 형성하였으나, 이것은 고정된 것이 아니다.
- [0075] 상기 제2전극층(120)은 도 1에서 설명한 물질, 예를 들어 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)과 같은 물질일 경우에는 E-빔(beam) 증착 또는 스퍼터링 증착 방식으로 상기 전자부대층(114) 상에 제2전극층(120)을 형성할 수 있다. 상기 제2전극층(120)은 100nm의 두께로 형성하였으나, 이것은 고정된 것이 아니다.
- [0076] 도면에서는 상기 계면조절층(220) 상에 유기 발광 소자의 유기발광층(113), 전자부대층(114) 및 제2전극층(120)들을 적층 하였지만, 복수개의 분리기관 상에 각각 계면조절층을 형성하고, 유기발광층(113), 전자부대층(114) 및 제2전극층(120)들을 각각 분리하여 개별 형성할 수 있다.
- [0077] 즉, 본 발명에서는 유기 발광 소자에 형성되는 복수개의 금속박막층들과 유기물층들을 선택적으로 병렬 형성하고, 박막 가스를 이용한 분리 공정과 합착 공정을 진행하여 유기 발광 소자를 제조한다.
- [0078] 상기와 같이, 유기 발광 소자의 제2전극층(120)이 형성되면, 상기 제2전극층(120) 상에 접착필름(201)과 지지기관(202)으로 구성된 고정기관(200)을 형성한다. 상기 접착필름(201)은 PA(Polyamide), PDMS(Polydimethylsiloxane)와 같은 물질로 형성할 수 있고, 상기 지지기관(202)은 PET(Poly(Ethylene Terephthalate))와 같은 물질로 형성할 수 있다.
- [0079] 또한, 상기 고정기관(200)은 PDMS(Polydimethylsiloxane)와 같은 물질로 형성할 수 있다.
- [0080] 상기와 같이, 접착필름(201)과 지지기관(202)으로 구성된 고정기관(200)이 제2전극층(120)과 접촉되면, 도 2c와 도 3에 도시한 바와 같이, 계면조절층(220)을 포함하는 분리기관(230)과 유기발광층(113)을 서로 분리하는 공정을 진행한다.
- [0081] 본 발명에서 사용되는 고속 박리 가스를 이용한 기관 분리(박리) 원리는 다음과 같다. 먼저, 도 3을 참조하면, 제1기관(S1) 상에 도 2b에서 설명한 계면조절층(ICL), 상기 계면조절층(ICL) 상에 증착막(DL) 및 접착층(AL)과 제2기관(S2)으로 구성된 접착필름(AF)을 형성한다.
- [0082] 상기 증착막(DL)은 유기 발광 소자의 전극층과 대응되는 금속막 또는 유기물층일 수 있다.
- [0083] 상기 제1기관(S1) 상에는 계면조절층(ICL)이 형성되고, 상기 계면조절층(ICL)과 증착막(DL) 사이에는 상기 계면조절층(ICL)의 표면 에너지에 의해 제1 결합에너지(Ea1)가 형성된다.
- [0084] 일반적으로 유연한 형태의 접착필름은 고속 박리시 점탄성 특성을 나타내는데, 아래 수학적 식 1에 의해 박리 가스의 속도가 증가하면, 유기 발광 소자의 증착막(DL)과 접착필름(AF) 사이의 결합에너지가 제2 결합에너지(Ea2)와 같이 증가한다.
- [0085]
$$G(v) = G_0 [1 + f(v)] \dots\dots\dots \text{수학식(1)}$$
- [0086] (G는 박리하는데 필요한 에너지(J/m²), f(v)는 박리가스 속도 증가율, v는 박리가스 속도, G₀는 박리가 일어나기 직전의 문턱 박리에너지)
- [0087] 하지만, 도 3에 도시된 바와 같이, 분사노즐(400)을 통해 박리 가스(401)가 상기 증착막(DL)과 계면조절층(ICL) 사이에 분사되면, 상기 증착막(DL)은 상기 수학식(1)에 의해 접착필름(AF) 방향으로 전사된다.
- [0088] 왜냐하면, 수학식(1)에 의해, 상기 박리 가스(401)의 속도가 증가하면 점탄성 특징을 갖는 접착필름(AF)과 증착

막(DL)을 박리하는데 필요한 에너지($G(v)$)가 증가하기 때문이다. 상기 $G(v)$ 가 증가한다는 것은 박리를 하기 위한 필요 에너지가 증가한다는 의미이기 때문에 박리 가스의 분사에 의해 상기 증착막(DL)과 접착필름(AL) 사이의 결합에너지(결합력)는 증가한다.

- [0089] 따라서, 상기 계면조절층(ICL)과 증착막(DL) 사이의 제1 결합에너지($Ea1$)는 박리 가스(401) 분사로 인하여 $Ea2$ 와 같은 제2 결합에너지로 증가한다. 즉, 박리 가스(401)가 분사되면 상기 수학적(1)에 의해 제1 결합에너지($Ea1$)가 제2 결합에너지($Ea2$)와 같이 증가하여, 상기 증착막(DL)은 상기 계면조절층(ICL)과 반대 방향인 접착필름(AF) 방향으로 전사가 이루어진다.
- [0090] (도 3에 도시된 Ejet은 박리 가스(401)가 분사되는 에너지이고, E_c 는 증착막(DL)의 결합에너지이다.)
- [0091] 상기 박리 가스(401)는 아르곤(Ar), 네온(Ne), 헬륨(He), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2)와 같은 비활성 기체인 것이 바람직하다.
- [0092] 본 발명에서는 수학적(1)에 따라 분사되는 박리 가스(401)의 속도를 조절하면, 상기 박리 가스(401)가 분사되는 증착막(DL) 영역의 제2 결합에너지($Ea2$)와 계면조절층(ICL)과 증착막(DL) 사이의 제1 결합에너지($Ea1$) 차이를 조절할 수 있다.
- [0093] 상기 OST 표면처리로 상기 계면조절층(ICL)의 표면에너지는 낮게 형성되기 때문에 상기 박리 가스(401)의 속도가 증가하면, 상기 제1 결합에너지($Ea1$)와 제2 결합에너지($Ea2$)의 차이가 커져 상기 제1 기판($S1$)을 상기 증착막(DL)으로부터 더욱 용이하게 분리할 수 있다.
- [0094] 이와 같이, 본 발명에서는 박리 가스(401)의 속도를 조절함으로써, 박리되는 막들이 분리할 때, 크랙(Crack) 또는 버클링(Buckling) 불량 발생되지 않도록 제1 결합에너지($Ea1$)와 제2 결합에너지($Ea2$) 차이를 조절할 수 있는 효과가 있다.
- [0095] 본 발명에서는 박리 가스의 속도 조절에 의해 전사하려는 박막의 결합에너지를 조절하면서 박리를 하기 때문에 유기물층 뿐 아니라 금속 전극층에 대해서도 박리 공정을 적용할 수 있는 효과가 있다.
- [0096] 따라서, 도 2c에 도시한 바와 같이, 도 3과 같은 박리 가스를 이용한 박리 공정을 적용하면, 상기 분리기판(230)의 계면조절층(220)과 유기발광층(113) 사이에 박리 가스가 분사되는 영역과 분사되지 않은 영역 사이에서 결합에너지들의 차가 발생하면서, 상기 분리기판(230)이 상기 유기발광층(113)과 분리된다.
- [0097] 상기와 같이, 분리기판(230)이 유기발광층(113)과 분리되면, 제1전극층과 정공부대층(112)이 형성된 어레이기판(110)을 베이스기판(300) 상에 안착시킨 다음, 고정기판(200)을 흡착 또는 지그를 이용하여 고정된 상태에서 상기 유기발광층(113)과 상기 어레이기판(110)의 정공부대층(112)을 마주하도록 얼라인 한다.
- [0098] 따라서, 상기 어레이기판(110) 상에 형성된 정공부대층(112)과 상기 고정기판(200)의 유기발광층(113)은 서로 마주하게 된다.
- [0099] 하지만, 위에서 설명한 바와 같이, 복수개의 분리기판 각각에 계면조절층을 형성하고, 각 계면조절층 상에 유기발광층(113), 전자부대층(114), 전자부대층의 구성박막층들, 제2전극층(120)을 개별로 형성하여, 복수개의 도너 필름 형태로 형성할 수 있다.
- [0100] 그런 다음, 도 2d에 도시한 바와 같이, 상기 고정기판(200) 상에 롤러(310)를 배치한 다음, 상기 고정기판(200)에서 상기 유기발광층(113) 방향으로 압력을 인가(RF)하면서 상기 롤러(310)를 회전시킨다.(RT)
- [0101] 따라서, 상기 유기발광층(113)은 상기 롤러(310)의 가압과 회전에 의해 상기 고정기판(200) 전 영역에 균일한 압력이 인가되고, 이로 인하여 상기 유기발광층(113)과 어레이기판(110) 상의 정공부대층(112)이 서로 결합한다.
- [0102] 상기 도면에 도시한 RT는 롤러의 회전 방향, RF는 롤러의 가압 방향, D는 고정기판의 이동방향이다.
- [0103] 또한, 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 고정기판(200)에 형성된 유기발광층(113)과 상기 어레이기판(110) 상에 형성된 정공부대층(112)의 결합력을 증가시키기 위해 상기 롤러(310) 또는 베이스기판(300) 내에 히터(Heater: 미도시)를 배치할 수 있다.
- [0104] 즉, 상기 히터는 상기 유기발광층(113)과 정공부대층(112)이 결합할 때, 60~150℃ 범위에서 온도를 증가시켜, 상기 유기발광층(113)과 정공부대층(112)의 결합력이 증가하도록 할 수 있다.

- [0105] 또한, 상기 롤러(310)의 가압과 가열 공정에 의해 상기 유기발광층(113)과 상기 정공부대층(112) 사이의 제1 결합력(F1)이 상기 고정기관(200)과 제2전극층(120) 사이의 제2결합력(F2)보다 커지게 되어 상기 유기발광층(113)과 정공부대층(112)이 합착된 후, 상기 고정기관(200)을 제2전극층(120)으로부터 용이하게 제거할 수 있다.
- [0106] 또한, 도면에서는 고정기관(200) 상에 제2전극층(120), 전자부대층(114) 및 유기발광층(113)을 박리 가스에 의해 함께 형성하였지만, 이것은 고정된 것이 아니다. 즉, 상기 분리기관(230) 상에 유기발광층(113), 전자부대층(114: 전자수송층, 전자주입층) 및 제2전극층(120)들 중 어느 하나 또는 둘 이상을 형성한 다음, 이를 복수개의 고정기관(200)들에 각각 전사(박리 가스 공정)하고, 이들을 정공부대층(112) 상에 교대로 전사하는 방식으로 유기 발광 소자를 형성할 수 있다.
- [0107] 예를 들어, 상기 롤러를 이용한 전사 방법에 따라 상기 정공부대층(112) 상에 유기발광층(113)을 포함하는 도너 필름을 전사시킨 다음, 상기 유기발광층(113) 상에 동일한 방식으로 전자부대층(114)을 포함하는 도너필름을 전사시키고, 상기 전자부대층(114) 상에 제2전극층(120)을 포함하는 도너필름을 순차적으로 적층 전사시켜 유기전자소자를 형성할 수 있다.
- [0108] 도 2e에 도시한 바와 같이, 롤러에 의한 전사 공정에 의해 상기 고정기관(200)의 유기발광층(113)이 상기 어레이기관(110)의 정공부대층(112)과 합착(Lamination) 되면, 상기 고정기관(200)을 제2전극층(120)으로부터 제거하여 유기 발광 소자(100)를 완성한다.
- [0109] 또한, 유기 발광 소자(100)를 중심으로 설명하였지만, 유기물층들이 적층된 소자에 박리 가스를 이용하여 박막 박리 공정을 동일한 방식으로 적용할 수 있다. 예를 들어, 플러렌 유도체, 전도성 고분자, 금속산화물들이 나노소재와 혼합되어 복수의 박막층들이 적층된 태양전지에도 본 발명의 박리 가스를 이용한 박리공정을 적용할 수 있다.
- [0110] 또한, 유기물층 또는 유기물패턴을 포함하는 유기전자소자 제조 공정시에도 동일하게 적용할 수 있다.
- [0111] 본 발명의 유기전자소자 제조방법은, 유기 발광 소자의 전극층들과 유기물층들을 각각 병렬로 형성한 후, 박리 가스를 이용한 분리 및 합착 공정을 진행하여 제조 공정 시간을 단축한 효과가 있다.
- [0112] 또한, 본 발명의 유기전자소자의 제조방법은, 유기 발광 소자의 기능성 박막층들(금속박막층, 유기물층)을 병렬식으로 복수개 제조하고, 박리 가스를 이용한 분리 공정 및 합착 공정을 진행하여, 기능성 박막층들의 손상을 방지하면서 동시에 복수개의 유기 발광 소자를 제조할 수 있는 효과가 있다.
- [0113] 도 4는 본 발명의 합착 공정에 따라 복수개의 유기 발광 소자들을 제조하는 모습을 도시한 도면이다.
- [0114] 도 4를 참조하면, 한번의 공정으로 복수개의 유기 발광 소자를 제조할 수 있다.
- [0115] 도면에 도시된 바와 같이, 유기 발광 소자의 제1전극층, 신호라인들, 스캔라인들 및 전원라인들이 형성된 어레이기관(400) 상에 정공부대층(401)을 형성하고, 상기 어레이기관(400)과 대응되도록 고정기관(420) 상에 도 2c에 도시한 바와 같이, 유기 발광셀 단위로 제2전극층, 전자부대층 및 유기발광층이 적층된 구조물을 복수개 형성한다.
- [0116] 그런 다음, 롤러(410)를 상기 고정기관(420) 상에 위치시킨 다음, 도 2d에서 설명한 바와 같이, 상기 고정기관(420) 상에 형성된 유기발광층들(미도시)과 상기 어레이 기관(400) 상에 형성된 정공부대층(401)을 합착시킨다.
- [0117] 따라서, 본 발명에 따라 합착 공정을 적용하면, 한번의 공정으로 복수개의 유기 발광셀(450)들을 형성할 수 있다.
- [0118] 상기와 같이, 합착 공정이 완료되면, 스크라이빙 공정을 진행하여 유기 발광셀들(450)을 절단하여, 유기 발광 소자를 완성한다.
- [0119] 여기서, 본 발명에서 사용되는 유기 발광 소자가 조명인 경우에는 요구되는 휘도에 따라 유기 발광셀들(450)을 하나 또는 2 이상의 단위로 절단할 수 있다.
- [0120] 만약, 본 발명의 유기 발광 소자가 디스플레이 장치인 경우에는 상기 합착 공정으로 유기 발광 디스플레이 장치를 제조할 수 있다.
- [0121] 도 5는 본 발명의 박리 가스 분리 공정을 적용하여 제조된 유기 발광 소자의 다른 실시예를 도시한 도면이다.
- [0122] 도 5를 참조하면, 본 발명의 저분자 유기 발광 소자(500)는 기관(510) 상에 제1전극층(511)이 배치되고, 상기

제1전극층(511) 상에 정공주입층(512) 및 정공수송층(513)이 배치된다. 상기 정공수송층(513) 상에는 전자차단층(514)이 배치되고, 상기 전자차단층(514) 상에는 유기발광층(515)이 배치되며, 상기 유기발광층(515) 상에는 전자수송층(516) 및 전자주입층(517)이 배치된다. 상기 전자주입층(517) 상에는 제2전극층(518)이 배치된다.

- [0123] 상기 기관(510)은 유리기관 또는 플렉서블 기관일 수 있다. 또한, 상기 제1전극층(511)은 가시영역에서 투명하고 전도성이 높으며, 일함수가 큰 투명성 산화물 금속(ITO, IZO, ITZO)으로 형성될 수 있다.
- [0124] 상기 정공주입층(512), 정공수송층(513), 전자차단층(514), 유기발광층(515), 전자수송층(516) 및 전자주입층(517)과 같은 유기물층들인 경우에는 진공증착법, 스펀코팅법, 캐스트법, Langmuir-Blodgett (LB)법, 스프레이 코팅법, 딥코팅법, 그래비어 코팅법, 리버스 오프셋 코팅법, 스크린 프린팅법, 슬롯-다이 코팅법 및 노즐프린팅법, 건식 전사 프린팅법(dry transfer printing) 등의 방법으로 형성할 수 있다.
- [0125] 또한, 본 발명의 저분자 유기 발광 소자에서도 도 2c와 도 3에서 설명한 박리 가스를 이용한 분리 공정과 합착 공정을 적용하여 제조할 수 있다. 따라서, 상기 유기물층들은 각각의 분리기관들 상에 개별적으로 형성되거나 적어도 2개 이상의 유기물층들을 선택적으로 분리기관들에 각각 형성한 후, 박막 가스에 의한 분리 및 합착 공정을 진행할 수 있다.
- [0126] 상기 정공주입층(512)은 금속 산화물 및 정공 주입성 유기물 중 1종 이상을 포함할 수 있다. 금속 산화물을 포함하는 경우, 상기 금속 산화물은, MoO₃, WO₃ 및 V₂O₅ 중에서 선택된 1종 이상의 금속 산화물을 포함할 수 있다.
- [0127] 상기 정공주입층(512)이 정공 주입성 유기물을 포함하는 경우, Fullerene(C60), HAT-CN, F16CuPC, CuPC, m-MTDATA [4,4',4''-tris (3-methylphenylphenylamino) triphenylamine], NPB(N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine)), TDATA, 2T-NATA, Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonicacid: 폴리아닐린/도데실벤젠술포산), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate): 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트)), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonicacid: 폴리아닐린/캄퍼술포산) 또는 PANI/PSS (Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate): 폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트))등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0128] 또한, 상기 정공주입층(512)의 두께는 10Å 내지 10000Å, 예를 들면, 300Å 내지 1000Å일 수 있다.
- [0129] 상기 정공수송층(513)과 상기 전자차단층(514)은 공지의 정공 수송 물질을 포함할 수 있다. 상기 정공수송층(513)에 포함될 수 있는 정공 수송 물질의 비제한적인 예로서, 1,3-비스(카바졸-9-일)벤젠 (1,3-bis(carbazol-9-yl)benzene: MCP), 1,3,5-트리스(카바졸-9-일)벤젠 (1,3,5-tris(carbazol-9-yl)benzene : TCP), 4,4',4''-트리스(카바졸-9-일)트리페닐아민 (4,4',4''-tris(carbazol-9-yl)triphenylamine : TCTA), 4,4'-비스(카바졸-9-일)비페닐 (4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl: CBP), N,N'-비스(나프탈렌-1-일)-N,N'-비스(페닐)벤지딘 (N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine : NPB), N,N'-비스(나프탈렌-2-일)-N,N'-비스(페닐)-벤지딘 (N,N'-bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine : β-NPB), N,N'-비스(나프탈렌-1-일)-N,N'-비스(페닐)-2,2'-디메틸벤지딘 (N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-2,2'-dimethylbenzidine : α-NPD), 디-[4-(N,N-디톨일-아미노)-페닐]시클로헥산 (Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexane : TAPC), N,N,N',N'-테트라-나프탈렌-2-일-벤지딘 (N,N,N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidine : β-TNB) 및 N₄,N₄,N₄',N₄'-tetra(biphenyl-4-yl)biphenyl-4,4'-diamine(TPD15), poly(9,9-dioctylfluorene-co-bis-N,N'-(4-butylphenyl)-bis-N,N'-phenyl-1,4-phenylenediamine) (PFB), poly(9,9'-dioctylfluorene-co-N-(4-butylphenyl)diphenylamine)(TFB), poly(9,9'-dioctylfluorene-co-bis-N,N'-(4-butylphenyl)-bis-N,N'-phenylbenzidine)(BFB), poly(9,9'-dioctylfluorene-co-bis-N,N'-(4-methoxyphenyl)-bis-N,N'-phenyl-1,4-phenylenediamine)(PFMO) 등을 들 수 있으며 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0130] 상기 정공수송층(513)의 두께는 5nm 내지 100nm, 예를 들면, 10nm 내지 60nm일 수 있다. 상기 정공수송층(513)의 두께가 상술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 고효율과 고휘도를 나타내는 고품위 유기 발광 소자를 구현할 수 있다.
- [0131] 상기 전자차단층(514)의 두께는 20~100nm, 예를 들면, 30~70nm일 수 있다.
- [0132] 상기 유기발광층(515)은 발생하는 광의 색에 따라 적색, 녹색 및 청색 유기발광층으로 나눌 수 있다.
- [0133] 상기 유기발광층(515)이 적색, 녹색 및 청색 유기발광층들로 구분될 경우, 적색, 녹색 및 청색 유기발광층 중

적어도 하나는 인광물질을 사용할 수 있다. 상기 유기발광층(515)이 호스트 물질과 인광 도펀트를 포함할 경우, 그 비율은 10:1(호스트: 인광 도펀트), 전체 두께는 10~500nm로 형성할 수 있다. 바람직하게는 20~30nm로 형성할 수 있다.

[0134] 적색 유기발광층은 CBP(carbazole biphenyl) 또는 mCP(1,3-bis(carbazol-9-yl))를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, PIQIr(acac)(bis(1-phenylisoquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(acac)(bis(1-phenylquinoline)acetylacetonate iridium), PQIr(tris(1-phenylquinoline)iridium) 및 PtOEP(octaethylporphyrin platinum)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하는 도펀트를 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있다.

[0135] 또한, 이리듐계 전이금속화합물과 백금 포르피린류 등이 있고, 이와 달리, PBD:Eu(DBM)3(Phen) 또는 Perylene을 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있다.

[0136] 녹색 유기발광층은 CBP 또는 mCP를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, Ir(ppy)3(fac tris(2-phenylpyridine)iridium)을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있다. 또한, 트리스(2-페니피리딘)Ir(III) 등이 있을 수 있다. 또한, 이와는 달리, Alq3(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum)을 포함하는 형광물질로 이루어질 수도 있다.

[0137] 청색 유기발광층은 CBP 또는 mCP를 포함하는 호스트 물질을 포함하며, (4,6-F2ppy)2Irpic을 포함하는 도펀트 물질을 포함하는 인광물질로 이루어질 수 있다. 또한, (3,4-CN)3Ir, (3,4-CN)2Ir(picolinic acid), (3,4-CN)2Ir(N3), (3,4-CN)2Ir(N4), (2,4-CN)3Ir 등의 이리듐계 전이금속화합물이 있다. 이와는 달리, spiro-DPVBi, spiro-6P, 디스틸벤젠(DSB), 디스트릴아릴렌(DSA), PFO계 고분자 및 PPV계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광물질로 이루어질 수 있다.

[0138] 상기 전자수송층(516)은 홀차단층을 포함할 수 있고, 퀴놀린 유도체, 특히 트리스(8-히드록시퀴놀린)알루미늄(tris(8-hydroxyquinoline) aluminum : Alq3), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀레이트)-4-(페닐페놀라토)알루미늄(Bis(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolato)aluminium : Balq), 비스(10-히드록시벤조 [h] 퀴놀리나토)베릴륨(bis(10-hydroxybenzo [h] quinolinato)-beryllium : Bebq2), 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline : BCP), 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline : Bphen), 2,2',2''-(벤젠-1,3,5-트리일)-트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸) ((2,2',2''-(benzene-1,3,5-triyl)- tris(1-phenyl-1H-benzimidazole : TPBI), 3-(4-비페닐)-4-(페닐-5-tert-부틸페닐-1,2,4-트리아졸 (3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole : TAZ), 4-(나프탈렌-1-일)-3,5-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸 (4-(naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole : NTAZ), 2,9-비스(나프탈렌-2-일)-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린 (2,9-bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline : NBphen), 트리스(2,4,6-트리메틸-3-(피리딘-3-일)페닐)보란 (Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane : 3TPYMB), 페닐-디파이레닐포스핀 옥사이드 (Phenyl-dipyrenylphosphine oxide : POPy2), 3,3',5,5'-테트라[(m-피리딜)-펜-3-일]비페닐 (3,3',5,5'-tetra[(m-pyridyl)-phen-3-yl]biphenyl : BP4mPy), 1,3,5-트리[(3-피리딜)-펜-3-일]벤젠 (1,3,5-tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene : TmPyPB), 1,3-비스[3,5-디(피리딘-3-일)페닐]벤젠 (1,3-bis[3,5-di(pyridin-3-yl)phenyl]benzene : BmPyPhB), 비스(10-히드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(Bis(10-hydroxybenzo[h]quinolinato)beryllium : Bepq2), 디페닐비스(4-(피리딘-3-일)페닐)실란 (Diphenylbis(4-(pyridin-3-yl)phenyl)silane : DPPS) 및 1,3,5-트리(p-피리드-3-일-페닐)벤젠 (1,3,5-tri(p-pyrid-3-yl-phenyl)benzene : TpPyPB), 1,3-비스[2-(2,2'-비피리딘-6-일)-1,3,4-옥사디아조-5-일]벤젠 (1,3-bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene : Bpy-OXD), 6,6'-비스[5-(비페닐-4-일)-1,3,4-옥사디아조-2-일]-2,2'-비피리딘 (6,6'-bis[5-(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl : BP-OXD-Bpy)등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0139] 상기 전자수송층(516) 또는 전자수송층/홀차단층의 두께는 1~100nm로 형성될 수 있고, 예를 들면, 5nm 내지 15nm일 수 있다.

[0140] 상기 전자주입층(517)은 Alq3, NaCl, LiF, CsF, Ba, Ca, Li2O, BaO, Liq(리튬 퀴놀레이트)를 사용할 수 있다.

[0141] 또한 상기 전자주입층(517)은 Alq3, TAZ, Balq, Bebq2, BCP, TBPI, TmPyPB, TpPyPB등의 전자수송층 재료에 1% 내지 50%의 함량으로 상기 LiF, NaCl, CsF, NaF, Li2O, BaO, Cs2CO3 등의 금속유도체를 포함하거나 Li, Ca, Cs, Mg 등의 금속이 도핑된 형태로 형성될 수 있다.

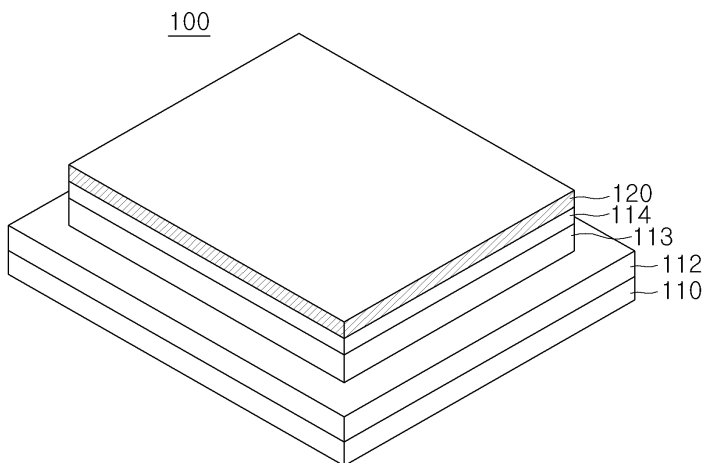
- [0142] 상기 전자주입층(517)의 두께는 10~50nm로 형성될 수 있고, 예를 들어 25~30nm로 형성할 수 있다.
- [0143] 상기 제2전극층은 금속, 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들의 조합을 사용할 수 있다. 구체적인 예로서는 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag) 등을 들 수 있다. 또한 전면 발광 소자를 얻기 위하여 ITO, IZO 등을 사용할 수도 있다.
- [0144] 본 발명의 유기 발광 소자의 제조방법은, 유기 발광 소자의 전극층들과 유기물층들을 각각 병렬 방식으로 형성하고, 이들에 대해 박리 가스를 이용한 박리 공정 및 각 층들에 대해 교대로 합착 공정을 진행하여 제조 공정을 단축한 효과가 있다.
- [0145] 또한, 본 발명의 유기 발광 소자의 제조방법은, 유기 발광 소자의 기능성 박막층들을 병렬식으로 제조하고, 박리 가스를 이용한 분리 공정 및 합착 공정을 진행하여, 기능성 박막층들의 손상을 방지하면서 제조 비용을 줄일 수 있는 효과가 있다.

부호의 설명

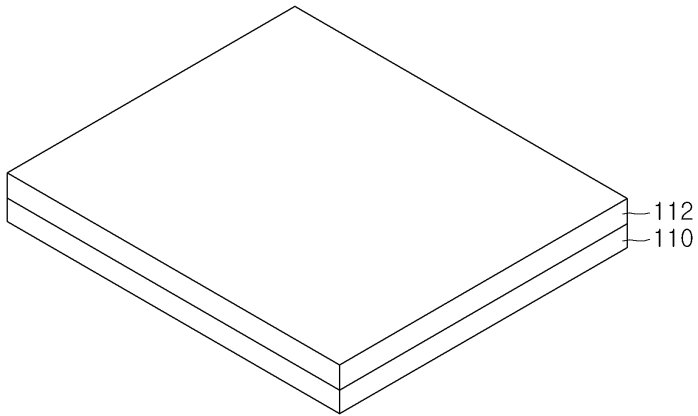
- [0146] 100: 유기 발광 소자
- 110: 어레이기판
- 112: 정공부대층
- 113: 유기발광층
- 114: 전자부대층
- 120: 제2전극층
- 200: 고정기판
- 310: 롤러

도면

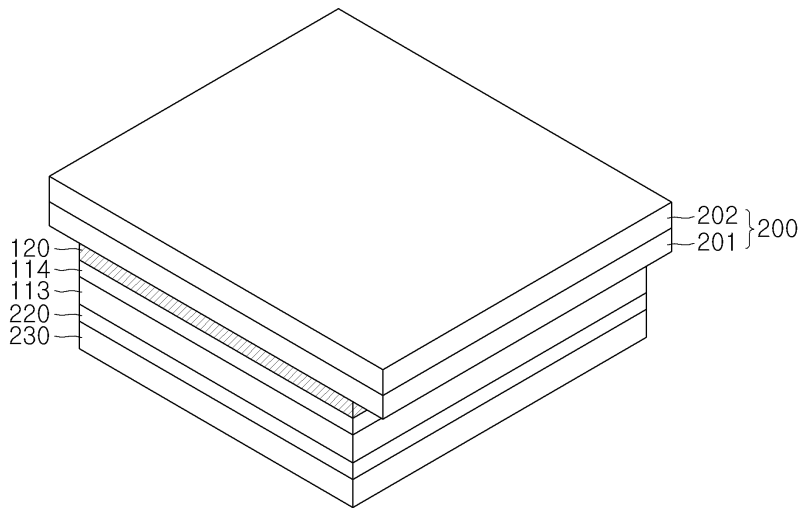
도면1



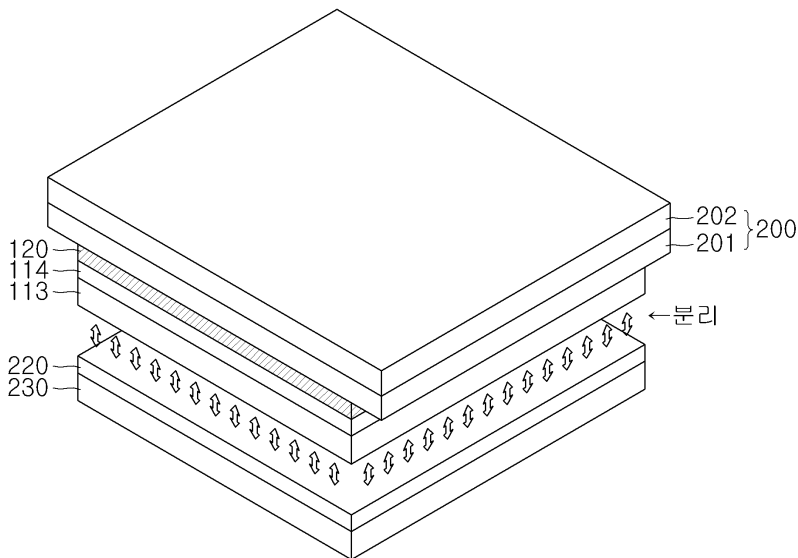
도면2a



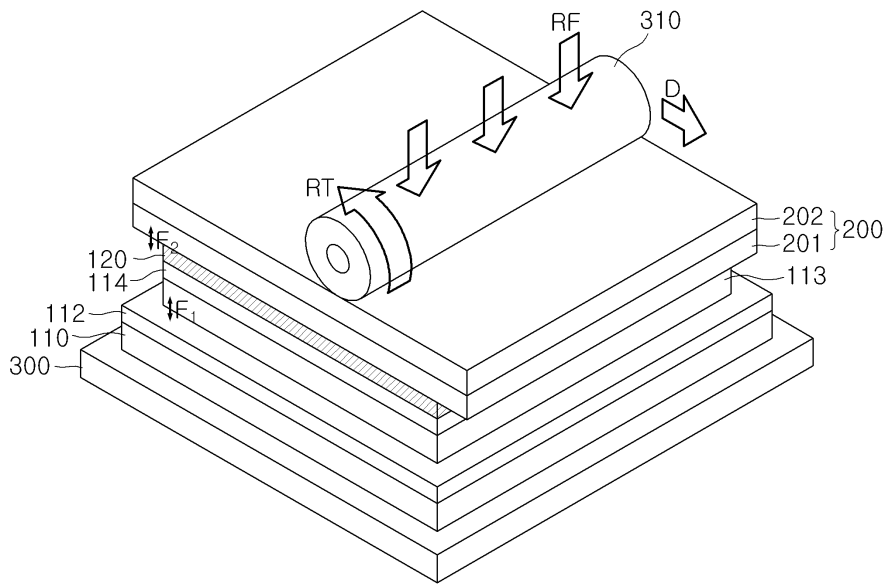
도면2b



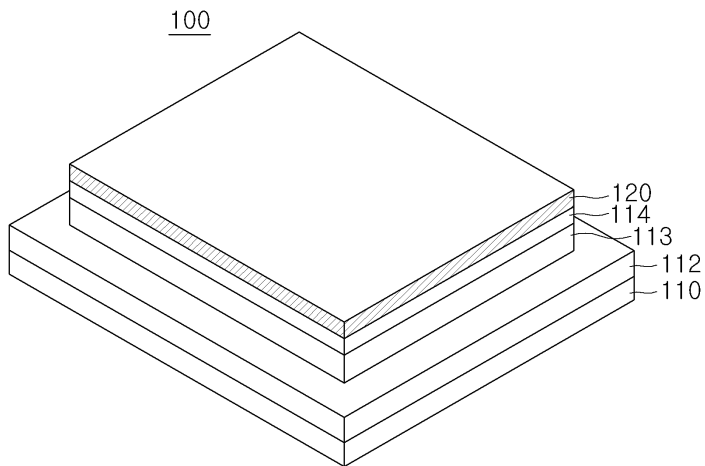
도면2c



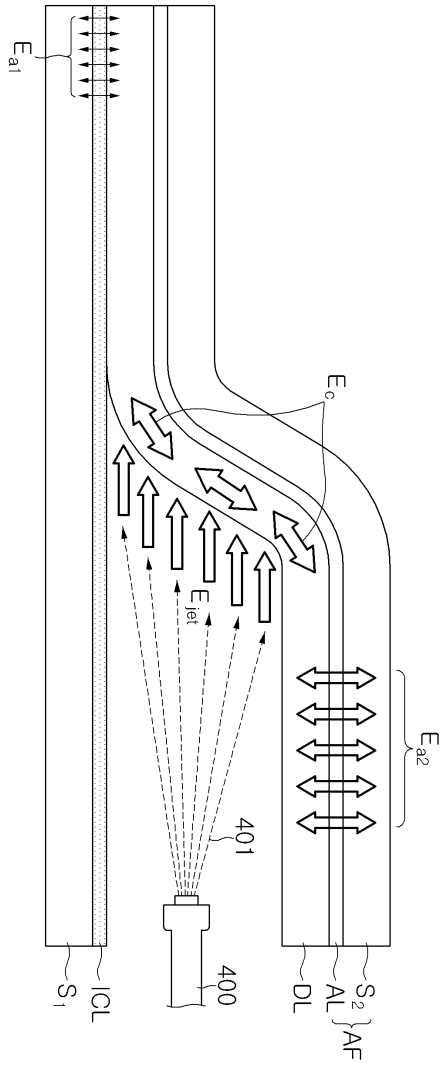
도면2d



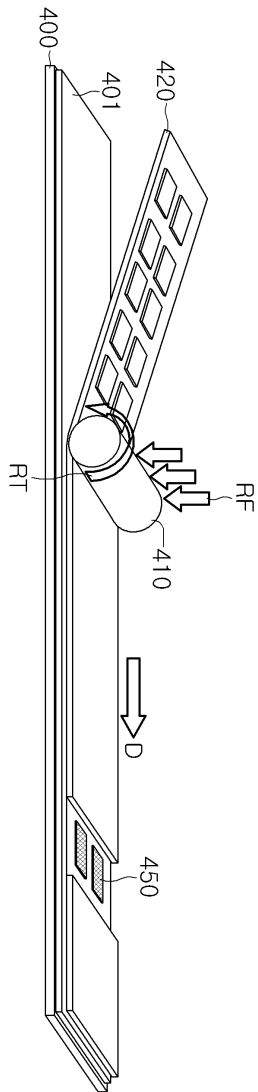
도면2e



도면3



도면4



도면5

