



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월04일
(11) 등록번호 10-1953797
(24) 등록일자 2019년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) H01L 33/48 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 33/48 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0179953
(22) 출원일자 2017년12월26일
심사청구일자 2018년06월01일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010161221 A*
JP2012033776 A*
JP2012089572 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
안충환
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 11 항

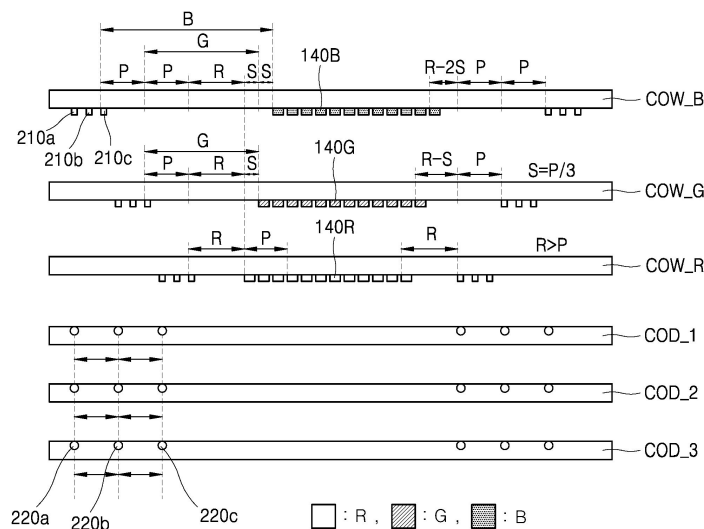
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 마이크로LED 표시장치 제조방법

(57) 요약

본 발명의 마이크로LED 표시장치는 기판상에 박막트랜지스터가 형성하는 단계와, 제1-3웨이퍼에 각각 제1-3컬러의 마이크로LED를 복수개 형성하는 단계와, 상기 제1웨이퍼의 제1컬러 마이크로LED, 제2웨이퍼의 제2컬러 마이크로LED 및 제3웨이퍼의 제3컬러 마이크로LED를 각각 제1도너기판, 제2도너기판, 제3도너기판에 동시에 전사하는 단계와, 상기 제1웨이퍼의 제1컬러 마이크로LED, 제2웨이퍼의 제2컬러 마이크로LED 및 제3웨이퍼의 제3컬러 마이크로LED를 각각 제2도너기판, 제3도너기판, 제1도너기판에 동시에 전사하는 단계와, 상기 제1웨이퍼의 제1컬러 마이크로LED, 제2웨이퍼의 제2컬러 마이크로LED 및 제3웨이퍼의 제3컬러 마이크로LED를 각각 제3도너기판, 제1도너기판, 제2도너기판에 동시에 전사하는 단계와, 상기 제1-3도너기판에 전사된 제1-3컬러의 마이크로LED를 기판상에 전사하는 단계로 구성된다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

기판상에 박막트랜지스터를 형성하는 단계;

제1웨이퍼, 제2웨이퍼 및 제3웨이퍼에 각각 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED를 복수개 형성하는 단계;

상기 제1웨이퍼의 일부 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2웨이퍼의 일부 제2컬러 마이크로LED 및 상기 제3웨이퍼의 일부 제3컬러 마이크로LED를 각각 제1도너기판, 제2도너기판, 제3도너기판에 전사하는 단계;

상기 제1웨이퍼의 일부 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2웨이퍼의 일부 제2컬러 마이크로LED 및 상기 제3웨이퍼의 일부 제3컬러 마이크로LED를 각각 상기 제2도너기판, 상기 제3도너기판, 상기 제1도너기판에 전사하는 단계;

상기 제1웨이퍼의 일부 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2웨이퍼의 일부 제2컬러 마이크로LED 및 상기 제3웨이퍼의 일부 제3컬러 마이크로LED를 각각 상기 제3도너기판, 상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판에 전사하는 단계;

상기 제1도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED, 상기 제2도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED, 그리고 상기 제3도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED를 상기 기판상에 전사하는 단계를 포함하며,

상기 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED는 각각 R-마이크로LED, G-마이크로LED 및 B-마이크로LED이고,

상기 제1웨이퍼, 상기 제2웨이퍼 및 상기 제3웨이퍼에 각각 형성된 마이크로LED의 전단은 서로 상기 기판의 서브화소의 피치만큼 이격되어 배치된 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마이크로LED는 10-100 μ m의 크기인 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

기판상에 박막트랜지스터를 형성하는 단계;

제1웨이퍼, 제2웨이퍼 및 제3웨이퍼에 각각 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED를 복수개 형성하는 단계;

상기 제1웨이퍼의 일부 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2웨이퍼의 일부 제2컬러 마이크로LED 및 상기 제3웨이퍼의 일부 제3컬러 마이크로LED를 각각 제1도너기판, 제2도너기판, 제3도너기판에 전사하는 단계;

상기 제1웨이퍼의 일부 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2웨이퍼의 일부 제2컬러 마이크로LED 및 상기 제3웨이퍼의 일부 제3컬러 마이크로LED를 각각 상기 제2도너기판, 상기 제3도너기판, 상기 제1도너기판에 전사하는 단계;

상기 제1웨이퍼의 일부 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2웨이퍼의 일부 제2컬러 마이크로LED 및 상기 제3웨이퍼의 일부 제3컬러 마이크로LED를 각각 상기 제3도너기판, 상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판에 전사하는 단계;

상기 제1도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED, 상기 제2도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED, 그리고 상기 제3도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED를 상기 기판상에 전사하는 단계를 포함하며,

상기 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED는 각각 R-마이크로LED, G-마이크로LED 및 B-마이크로LED이고,

상기 제1웨이퍼, 상기 제2웨이퍼 및 상기 제3웨이퍼 각각에는 제1웨이퍼정렬키, 제2웨이퍼정렬키 및 제3웨이퍼정렬키가 모두 포함되도록 형성하고,

상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판 및 상기 제3도너기판 각각에는 제1도너정렬키, 제2도너정렬키 및 제3도너정렬키가 모두 포함되도록 형성한 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1웨이퍼, 상기 제2웨이퍼 및 상기 제3웨이퍼의 웨이퍼정렬키와 마이크로LED 사이의 간격(B)은 $B=R+nP$ (여기서, P는 화소의 피치, $R>P$, $n=0,1,2,\dots$)인 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판 및 상기 제3도너기판에 배치되는 상기 제1도너정렬키, 상기 제2도너정렬키 및 상기 제3도너정렬키는 화소의 피치(P)만큼 이격된 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제1웨이퍼정렬키, 상기 제2웨이퍼정렬키 및 상기 제3웨이퍼정렬키는 각각 상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판 및 상기 제3도너기판으로 전사되는 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판 및 상기 제3도너기판으로 전사된 상기 제1웨이퍼정렬키, 상기 제2웨이퍼정렬키 및 상기 제3웨이퍼정렬키는 상기 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED와 함께 상기 기판으로 전사되는 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1웨이퍼, 상기 제2웨이퍼 및 상기 제3웨이퍼에서 상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판 및 상기 제3도너기판으로의 상기 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED의 전사는 동시에 이루어지는 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1도너기판, 상기 제2도너기판 및 상기 제3도너기판에서 상기 기판으로의 제1컬러 마이크로LED, 상기 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED의 전사는 동시에 이루어지는 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 일부는 상기 제1웨이퍼, 상기 제2웨이퍼 및 상기 제3웨이퍼에 각각에 형성된 특정 컬러 마이크로LED중 1/3

인 마이크로LED 표시장치 제조방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 기판은 복수의 화소영역이 형성되고,

상기 각각의 도너기판에 전사된 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED는 상기 기판의 화소영역에 배치되는 제1컬러 마이크로LED, 제2컬러 마이크로LED 및 제3컬러 마이크로LED와 동일한 배열 및 피치를 갖는 마이크로LED 표시장치 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전사효율이 향상된 마이크로LED 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 공액고분자(conjugate polymer)의 하나인 폴리(p-페닐린비닐렌)(PPV)을 이용한 유기전계 발광소자가 개발된 이래 전도성을 지닌 공액고분자와 같은 유기물에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 유기물을 박막트랜지스터(Thin Film Transistor), 센서, 레이저, 광전소자 등에 응용하기 위한 연구도 계속 진행되고 있으며, 그 중에서도 유기전계발광 표시장치에 대한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있다.

[0003] 인광물질(phosphors) 계통의 무기물로 이루어진 전계발광소자의 경우 작동전압이 교류 200V 이상 필요하고 소자의 제작 공정이 진공증착으로 이루어지기 때문에 대형화가 어렵고 특히 청색발광이 어려울 뿐만 아니라 제조가 격이 높다는 단점이 있다. 그러나, 유기물로 이루어진 전계발광소자는 뛰어난 발광효율, 대면적화의 용이화, 공정의 간편성, 특히 청색발광을 용이하게 얻을 수 있다는 장점과 함께 될 수 있는 전계발광소자의 개발이 가능하다는 점등에 의하여 차세대 표시장치로서 각광받고 있다.

[0004] 현재에는 액정표시장치와 마찬가지로 각 화소(pixel)에 능동형 구동소자를 구비한 액티브 매트릭스(Active Matrix) 유기전계발광 표시장치가 평판표시장치(Flat Panel Display)로서 활발히 연구되고 있다.

[0005] 그러나, 이러한 유기전계발광 표시장치는 다음과 같은 문제가 있다.

[0006] 일반적으로 유기전계발광 표시장치는 미세한 금속 새도우마스크를 이용하여 기판상에 유기발광층을 증착한다. 그러나, 이러한 금속 새도우마스크를 이용한 공정에서는 대면적 유기전계발광 표시장치를 형성하는 데에 한계가 있었다. 또한, 고해상도의 표시장치의 경우 금속 새도우마스크를 고해상도로 제작해야 하지만, 이 금속 새도우마스크의 제작에도 한계가 있었다.

[0007] 이러한 문제를 해결하기 위해, 백색 발광소자와 컬러필터를 조합한 유기전계발광 표시장치가 제안되고 있다. 이러한 백색 유기전계발광 표시장치에서는 유기물질의 사용량이 적고 공정시간이 짧으며 수율이 높고 비용이 절감된다는 장점이 있다. 그러나, 백색 유기전계발광 표시장치에서는 컬러필터에 의한 광흡수로 인해 휘도가 저하되며 색순도가 저하되는 문제가 발생하게 된다. 또한, 여전히 대면적 크기의 표시장치를 제작하는데에는 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 마이크로LED의 전사효율을 향상시키고 텍타임을 감축할 수 있는 마이크로LED 표시장치 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 마이크로LED 표시장치는 기판상에 박막트랜지스터가 형성하는 단계와, 제1-3웨이퍼에 각각 제1-3컬러의 마이크로LED를 복수개 형성하는 단계와, 상기 제1웨이퍼의 제1컬러 마이크로LED, 제2웨이퍼의 제2컬러 마이크로LED 및 제3웨이퍼의 제3컬러 마이크로LED를 각각 제1도너기판, 제2도너기판, 제3도너기판에 동시에 전사하

는 단계와, 상기 제1웨이퍼의 제1컬러 마이크로LED, 제2웨이퍼의 제2컬러 마이크로LED 및 제3웨이퍼의 제3컬러 마이크로LED를 각각 제2도너기판, 제3도너기판, 제1도너기판에 동시에 전사하는 단계와, 상기 제1웨이퍼의 제1컬러 마이크로LED, 제2웨이퍼의 제2컬러 마이크로LED 및 제3웨이퍼의 제3컬러 마이크로LED를 각각 제3도너기판, 제1도너기판, 제2도너기판에 동시에 전사하는 단계와, 상기 제1-3도너기판에 전사된 제1-3컬러의 마이크로LED를 기판상에 전사하는 단계로 구성된다.

[0010] 상기 제1-3웨이퍼에는 각각 제1-3웨이퍼정렬키가 형성되고 제1-3도너기판에는 각각 제1-3도너정렬키가 형성되며, 상기 제1-3웨이퍼정렬키는 제1-3도너기판으로 전사될 수 있다. 또한, 상기 제1-3도너기판으로 전사된 제1-3웨이퍼정렬키는 제1-3컬러의 마이크로LED와 함께 기판으로 전사될 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에서는 무기물재료로 구성된 마이크로LED를 대면적 기판상에 단순히 전사하여 표시장치를 제작하므로, 휘도가 높고 수명이 길며 단가가 낮은 대면적 표시장치를 용이하게 제작할 수 있게 된다.

[0012] 또한, 본 발명에서는 컬러별로 각각 다른 웨이퍼에 마이크로LED를 형성하고, 컬러별 웨이퍼와 동일한 수의 도너기판을 한 세트의 하여 웨이퍼로부터 대용하는 도너기판으로 복수 컬러의 마이크로LED를 전사하여 복수 컬러의 마이크로LED가 배치된 복수개의 도너기판을 준비한 후, 상기 복수개의 도너기판에 각각 배치된 마이크로LED를 기판상에 동시에 일괄전사할 수 있게 된다. 따라서, 마이크로LED의 전사효율이 향상되고 전사 택타임을 대폭 감소시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 마이크로LED 표시패널을 개략적으로 나타내는 사시도.

도 2는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시패널의 구조를 구체적으로 나타내는 단면도.

도 3은 도 2에 도시된 마이크로LED의 구조를 나타내는 단면도.

도 4는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치의 제조방법을 나타내는 플로우차트.

도 5a-도 5d는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치에서 마이크로LED의 전사방법을 개념적으로 나타내는 도면.

도 6은 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치를 제작하기 위한 복수의 웨이퍼 및 복수의 도너기판을 나타내는 도면.

도 7a-도 7h는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치에서 마이크로LED의 전사방법을 구체적으로 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 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.

[0015] 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. 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.

[0016] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0017] 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.

[0018] 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간적 선후 관

계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.

- [0019] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0020] 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.
- [0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0022] 도 1는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시패널(100)을 간략하게 나타내는 평면도이다.
- [0023] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 마이크로LED 표시패널(100)은 기판(110)과, 상기 기판(110)상에 실장된 복수의 마이크로LED(140)로 구성된다.
- [0024] 상기 기판(110)은 유리와 같이 투명한 물질로 구성될 수 있으며, 복수의 화소영역(P)이 형성된다. 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 기판(110)은 TFT어레이기판으로서, 상면의 화소영역(P)에는 상기 마이크로LED(140)를 구동하기 위한 박막트랜지스터와 각종 배선들이 형성된다. 상기 박막트랜지스터가 온(on)되면, 상기 배선을 통해 외부로부터 입력된 구동신호가 마이크로 LED(140)에 인가되어 상기 마이크로LED(140)가 발광하게 되어 화상을 구현한다.
- [0025] 이때, 기판(110)의 각각의 화소영역(P)에는 R,G,B의 단색광을 각각 발광하는 3개의 마이크로 LED(140R, 140G, 140B)가 실장되므로, 외부로부터의 신호인가에 의해 R,G,B용 마이크로LED(140R, 140G, 140B)로부터 R,G,B컬러의 광이 발광되어 화상을 표시할 수 있게 된다.
- [0026] 상기 마이크로LED(140R, 140G, 140B)는 기판(110)의 TFT어레이공정과는 별개의 공정에 의해 제작된다. 일반적인 유기전계발광 표시장치에서는 TFT어레이공정과 유기발광층이 모두 포토공정에 의해 형성되는 반면에, 본 발명의 마이크로LED 표시장치에서는 기판(110)상에 배치되는 박막트랜지스터와 각종 배선은 포토공정에 의해 형성되지만, 마이크로LED(140R, 140G, 140B)는 별도의 공정에 의해 제작되며, 별도로 제작된 마이크로 LED(140R, 140G, 140B)를 기판(110) 상에 전사(transfer)함으로써 표시장치가 제작된다.
- [0027] 마이크로LED(140)는 10~100 μ m 크기의 LED로서, Al, Ga, N, P, As In 등의 무기물체료를 사파이어기판 또는 실리콘기판 위에 복수개 박막성장시킨 후, 상기 사파이어기판 또는 실리콘기판을 절단 분리함으로써 형성될 수 있다. 이와 같이, 마이크로LED(140)는 미세한 크기로 형성되므로, 플라스틱과 같이 플렉서블한 기판에 전사할 수 있게 되어 플렉서블한 표시장치의 제작이 가능하게 된다. 또한, 마이크로LED(140)는 유기발광층과는 달리 무기물질을 박막성장시켜 형성하므로, 제조공정이 단순하고 수율이 향상된다. 그리고, 날개로 분리된 마이크로 LED(140)를 대면적 기판(110)상에 단순히 전사하므로, 대면적 표시장치의 제작이 가능하게 된다. 더욱이, 무기물체료로 이루어진 마이크로LED(140)는 유기발광물질에 의해 제작된 LED에 비해 휘도가 높고 수명이 길며, 단가가 낮다는 장점이 있다.
- [0028] 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 기판(110)에는 복수의 게이트 라인과 데이터라인이 수직 및 수평방향으로 배치되어 매트릭스형상의 복수의 화소영역(P)을 정의한다. 이때, 상기 게이트라인 및 데이터라인은 마이크로 LED(140)와 접속되며, 상기 게이트라인 및 데이터라인의 단부에는 각각 외부와 연결되는 게이트패드 및 데이터 패드가 구비되어, 외부의 신호가 상기 게이트라인 및 데이터라인을 통해 마이크로LED(140)에 인가됨으로써 상기 마이크로LED(140)가 동작하여 발광하게 된다.
- [0029] 도 2은 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치(100)의 구조를 구체적으로 나타내는 단면도이다.
- [0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 기판(110)의 표시영역에는 박막트랜지스터(TFT)가 배치되고 패드영역에는 패드(152)가 배치된다. 상기 기판(110)은 유리와 같이 투명한 물질로 구성되지만, 이에 한정되는 것이 아니라 투명한 다양한 물질로 구성될 수 있다. 또한, 상기 기판(110)은 플렉서블한 투명물질로 구성될 수도 있다.
- [0031] 상기 박막트랜지스터(TFT)는 기판(110) 상에 형성된 게이트전극(101)과, 상기 기판(110) 전체 영역에 걸쳐 형성되어 게이트전극(101)을 덮는 게이트절연층(112)과, 상기 게이트절연층(112) 위에 형성된 반도체층(103)과, 상기 반도체층(103) 위에 형성된 소스전극(105) 및 드레인전극(107)으로 구성된다.
- [0032] 상기 게이트전극(101)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al 또는 Al합금 등의 금속 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있으

며, 게이트절연층(112)은 SiO_x 또는 SiN_x 와 같은 무기절연물질로 이루어진 단일층 또는 SiO_x 및 SiN_x 으로 이루어진 복수의 층으로 이루어질 수 있다.

- [0033] 반도체층(103)은 비정질실리콘과 같은 비정질반도체로 구성될 수도 있고, IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), TiO_2 , ZnO , WO_3 , SnO_2 와 같은 산화물반도체로 구성될 수 있다. 산화물반도체로 반도체층(103)을 형성하는 경우, 박막트랜지스터(TFT)의 크기를 감소시킬 수 있고 구동전력을 감소시킬 수 있고 전기이동도를 향상시킬 수 있게 된다. 물론, 본 발명에서는 박막트랜지스터의 반도체층이 특정 물질에 한정되는 것이 아니라, 현재 박막트랜지스터에 사용되는 모든 종류의 반도체물질을 사용할 수 있을 것이다.
- [0034] 상기 소스전극(105) 및 드레인전극(107)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al, Al합금 등과 같은 금속 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다. 이때, 상기 드레인전극(107)은 마이크로LED에 신호를 인가하는 제1전극으로 작용한다.
- [0035] 한편, 도면에서는 박막트랜지스터(TFT)가 바텀게이크(bottom gate)방식 박막트랜지스터지만, 본 발명이 이러한 특정 구조의 박막트랜지스터에 한정되는 것이 아니라 탑게이트(top gate)방식 박막트랜지스터와 같이 다양한 구조의 박막트랜지스터가 적용될 수 있을 것이다.
- [0036] 상기 패드영역에 배치되는 패드(152)는 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al 또는 Al합금 등의 금속 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있다. 이때 상기 패드(152)는 박막트랜지스터(TFT)의 게이트전극(101)과 다른 공정에 의해 형성될 수 있지만, 공정의 단순화를 위해서는 상기 패드(152)를 게이트전극(101)과 동일한 공정에서 형성하는 것이 바람직할 것이다.
- [0037] 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 패드는 게이트절연층(112) 위에 형성될 수 있다. 이때, 상기 패드는 박막트랜지스터(TFT)의 소스전극(105) 및 드레인전극(107)과 다른 공정에 의해 형성될 수 있지만, 공정의 단순화를 위해서는 상기 패드를 소스전극(105) 및 드레인전극(107)과 동일한 공정에서 형성하는 것이 바람직할 것이다.
- [0038] 또한, 표시영역의 게이트절연층(114) 위에는 제2전극(109)이 형성된다. 이때, 상기 제2전극(109)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al 또는 Al합금 등의 금속 또는 이들의 합금으로 형성될 수 있으며, 제2전극(107)(즉, 박막트랜지스터의 드레인전극)과 동일한 공정에 의해 형성될 수 있다.
- [0039] 상기 박막트랜지스터(TFT)가 형성된 기판(110) 위에는 제1절연층(114)이 형성되며, 표시영역의 상기 제1절연층(114) 위에 마이크로LED(140)가 배치된다. 이때, 도면에서는 상기 제1절연층(114)의 일부가 제거되고 상기 제거된 영역에 마이크로LED(140)가 배치되지만, 상기 제1절연층(114)이 제거되지 않을 수도 있다. 상기 제1절연층(114)은 포토아크릴과 같은 유기층으로 구성될 수도 있고, 무기층/유기층으로 구성될 수도 있으며 무기층/유기층으로 구성될 수도 있다.
- [0040] 상기 마이크로LED(140)는 III-V족 질화물 반도체물질을 주로 사용하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] 도 3은 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치의 마이크로LED(140)의 구조를 나타내는 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 마이크로LED(140)는 도핑되지 않은 GaN층(144), 상기 GaN층(144) 위에 배치된 n-형 GaN층(145), 상기 n-형 GaN층(145) 위에 배치된 다중양자우물(Multi-Quantum-Well: MQW) 구조를 가진 활성층(146), 상기 활성층(145) 위에 배치된 p-형 GaN층(147), 투명도전성물질로 형성되어 상기 p-형 GaN층(147) 위에 배치되는 오믹접촉층(148), 상기 오믹접촉층(148)의 일부와 접촉되는 p-형 전극(141), 상기 활성층(146), p-형 GaN층(147) 및 오믹접촉층(148)의 일부를 식각하여 노출되는 n-형 GaN층(145)의 일부와 접촉되는 n-형 전극(143)으로 구성된다.
- [0042] 상기 n-형 GaN층(145)은 활성층(146)에 전자를 공급하기 위한 층으로, GaN 반도체층에 Si와 같은 n-형 불순물을 도핑함으로써 형성된다.
- [0043] 상기 활성층(146)은 주입되는 전자와 정공이 결합되어 광을 발산하는 층이다. 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 활성층(146)의 다중양자우물구조는 복수의 장벽층과 우물층이 교대로 배치되며, 상기 우물층은 InGaN층으로 구성되고 장벽층은 GaN으로 구성되지만 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 상기 p-형 GaN층(147)은 활성층(146)에 정공을 주입하기 위한 층으로, GaN 반도체층에 Mg, Zn 및 Be와 같은 p-형 불순물이 도핑되어 형성된다.
- [0045] 상기 오믹접촉층(148)은 p-형 GaN층(147)과 p-형 전극(141)을 오믹접촉(ohmic contact)시키기 위한 것으로, ITO(Indium Tin Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide)와 같은 투명한 금속산화물을 사용할 수 있다.

- [0046] 상기 p-형 전극(141)과 n-형 전극(143)은 Ni, Au, Pt, Ti, Al, Cr 중 적어도 하나의 금속 또는 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있다.
- [0047] 이러한 구조의 마이크로LED(140)에서 p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)에 전압이 인가됨에 따라 n-형 GaN층(145) 및 p-형 GaN층(147)으로부터 활성층(145)으로 각각 전자 및 정공이 주입되면, 상기 활성층(146) 내에는 여기자(exciton)가 생성되며 이 여기자가 소멸(decay)함에 따라 발광층의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)와 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 차이에 해당하는 광이 발생하게 되어 외부로 발산하게 된다.
- [0048] 이때, 마이크로LED(140)에서 발광하는 광의 파장은 활성층(146)의 다중양자우물구조의 장벽층의 두께를 조절함으로써 조절할 수 있게 된다.
- [0049] 상기 마이크로LED(140)는 약 10-100 μ m 크기로 형성된다. 도면에 도시하지 않았지만, 상기 마이크로LED(140)는 기판 위에 버퍼층을 형성하고 상기 버퍼층 위에 GaN 박막을 성장함으로써 제작된다. 이때, GaN 박막의 성장을 위한 기판으로는 사파이어(sapphire), 실리콘(si), GaN, 실리콘 카바이드(SiC), 갈륨비소(GaAs), 산화아연(ZnO) 등이 사용될 수 있다.
- [0050] 또한, 버퍼층은 GaN 박막성장용 기판이 GaN기판이 아닌 다른 물질로 이루어진 경우, 기판상에 에피(Epi)층인 n-GaN층(120)을 직접 성장시킬 때 발생하는 격자부정합에 의한 품질저하를 방지하기 위한 것으로, AlN 또는 GaN 등이 사용될 수 있다.
- [0051] 상기 n-형 GaN층(145)은 불순물이 도핑되지 않은 GaN층(144)을 성장시킨 후, 상기 도핑되지 않은 박막의 상부에 Si와 같은 n형 불순물을 도핑함으로써 형성될 수 있다. 또한, p-형 GaN층(147)은 도핑되지 않은 GaN박막을 성장시킨 후 Mg, Zn, Be 등의 p-형 불순물을 도핑함으로써 형성할 수 있다.
- [0052] 도면에서는 특정 구조의 마이크로LED(140)가 제1절연층(114) 위에 배치되지만, 본 발명이 이러한 특정구조의 마이크로LED(140)만 한정되는 것이 아니라 수직구조 마이크로LED 및 수평구조 마이크로LED와 같이 다양한 구조의 마이크로LED를 적용할 수 있을 것이다.
- [0053] 다시, 도 2를 참조하면, 상기 마이크로LED(140)가 실장된 제1절연층(114) 위에는 제2절연층(116)이 형성된다. 이때, 상기 제2절연층(116)은 포토아크릴과 같은 유기층으로 구성될 수도 있고, 무기층/유기층으로 구성될 수도 있으며 무기층/유기층/무기층으로 구성될 수도 있으며, 마이크로LED(140)의 상부 영역을 덮는다.
- [0054] 상기 박막트랜지스터(TFT)와 제2전극(119) 상부의 제1절연층(114) 및 제2절연층(116)에는 각각 제1컨택홀(114a) 및 제2컨택홀(114b)이 형성되어 박막트랜지스터(TFT)의 드레인전극(107)과 제2전극(119)이 각각 외부로 노출된다. 또한, 상기 마이크로LED(140)의 p-형 전극(141)과 n-형 전극(143) 상부의 제2절연층(116)에는 각각 제3컨택홀(116a) 및 제4컨택홀(116b)이 형성되어 상기 p-형 전극(141)과 n-형 전극(143)이 외부로 노출된다.
- [0055] 상기 제2절연층(116)의 상부에는 ITO, IGZO나 IGO와 같은 투명한 금속산화물로 구성된 제1연결전극(117a) 및 제2연결전극(117b)이 형성되어, 상기 제1컨택홀(114a) 및 제3컨택홀(116a)을 통해 박막트랜지스터(TFT)의 드레인전극(107)과 마이크로LED(140)의 p-형 전극(141)이 상기 제1연결전극(117a)에 의해 전기적으로 접속되며, 제2컨택홀(114b) 및 제4컨택홀(116b)을 통해 제2전극(109)과 마이크로LED(140)의 n-형 전극(143)이 상기 제2연결전극(117b)에 의해 전기적으로 접속된다.
- [0056] 또한, 상기 기판(110) 상면에는 무기물질 또/및 유기물질로 이루어진 버퍼층(118)이 형성되어 상기 마이크로LED(140)를 덮어 보호한다.
- [0057] 이하에서는 상기와 같은 마이크로LED 표시장치의 제조방법을 상세히 설명한다.
- [0058] 도 4는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치의 제조방법을 나타내는 플로우차트이다.
- [0059] 도 4에 도시된 바와 같이, 우선 유리나 플라스틱과 같은 기판(110)을 준비한 후, 사진식각공정(photolithography process)에 의해 상기 기판(110) 위에 박막트랜지스터(TFT), 게이트라인과 데이터라인과 같은 각종 배선을 형성함으로써 박막트랜지스터가 형성된 백커버(back cover)를 완성한다(S101, S102).
- [0060] 한편, 마이크로LED를 제작하기 위해, 사파이어나 실리콘과 같은 웨이퍼를 준비한 후 유기금속 화학기상증착법(Metal Organic Chemical Vapor Deposition: MOCVD)에 의한 에피택셜(epitaxial) 성장법 등에 의해 상기 웨이퍼 위에 n-형 GaN층(145), 다중양자우물구조의 활성층(146), p-형 GaN층(147)을 순차적으로 성장한다. 그 후, 옴믹 접촉층(148), p-형 전극(141), n-형 전극(143)을 형성하여 상기 웨이퍼상에 복수의 마이크로LED(140)를 형성한

다(S103). 이때, 각각의 웨이퍼상에는 동일한 컬러의 마이크로LED(140)가 형성된다.

- [0061] 이어서, 상기 웨이퍼에 형성된 마이크로LED를 도너기판으로 1차 전사한 후(S104), 상기 도너기판에 전사된 마이크로LED를 박막트랜지스터(TFT) 및 각종 배선이 형성된 백커버에 2차 전사하고(S105), 기판상에 제1연결전극(117a) 및 제2연결전극(117b)을 형성하여 사된 마이크로LED를 각종 배선과 연결하여 마이크로LED 표시장치를 완성한다(S106).
- [0062] 상기한 바와 같이, 본 발명의 마이크로LED 표시장치는 박막트랜지스터와 각종 배선이 형성되는 표시패널(100)과 마이크로LED(140)를 별도로 제작한 후, 제작된 마이크로LED(140)를 표시패널(100)에 전사함으로써 형성될 수 있다. 즉, 사파이어나 실리콘으로 이루어진 웨이퍼상에 복수의 마이크로LED(140)를 제작하여 도너기판에 1차 전사한 후 다시 도너기판에서 표시패널(100)로 2차 전사함으로써 마이크로LED 표시장치가 완성된다.
- [0063] 이와 같이, 본 발명에서는 웨이퍼에서 제작된 마이크로LED(140)를 직접 표시패널(100)로 전사하지 않고 도너기판을 거친 2차 전사에 의해 마이크로LED(140)를 표시패널(100)로 전사하는데, 그 이유는 다음과 같다.
- [0064] 도 3에 도시된 바와 같이, 웨이퍼상에 형성되는 마이크로LED(140)의 상면에는 p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)이 형성된다. 상기 마이크로LED(140)를 직접 표시패널(100)에 전사하는 경우, 마이크로LED(140)의 상면에 형성된 p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)이 표시패널(1110)의 제1절연층(114) 상면에 위치하여 상기 p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)이 외부로 노출되지 않으므로, 상기 p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)을 제1연결전극(117a) 및 제2연결전극(117b)과 전기적으로 접속할 수 없게 된다.
- [0065] 따라서, 본 발명과 같이, 도너기판을 거친 2차 전사에 의해 웨이퍼에 형성된 마이크로LED(140)를 표시패널로 전사하면, p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)이 형성된 마이크로LED(140)의 상면이 상부를 향하게 되어 상기 p-형 전극(141) 및 n-형 전극(143)에 제1연결전극(117a) 및 제2연결전극(117b)을 연결할 수 있게 된다.
- [0066] 즉, 웨이퍼에서 도너기판으로 마이크로LED(140)로 1차 전사하면 마이크로LED(140)의 상면이 도너기판의 표면에 거꾸로 배치되지만, 다시 도너기판의 마이크로LED(140)를 표시패널(100)에 2차 전사함으로써 마이크로LED(140)가 원래의 형상으로 배치된다.
- [0067] 본 발명에서는 각각의 웨이퍼에 동일한 컬러의 마이크로LED(140)를 제작한 후, 각각의 도너기판에 3개의 웨이퍼로부터 R,G,B 컬러의 마이크로LED(140)를 1차 전사한 후, 전사된 도너기판의 R,G,B컬러의 마이크로LED(140)를 표시패널(100)로 2차 전사함으로써 마이크로LED 표시장치를 제작한다.
- [0068] 특히, 본 발명에서는 컬러별로 각각 다른 웨이퍼에 마이크로LED(140)를 형성하고, 컬러별 웨이퍼와 동일한 수의 도너기판을 한 세트로 하여 웨이퍼로부터 대응하는 도너기판으로 해당 컬러의 마이크로LED(140)를 전사하고 이러한 전사를 한 세트에서 R,G,B-마이크로LED(140)를 순환 전사함으로써 마이크로LED(140)를 일괄전사할 수 있게 된다.
- [0069] 이하에서는 본 발명의 마이크로LED(140)의 전사방법을 설명한다.
- [0070] 도 5a-도 5d는 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치에서 마이크로LED를 표시패널로 전사하는 방법을 개념적으로 나타내는 도면이다.
- [0071] 우선, 도 5a에 도시된 바와 같이, 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B) 상에 각각 복수의 R-마이크로LED(140R), G-마이크로LED(140G), B-마이크로LED(140B)를 형성한 후, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제1도너기판(COD_1), 제2도너기판(COD_2), 제3도너기판(COD_3)과 정렬한다.
- [0072] 이때, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)에는 표시패널(100)에 각각 형성되는 R,G,B-마이크로LED(140R, 140B, 140G)는 마이크로LED 표시패널의 R,G,B 서브화소와 동일한 배치로 배치된다.
- [0073] 이후, 제1웨이퍼(COW_R)에서 제1도너기판(COD_1)으로 R-마이크로LED(140R)가 전사되고 제2웨이퍼(COW_G)에서 제2도너기판(COD_2)으로 G-마이크로LED(140G)가 전사되며, 제3웨이퍼(COW_B)에서 제3도너기판(COD_3)으로 B-마이크로LED(140B)가 전사된다. 이때, 상기 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 형성된 특정 컬러의 마이크로LED(140)가 표시패널의 화소피치에 대응하는 간격으로 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 전사된다. 상기 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에서 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)로의 전사는 동시에 이루어질 수 있다.
- [0074] 이러한 전사에 의해 제1도너기판(COD_1)에는 R-마이크로LED(140R)가 표시패널(100)의 화소의 피치와 동일한 피치로 배치된다. 또한, 제2도너기판(COD_2) 및 제3도너기판(COD_3)에도 G-마이크로LED(140G) 및 B-마이크로

LED(140B)가 표시패널(100)의 화소의 피치와 동일한 피치로 배치된다.

- [0075] 도면에서는 설명의 편의를 위해, 상기 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B) 각각에 배치된 마이크로LED(140)가 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)의 3매의 도너기판만 전사되는 것으로 도시되어 있지만, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B) 각각에 배치된 마이크로LED(140)가 6매나 9매 또는 그 이상의 도너기판에 전사될 수 있다. 특히, 웨이퍼에 형성되는 마이크로LED의 크기 및 피치를 조절함으로써, 수십~수백매 이상의 도너기판에 마이크로LED를 전사할 수 있게 된다.
- [0076] 이어서, 도 5b에 도시된 바와 같이, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 이동하여, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제2도너기판(COD_2), 제3도너기판(COD_3), 제1도너기판(COD_1)과 정렬한다.
- [0077] 그 후, 제1웨이퍼(COW_R)에서 제2도너기판(COD_2)으로 R-마이크로LED(140R)가 전사되고 제2웨이퍼(COW_G)에서 제3도너기판(COD_3)으로 G-마이크로LED(140G)가 전사되며, 제3웨이퍼(COW_B)에서 제1도너기판(COD_3)으로 B-마이크로LED(140B)가 전사한다. 이때, 상기 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 형성된 특정 컬러의 마이크로LED(140)중 1/3이 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로 전사된다.
- [0078] 이러한 전사에 의해 제1도너기판(COD_1)에는 B-마이크로LED(140B) 및 R-마이크로LED(140R)가 배치되고 제2도너기판(COD_2)에는 R-마이크로LED(140R) 및 G-마이크로LED(140G)가 배치되며, 제3도너기판(COD_3)에는 G-마이크로LED(140G)와 B-마이크로LED(140B)가 배치된다.
- [0079] 그 후, 도 5c에 도시된 바와 같이, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 이동하여, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제3도너기판(COD_3), 제3도너기판(COD_1), 제1도너기판(COD_2)과 정렬한다.
- [0080] 이어서, 제1웨이퍼(COW_R)에서 제3도너기판(COD_3)으로 R-마이크로LED(140R)가 전사되고 제2웨이퍼(COW_G)에서 제1도너기판(COD_1)으로 G-마이크로LED(140G)가 전사되며, 제3웨이퍼(COW_B)에서 제2도너기판(COD_2)으로 B-마이크로LED(140B)를 전사한다. 이때, 상기 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 형성된 특정 컬러의 마이크로LED(140)중 1/3이 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로 전사된다.
- [0081] 이러한 전사에 의해 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD3)에는 각각 R, G, B-마이크로LED(140R, 140G, 140B)가 차례로 배열된다. 이때, 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD3)에 전사된 R, G, B-마이크로LED(140R, 140G, 140B)가 표시패널(100)의 화소에 배치되는 R, G, B-마이크로LED(140R, 140G, 140B)와 동일한 배열 및 피치로 배치된다.
- [0082] 그 후, 도 5d에 도시된 바와 같이, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD3)을 복수의 영역을 포함하는 기판(110) 상에 배치한 후, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD3)의 R, G, B-마이크로LED(140R, 140G, 140B)를 기판(110)의 제1-3영역에 각각 2차 전사한다. 이때, 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD3)의 R, G, B-마이크로LED(140R, 140G, 140B)을 기판(110)에 동시에 전사할 수 있다.
- [0083] 이어서, 상기와 같은 과정을 되풀이하여 기판(110)의 전체 영역에 R, G, B-마이크로LED(140R, 140G, 140B)를 전사함으로써 마이크로LED가 제작된다.
- [0084] 상술한 바와 같이, 본 발명에서는 각각의 웨이퍼에 동일한 컬러의 마이크로LED(140)를 형성하고, 컬러별 웨이퍼와 동일한 수의 도너기판을 한 세트로서 하여, 복수의 웨이퍼의 마이크로LED(140)를 컬러별로 순환하여 도너기판으로 전사함으로써 도너기판상에 표시패널의 배열과 동일한 배열을 가진 마이크로LED를 배치할 수 있게 된다. 따라서, 본 발명의 마이크로LED 표시장치에서는 3개의 웨이퍼로부터 순환하면서 동시에 3개의 도너기판에 마이크로LED(140)를 전사하므로, 신속하고 효율적인 마이크로LED(140)의 전사가 가능하게 되고 전사공정의 택타임을 감축할 수 있게 된다.
- [0085] 통상적으로 하나의 웨이퍼에 형성된 특정 컬러의 마이크로LED(140)는 모두 하나의 도너기판에 전사될 수 있다. 따라서, 이 경우 도너기판에는 모두 동일한 컬러의 마이크로LED가 전사되므로, 표시패널(100)의 복수의 영역 각각에는 3매의 도너기판으로부터 R, G, B 마이크로LED(140)가 전사되어야만 한다.
- [0086] 다시 말해서, 본 발명에서는 복수의 웨이퍼와 도너기판을 한세트로서 하여 순환 전사에 의해 복수의 웨이퍼에 형성된 마이크로LED(140)를 도너기판에 동시에 일괄적으로 전사하고 전사된 도너기판의 마이크로LED를 한꺼번에 2차 전사하는데 반해, 통상적인 방법에서는 표시패널(100)의 각각의 영역에 도너기판으로부터 3번의 전사과정을 거쳐 R, G, B 마이크로LED(140)를 전사해야만 한다.

- [0087] 따라서, 본 발명의 마이크로LED 표시장치에서 효율적인 마이크로LED의 전사가 가능하고 택타임(tack time)도 대폭 감소시킬 수 있게 된다.
- [0088] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명에 따른 마이크로LED(140)의 순환 전사를 좀더 자세히 설명한다.
- [0089] 도 6은 본 발명을 제작하기 위한 웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B) 및 도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)을 나타내는 도면이다.
- [0090] 도 6에 도시된 바와 같이, 제1웨이퍼(COW_R)에는 복수의 R-마이크로LED(140R)가 형성되고 제2웨이퍼(COW_G)에는 복수의 G-마이크로LED(140G)가 형성되며, 제3웨이퍼(COW_B)에는 복수의 B-마이크로LED(140B)가 배치된다. 이때, 상기 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 각각 배치된 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단부는 일정 거리(s) 이격되어 형성된다. 이때, 거리 s는 표시패널(100)의 R, G, B서브화소 사이의 간격일 수 있다.
- [0091] 또한, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에는 각각 3개씩의 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)가 좌우영역에 배치된다. 상기 제1웨이퍼(COW_R)의 좌측영역 제3웨이퍼정렬키(210c)는 첫번째 R-마이크로LED(140R)로부터 R거리 이격되어 배치되며, 이때 R은 화소의 피치(P)(또는 일군의 R, G, B 마이크로LED의 피치) 보다 크다($R > P$). 제1웨이퍼(COW_R)의 우측영역 제1웨이퍼정렬키(210a)는 마지막 R-마이크로LED(140R)로부터 R거리 이격되어 배치된다.
- [0092] 또한, 제2웨이퍼(COW_G)의 좌측영역 제3웨이퍼정렬키(210c)는 첫번째 G-마이크로LED(140G)로부터 $G=R+P$ 거리 이격되어 배치되며, 제2웨이퍼(COW_G)의 우측영역 제1웨이퍼정렬키(210a)는 마지막 G-마이크로LED(140G)로부터 $(R-S)+P$ 거리 이격되어 배치된다.
- [0093] 그리고, 제3웨이퍼(COW_B)의 좌측영역 제3웨이퍼정렬키(210c)는 첫번째 B-마이크로LED(140B)로부터 $B=G+P=R+P$ 거리 이격되어 배치되며, 제3웨이퍼(COW_B)의 우측영역 제1웨이퍼정렬키(210a)는 마지막 B-마이크로LED(140B)로부터 $(R-2S)+P+P$ 거리 이격되어 배치된다.
- [0094] 다시 말해서, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 형성되는 웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)는 다른 웨이퍼에 대하여 표시패널의 화소의 피치(P) 만큼 이격되어 형성된다.
- [0095] 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3) 각각의 좌우영역에는 3개씩의 제1-3도너정렬키(220a, 220b, 220c)가 배치된다. 이때, 상기 동일한 도너기판에 형성되는 제1-3도너정렬키(220a, 220b, 220c)는 서로 P 거리 이격되어 배치되며, 서로 다른 도너기판에 대해서는 동일한 위치에 형성된다.
- [0096] 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 각각 형성되는 제1도너정렬키(220a)는 제3웨이퍼(COW_B)의 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)와 정렬되어 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 B-마이크로LED(140B)를 전사할 때 제3웨이퍼(COW_B)를 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)과 정렬시킨다. 즉, 상기 제1도너정렬키(220a)는 B-마이크로LED(140B) 전사용 정렬키이다.
- [0097] 또한, 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 각각 형성되는 제2도너정렬키(220b)는 제2웨이퍼(COW_G)의 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)와 정렬되어 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 G-마이크로LED(140G)를 전사할 때 제2웨이퍼(COW_G)를 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)과 정렬시킨다. 즉, 상기 제2도너정렬키(220b)는 G-마이크로LED(140G) 전사용 정렬키이다.
- [0098] 그리고, 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 각각 형성되는 제3도너정렬키(220c)는 제1웨이퍼(COW_R)의 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)와 정렬되어 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에 R-마이크로LED(140R)를 전사할 때 제1웨이퍼(COW_R)를 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)과 정렬시킨다. 즉, 상기 제3도너정렬키(220c)는 R-마이크로LED(140R) 전사용 정렬키이다.
- [0099] 도면에서는 상기 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)는 돌기형으로 형성되고 제1-3도너정렬키(220a, 220b, 220c)는 얇은 막형상으로 형성되지만, 상기 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c) 및 제1-3도너정렬키(220a, 220b, 220c)가 모두 돌기형으로 형성될 수도 있고 얇은 막형상으로 형성될 수도 있다. 또한, 상기 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c) 및 제1-3도너정렬키(220a, 220b, 220c)가 서로 대응하는 돌기부 및 오목부 형상으로 형성될 수도 있다. 다시 말해서, 상기 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c) 및 제1-3도너정렬키(220a, 220b, 220c)는 다양한 형상으로 구성될 수 있다.
- [0100] 도 7a-도 7h는 도 6에 도시된 웨이퍼와 도너기판을 이용하여 기판에 마이크로LED를 전사하는 방법을 구체적으로 나타내는 도면이다.
- [0101] 우선, 도 7a에 도시된 바와 같이, 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B) 상에 각각 복수의 R-

마이크로LED(140R), G-마이크로LED(140G), B-마이크로LED(140B)를 형성한 후, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제1도너기판(COD_1), 제2도너기판(COD_G2), 제3도너기판(COD_3)과 정렬한 후, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제1도너기판(COD_1), 제2도너기판(COD_G2), 제3도너기판(COD_3)과 접촉시킨다.

[0102] 이때, 상기 제1웨이퍼(COW_R)의 제1웨이퍼정렬키(210a)와 제1도너기판(COD_1)의 제3도너정렬키(220c)를 정렬하여 상기 제1웨이퍼(COW_R)와 제1도너기판(COD_1)을 정렬하며, 상기 제2웨이퍼(COW_R)의 제1웨이퍼정렬키(210a)와 제2도너기판(COD_2)의 제2도너정렬키(220b)를 정렬하여 상기 제2웨이퍼(COW_G)와 제2도너기판(COD_2)을 정렬한다. 또한, 상기 제3웨이퍼(COW_B)의 제1웨이퍼정렬키(210a)와 제3도너기판(COD_3)의 제1도너정렬키(220a)를 정렬하여 상기 제3웨이퍼(COW_B)와 제3도너기판(COD_3)을 정렬한다.

[0103] 이어서, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제1도너기판(COD_1), 제2도너기판(COD_G2), 제3도너기판(COD_3)과 접촉시킨 상태에서, 레이저장비(240)에 의한 레이저 리프트오프(laser lift-off)법을 이용하여 제1웨이퍼(COW_R)의 제1웨이퍼정렬키(210a)와 R-마이크로LED(140R)의 일부를 제1도너기판(COD_1)에 전사하고 제2웨이퍼(COW_G)의 제1웨이퍼정렬키(210a)와 G-마이크로LED(140G)의 일부를 제2도너기판(COD_2)에 전사하며, 제3웨이퍼(COW_B)의 제1웨이퍼정렬키(210a)와 B-마이크로LED(140B)의 일부를 제3도너기판(COD_3)에 전사한다.

[0104] 도면에서는 웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)와 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 리프트오프가 다른 레이저장비를 동시에 조사함으로써 이루어지지만, 하나의 레이저장비로 웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)를 조사한 후 상기 레이저장비를 이동하여 마이크로LED(140R, 140G, 140B)를 조사할 수도 있다. 또한, 상기 웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)와 마이크로LED(140R, 140G, 140B)가 레이저 리프트오프가 아닌 다양한 방법으로 전사될 수도 있을 것이다.

[0105] 그 후, 도 7b에 도시된 바와 같이, 제1-3웨이퍼기판(COW_R, COW_G, COW_B)을 각각 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로부터 분리하여 상기 제1도너기판(COD_1)에 표시패널의 화소의 피치(P)의 간격으로 R-마이크로LED(140R)를 배치하고 제2도너기판(COD_2)에 화소의 피치(P)의 간격으로 G-마이크로LED(140G)를 배치하며, 제3도너기판(COD_3)에 화소의 피치(P)의 간격으로 B-마이크로LED(140B)를 배치한다.

[0106] 이때, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 각각 형성되는 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단들은 웨이퍼 사이에서 s만큼 이동하여 형성되므로, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로 각각 전사되는 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단들도 도너기판 사이에서 s만큼 이격되어 배치된다.

[0107] 이어서, 도 7c에 도시된 바와 같이, 상기 제2웨이퍼(COW_G)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 제1도너기판(COD_1)의 제2도너정렬키(220b)를 정렬하여 상기 제2웨이퍼(COW_G)와 제1도너기판(COD_1)을 정렬하며, 상기 제3웨이퍼(COW_B)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 제2도너기판(COD_2)의 제1도너정렬키(220a)를 정렬하여 상기 제3웨이퍼(COW_B)와 제2도너기판(COD_2)을 정렬한다. 또한, 상기 제1웨이퍼(COW_R)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 제3도너기판(COD_3)의 제3도너정렬키(220c)를 정렬하여 상기 제1웨이퍼(COW_R)와 제3도너기판(COD_3)을 정렬한다.

[0108] 이어서, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제1도너기판(COD_1), 제2도너기판(COD_G2), 제3도너기판(COD_3)과 접촉시킨 상태에서, 레이저장비(240)에 의한 레이저 리프트오프법을 이용하여 제2웨이퍼(COW_G)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 G-마이크로LED(140G)의 일부를 제1도너기판(COD_1)에 전사하고 제3웨이퍼(COW_B)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 B-마이크로LED(140B)의 일부를 제2도너기판(COD_2)에 전사하며, 제1웨이퍼(COW_R)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 R-마이크로LED(140R)의 일부를 제3도너기판(COD_3)에 전사한다.

[0109] 그 후, 도 7d에 도시된 바와 같이, 제1-3웨이퍼기판(COW_R, COW_G, COW_B)을 각각 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로부터 분리하여 상기 제1도너기판(COD_1)에 화소의 피치(P)의 간격으로 G-마이크로LED(140G)를 배치하고 제2도너기판(COD_2)에 화소의 피치(P)의 간격으로 B-마이크로LED(140G)를 배치하며, 제3도너기판(COD_3)에 화소의 피치(P)의 간격으로 R-마이크로LED(140R)를 배치한다.

[0110] 이때, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 각각 형성되는 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단들은 웨이퍼 사이에서 s만큼 이동하여 형성되므로, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로 각각 전사되는 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단들도 도너기판 사이에서 s만큼 이격되어 배치된다.

[0111] 따라서, 제1도너기판(COD_1)에는 R, G마이크로LED(140R, 140G)가 배치되고 제2도너기판(COD_2)에는 G, B마이크로LED(140G, 140B)가 배치되며, 제3도너기판(COD_3)에는 B, R마이크로LED(140B, 140R)가 배치된다. 이때, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3) 각각에 인접하여 배치된 서로 다른 컬러의 마이크로LED는 s의 간격으로 배치되고, 동

일한 컬러의 마이크로LED는 p의 간격으로 배치된다.

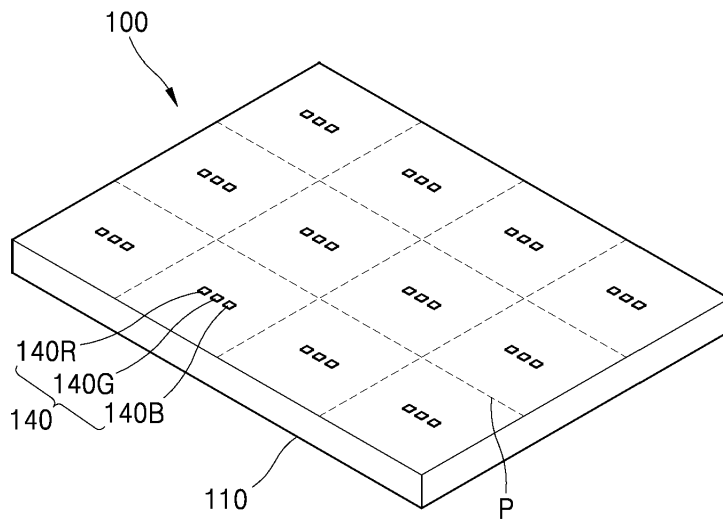
- [0112] 이어서, 도 7e에 도시된 바와 같이, 상기 제3웨이퍼(COW_B)의 제3웨이퍼정렬키(210c)와 제1도너기판(COD_1)의 제1도너정렬키(220a)를 정렬하여 상기 제3웨이퍼(COW_B)와 제1도너기판(COD_1)을 정렬하며, 상기 제1웨이퍼(COW_R)의 제3웨이퍼정렬키(210c)와 제2도너기판(COD_2)의 제3도너정렬키(220c)를 정렬하여 상기 제1웨이퍼(COW_R)와 제2도너기판(COD_2)을 정렬한다. 또한, 상기 제2웨이퍼(COW_G)의 제2웨이퍼정렬키(210b)와 제3도너기판(COD_3)의 제2도너정렬키(220b)를 정렬하여 상기 제2웨이퍼(COW_G)와 제3도너기판(COD_3)을 정렬한다.
- [0113] 이어서, 상기 제1웨이퍼(COW_R), 제2웨이퍼(COW_G), 제3웨이퍼(COW_B)를 각각 제1도너기판(COD_1), 제2도너기판(COD_2), 제3도너기판(COD_3)과 접촉시킨 상태에서, 레이저장비(240)에 의한 레이저 리프트오프법을 이용하여 제3웨이퍼(COW_G)의 제3웨이퍼정렬키(210b)와 B-마이크로LED(140B)의 일부를 제1도너기판(COD_1)에 전사하고 제1웨이퍼(COW_R)의 제3웨이퍼정렬키(210c)와 R-마이크로LED(140R)의 일부를 제2도너기판(COD_2)에 전사하며, 제2웨이퍼(COW_G)의 제3웨이퍼정렬키(210c)와 G-마이크로LED(140G)의 일부를 제3도너기판(COD_3)에 전사한다.
- [0114] 그 후, 도 7f에 도시된 바와 같이, 제1-3웨이퍼기판(COW_R, COW_G, COW_B)를 각각 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로부터 분리하여 상기 제1도너기판(COD_1)에 화소의 피치(P)의 간격으로 B-마이크로LED(140B)를 배치하고 제2도너기판(COD_2)에 화소의 피치(P)의 간격으로 R-마이크로LED(140R)를 배치하며, 제3도너기판(COD_3)에 화소의 피치(P)의 간격으로 G-마이크로LED(140G)를 배치한다.
- [0115] 이때, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에 각각 형성되는 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단들은 웨이퍼 사이에 s만큼 이동하여 형성되므로, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로 각각 전사되는 마이크로LED(140R, 140G, 140B)의 전단들도 도너기판 사이에서 s 만큼 이격되어 배치된다. 따라서, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)에는 각각 R, G, B마이크로LED(140R, 140G, 140B)가 배치된다.
- [0116] 그 후, 도 7g에 도시된 바와 같이, 제1-3웨이퍼(COW_R, COW_G, COW_B)에서 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)으로 전사된 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)를 제1기판(110)의 제1-3기판정렬키(230a, 230b, 230c)와 정렬하여, 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3)을 기판(110)에 접촉시킨 후, 도 7g에 도시된 바와 같이 레이저 리프트오프법 등에 의해 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3) 각각의 마이크로LED(140R, 140G, 140B) 및 제1-3웨이퍼정렬키(210a, 210b, 210c)를 기판(110)에 2차 전사한다.
- [0117] 이때, 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3) 각각의 마이크로LED(140R, 140G, 140B)는 기판(110)의 복수의 영역에 전사되는데, 상기 제1-3도너기판(COD_1, COD_2, COD_3) 각각의 마이크로LED(140R, 140G, 140B)가 순차적으로 기판(110)의 복수의 영역에 전사될 수도 있고 동시에 기판(110)의 복수의 영역에 전사될 수도 있을 것이다.
- [0118] 이와 같이, 본 발명에 따른 마이크로LED 표시장치에서는 컬러별로 각각 다른 웨이퍼에 마이크로LED(140)를 형성하고, 컬러별 웨이퍼와 동일한 수의 도너기판을 한 세트로 하여 웨이퍼로부터 대응하는 도너기판으로 해당 컬러의 마이크로LED(140)를 전사하고 이러한 전사를 한 세트에서 순환 전사함으로써 복수의 웨이퍼로부터 복수의 도너기판에 마이크로LED(140)를 동시에 일괄전사할 수 있게 된다. 따라서, 마이크로LED의 전사효율이 향상되고 전사 텍타임을 대폭 감소시킬 수 있게 된다.
- [0119] 이상에서 설명한 본 출원은 전술한 실시 예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 출원의 기술적 사항을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 출원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다. 그러므로, 본 출원의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 출원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

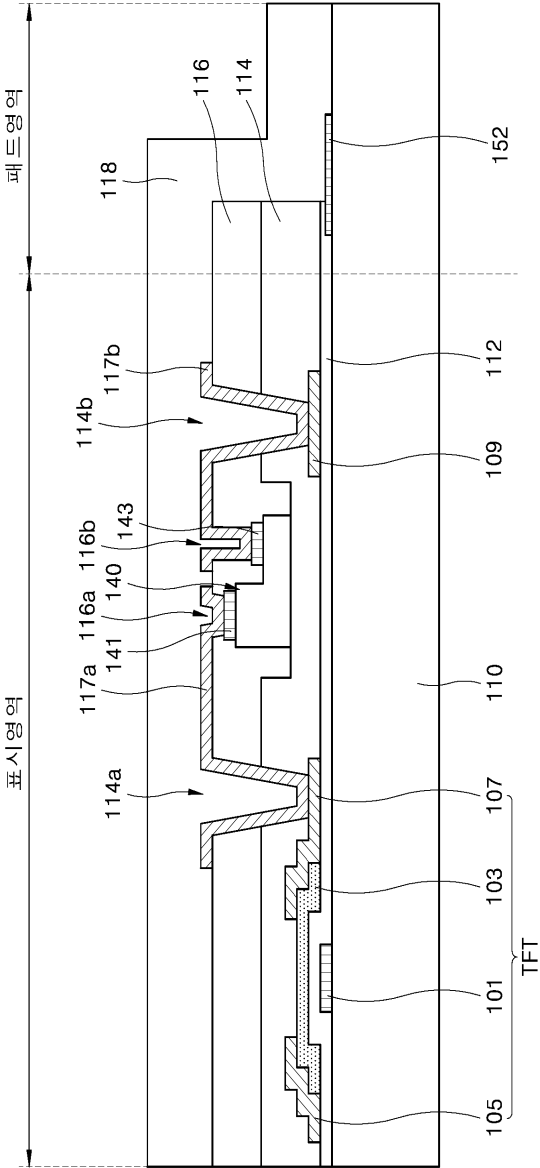
- [0120] 100: 마이크로LED 표시패널
140R, 140G, 140B: 마이크로LED
220a, 220b, 220c: 도너정렬키
240: 레이저
COD_1, COD_2, COD_3: 도너기판
110: 기판
210a, 210b, 210c: 웨이퍼정렬키
230a, 230b, 230c: 기판정렬키
COW_R, COW_G, COW_B: 웨이퍼

도면

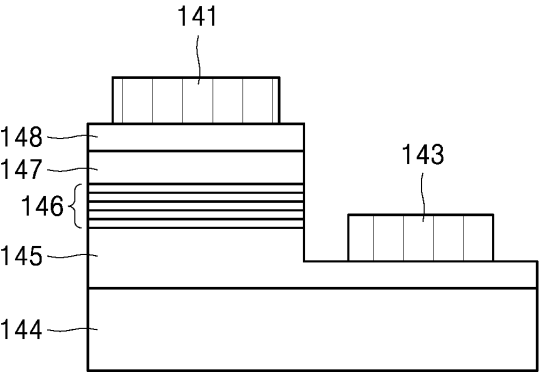
도면1



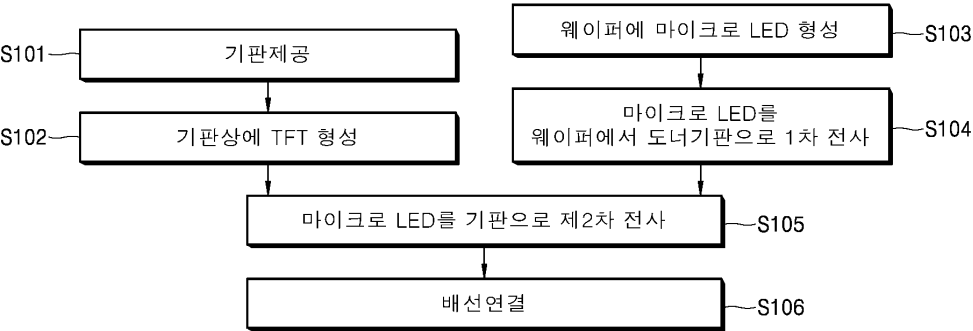
도면2



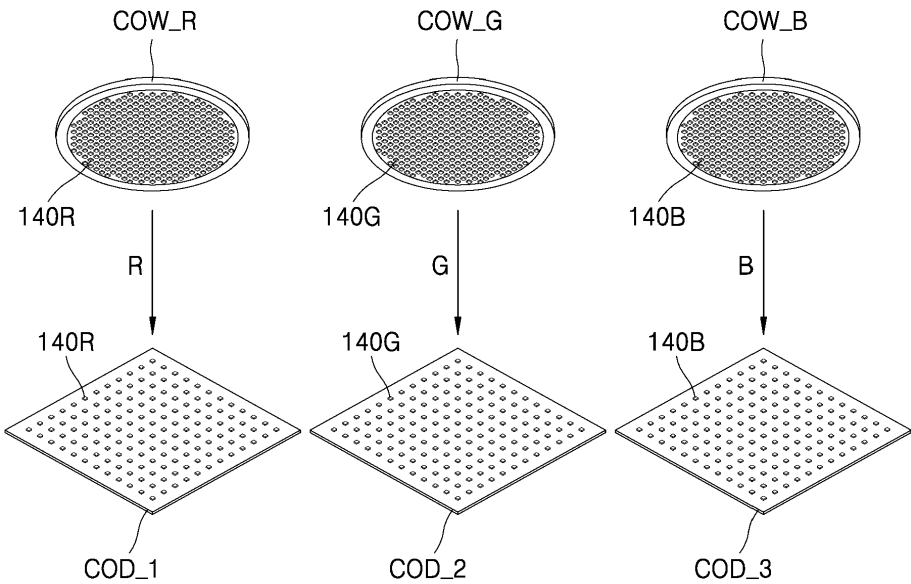
도면3



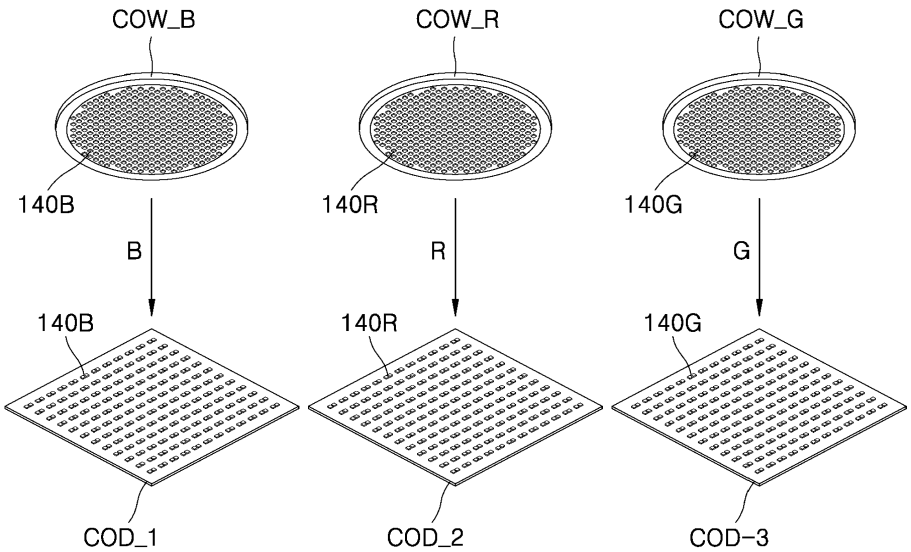
도면4



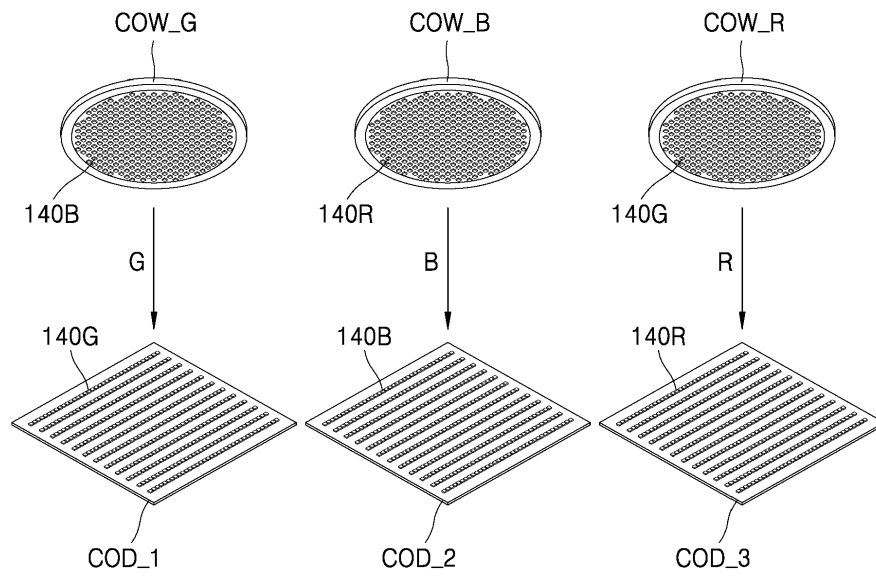
도면5a



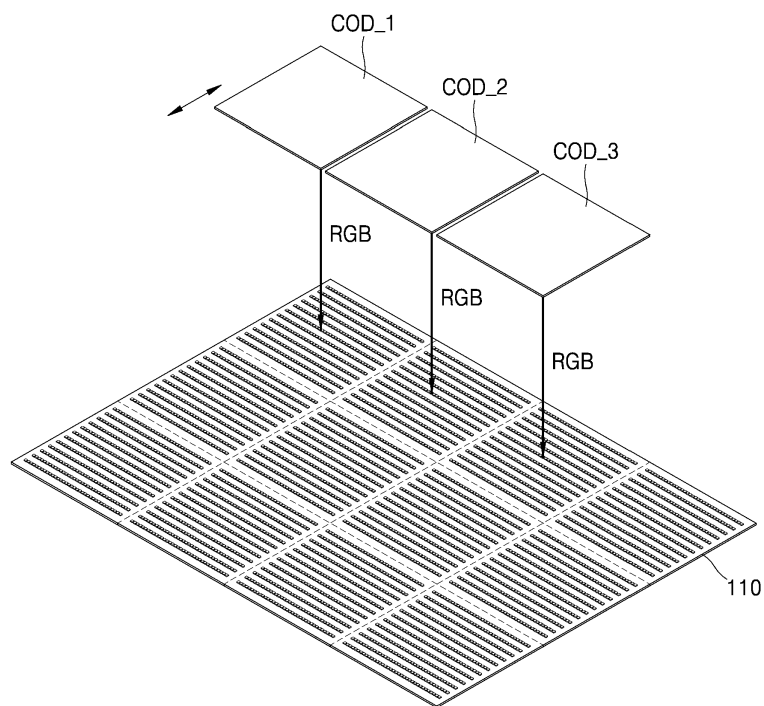
도면5b



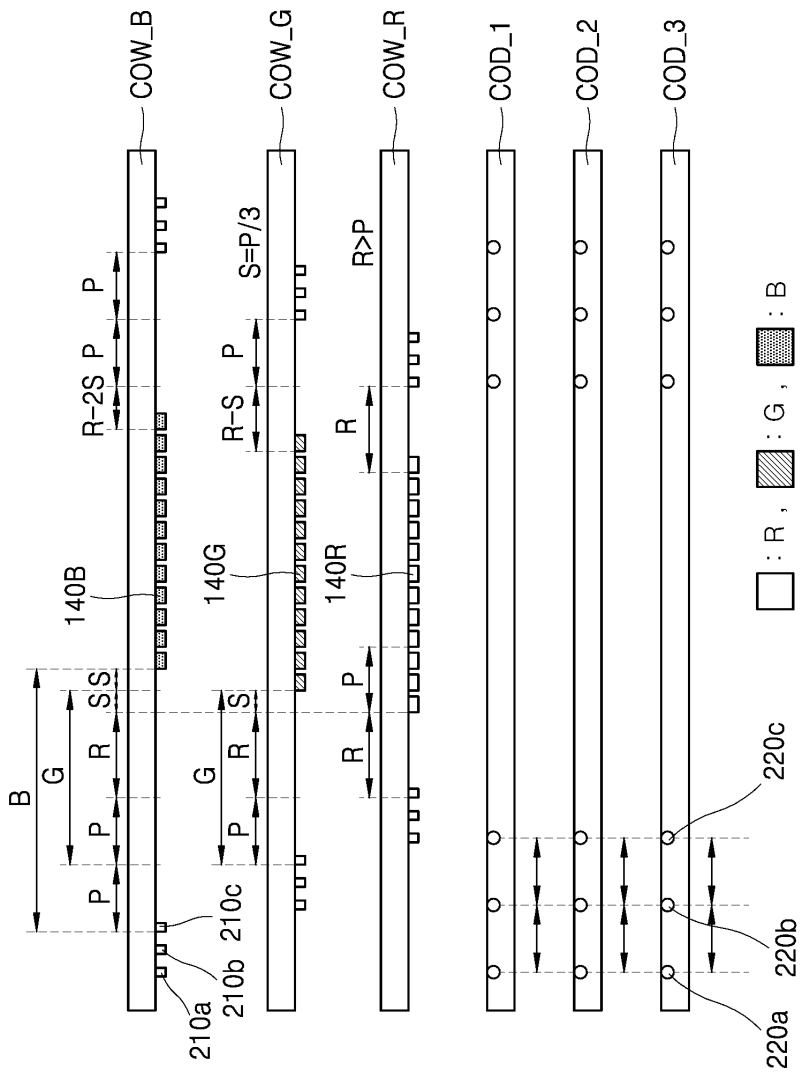
도면5c



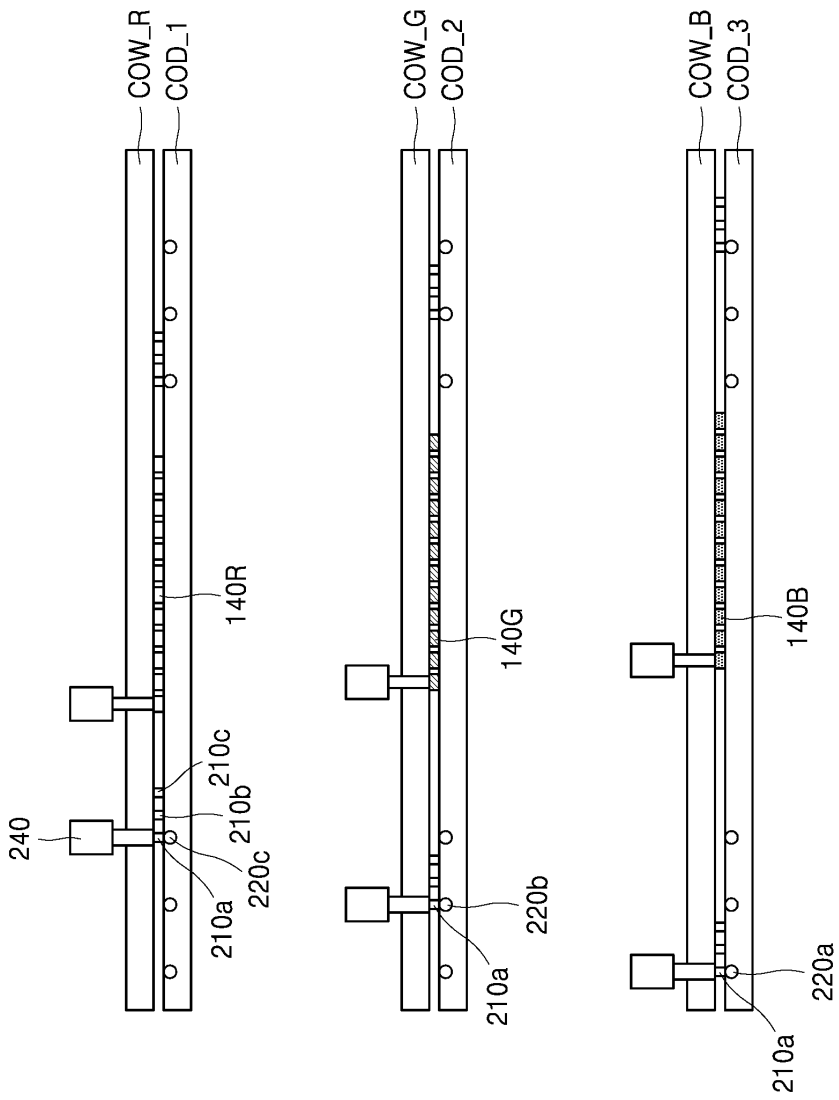
도면5d



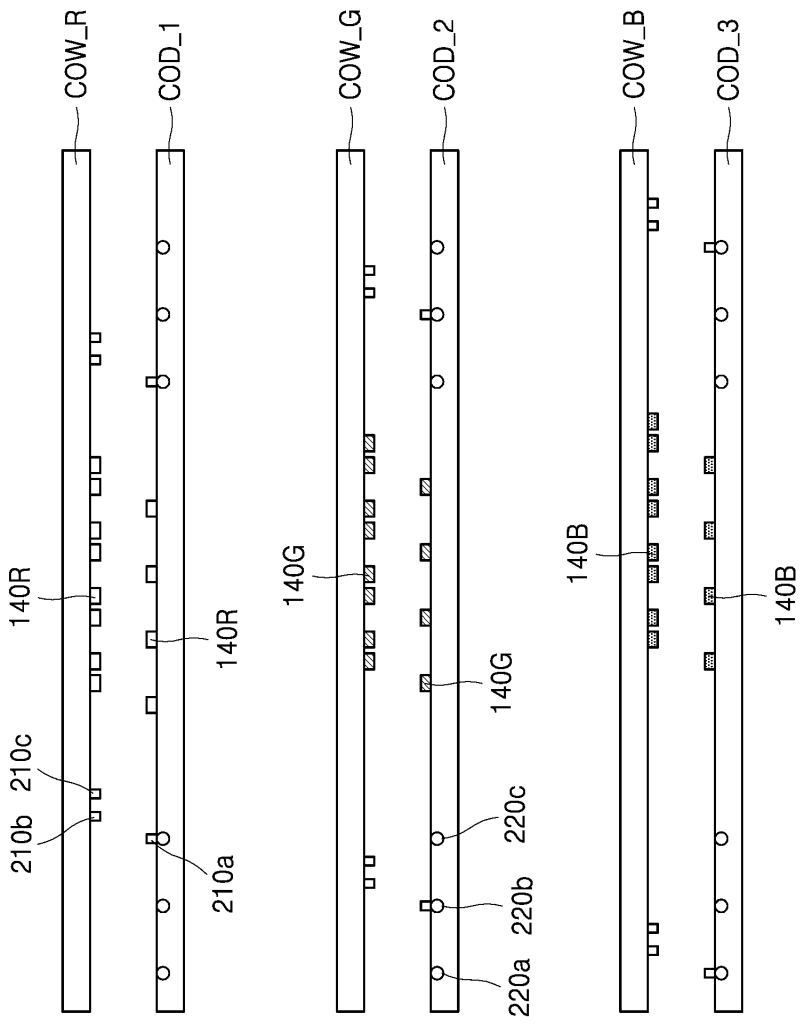
도면6



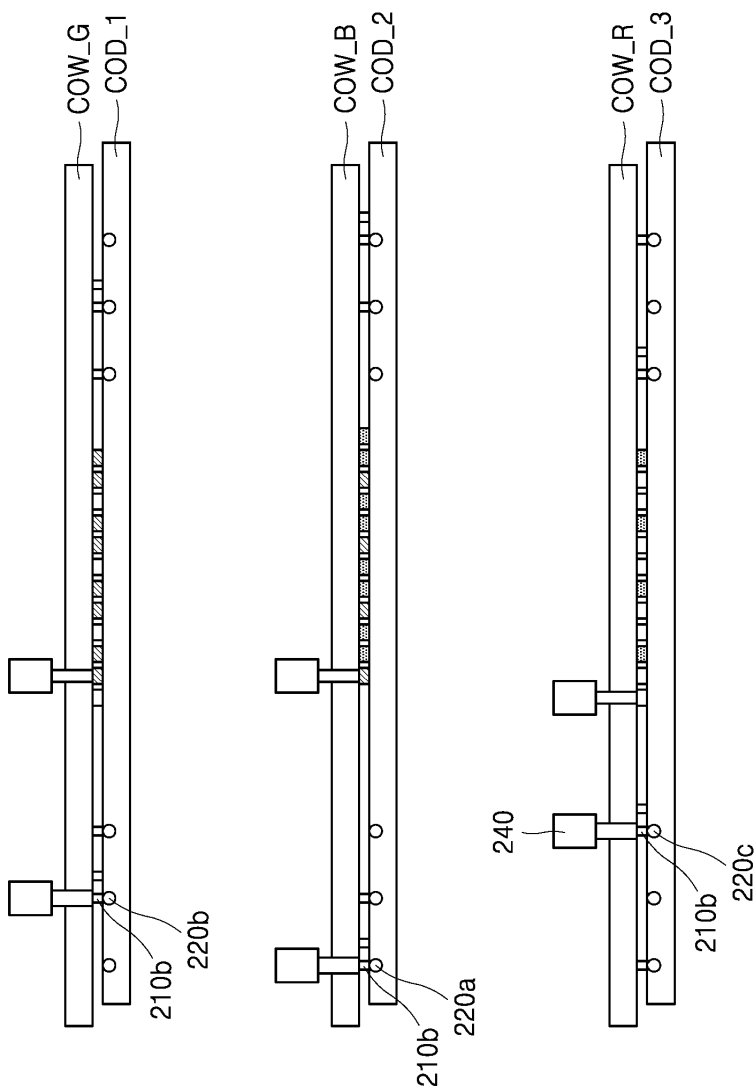
도면7a



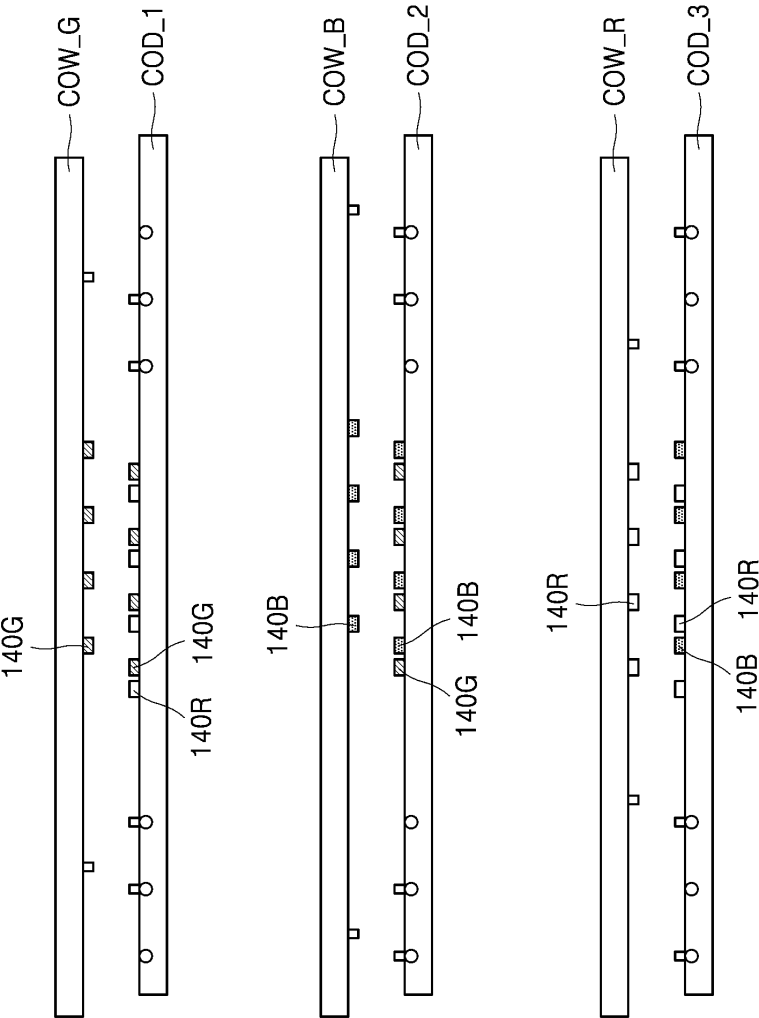
도면7b



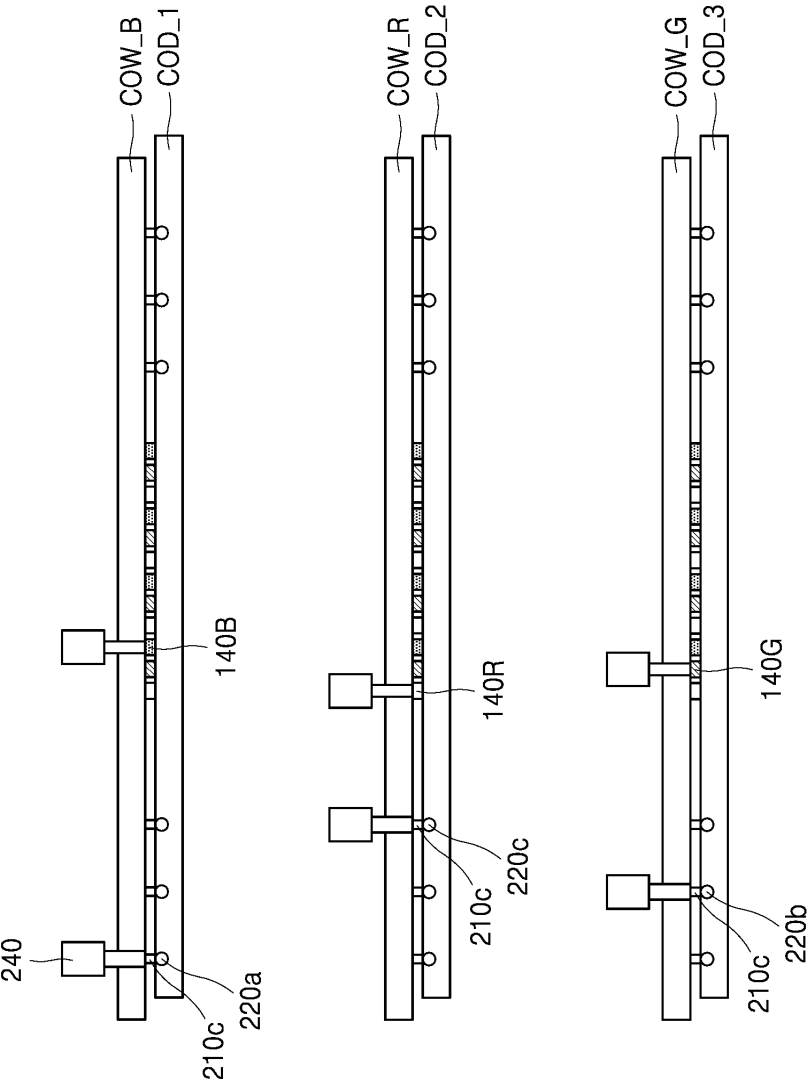
도면7c



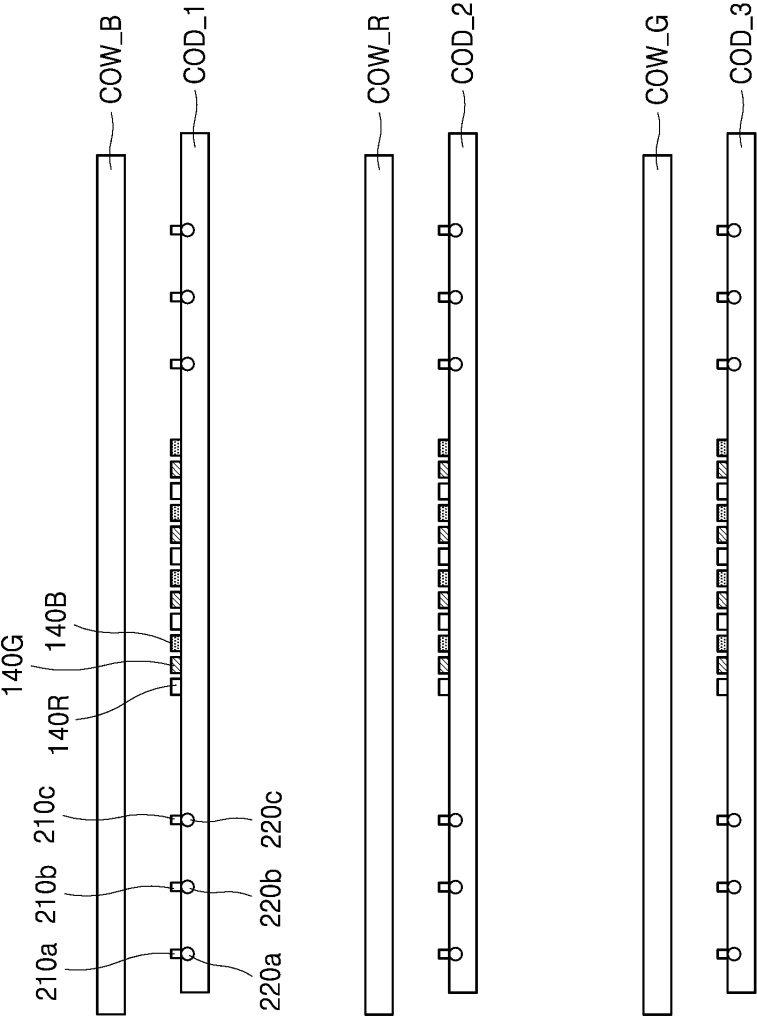
도면7d



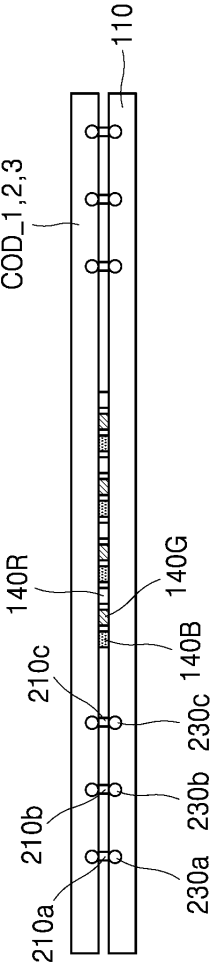
도면7e



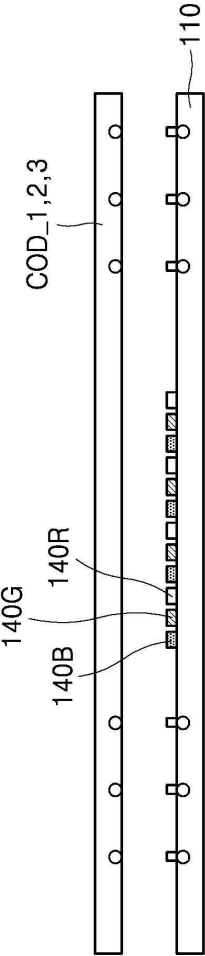
도면7f



도면7g



도면7h



专利名称(译)	微型LED显示屏的制造方法		
公开(公告)号	KR101953797B1	公开(公告)日	2019-03-04
申请号	KR1020170179953	申请日	2017-12-26
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	안충환		
发明人	안충환		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/48		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/48		
审查员(译)	以心病		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

微型LED显示装置的制造方法技术领域本发明涉及一种微型LED显示装置的制造方法，该微型LED显示装置能够在缩短节拍时间的同时提高转印效率。根据本发明的制造微型LED显示装置的方法包括：在基板上形成薄膜晶体管；以及在基板上形成薄膜晶体管。在第一至第三晶片上分别形成具有第一至第三颜色的多个微型LED；同时将第一晶片的第一彩色微型LED，第二晶片的第二彩色微型LED和第三晶片的第三彩色微型LED分别转移到第一施主基板，第二施主基板和第三施主基板；同时将第一晶片的第一彩色微型LED，第二晶片的第二彩色微型LED和第三晶片的第三彩色微型LED分别转移到第二施主基板，第三施主基板和第一施主基板；同时将第一晶片的第一彩色微型LED，第二晶片的第二彩色微型LED和第三晶片的第三彩色微型LED分别转移到第三施主基板，第一施主基板和第二施主基板；将第一至第三颜色的微型LED转移到第一至第三施主基板上。

