



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0002733
(43) 공개일자 2020년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
H01L 33/00 (2010.01) H01L 33/36 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 21/76838 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0170795
(22) 출원일자 2019년12월19일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
강은정
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
이병준
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
(74) 대리인
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 20 항

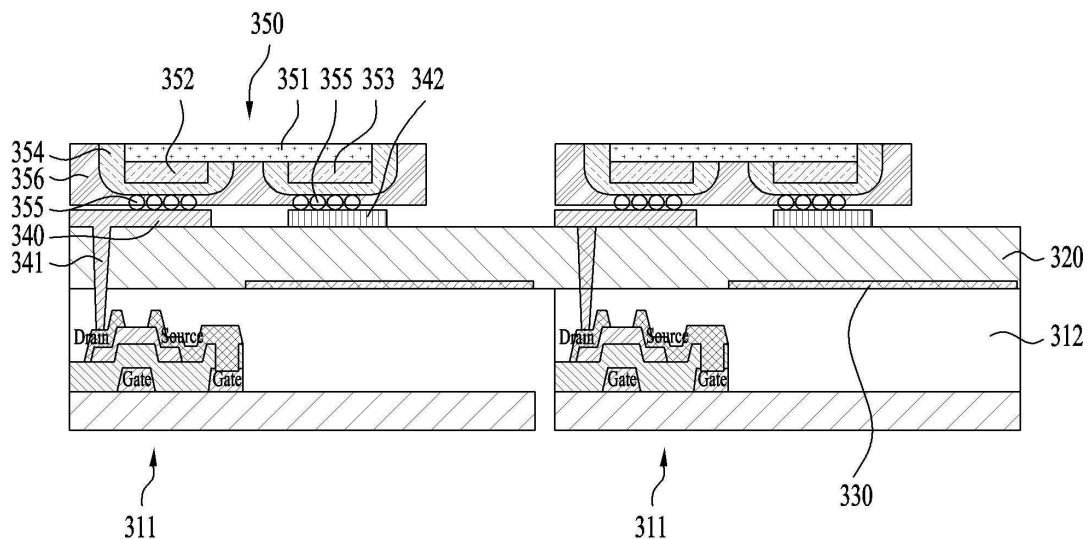
(54) 발명의 명칭 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 디스플레이 장치 관련 기술 분야에 적용 가능하며, 예를 들어 마이크로 LED(Light Emitting Diode)를 이용한 디스플레이 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 이러한 본 발명은, 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치에 있어서, 복수의 구획된 애노드 전극; 상기 애노드 전극의 일측에 위치하는 캐소드 전극; 및 상기 각각의 애

(뒷면에 계속)

대표도 - 도15



노드 전극 및 캐소드 전극과 전기적으로 연결되어 개별 서브 픽셀들을 구성하는 다수의 발광 소자 조립체를 포함할 수 있다.

이때, 상기 발광 소자 조립체는, 발광 소자; 상기 발광 소자 상에 위치하고 상기 애노드 전극과 도전볼에 의하여 전기적으로 연결되는 제1 전극; 상기 발광 소자 상에 위치하고 상기 캐소드 전극과 도전볼에 의하여 전기적으로 연결되는 제2 전극; 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 상에 서로 이격되어 위치하는 제1 접촉층; 및 상기 제1 접촉층 상에 위치하는 비 전도성의 제2 접촉층을 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/76895 (2013.01)

H01L 33/005 (2013.01)

H01L 33/36 (2013.01)

H01L 2224/0344 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

발광 소자를 이용한 디스플레이 장치에 있어서,

복수의 구획된 애노드 전극;

상기 애노드 전극의 일측에 위치하는 캐소드 전극; 및

상기 각각의 애노드 전극 및 캐소드 전극과 전기적으로 연결되어 개별 서브 픽셀들을 구성하는 다수의 발광 소자 조립체를 포함하고,

상기 발광 소자 조립체는,

발광 소자;

상기 발광 소자 상에 위치하고 상기 애노드 전극과 도전볼에 의하여 전기적으로 연결되는 제1 전극;

상기 발광 소자 상에 위치하고 상기 캐소드 전극과 도전볼에 의하여 전기적으로 연결되는 제2 전극;

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 상에 서로 이격되어 위치하는 제1 접착층; 및

상기 제1 접착층 상에 위치하는 비 전도성의 제2 접착층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 도전볼은 상기 제1 접착층 상에 국부적으로 위치하는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 도전볼은 상기 애노드 전극과 상기 제1 전극 사이, 그리고 상기 캐소드 전극과 상기 제2 전극 사이에 국부적으로 위치하는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 접착층은 전도성 접착층인 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2 접착층은, 상기 서로 이격되어 위치하는 제1 접착층을 덮는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제2 접착층은 상기 발광 소자 전체를 덮는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극은, 박막 트랜지스터 기관의 폴리머 절연층 상에 배열되어 휘어지는 디스플레이를 구현하는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 폴리머 절연층의 두께는 상기 도전볼의 지름보다 작은 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치.

청구항 9

발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 있어서,

제1 기관 상에 배열된 발광 소자의 제1 전극 및 제2 전극 상에 서로 이격된 제1 접착층 형성하는 단계;

상기 제1 접착층 상에 국부적으로 도전볼을 위치시키는 단계;

상기 도전볼 및 상기 제1 접착층 상에 제2 접착층 형성하는 단계;

상기 도전볼을 이용하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극을 제2 기관 상에 배치된 애노드 및 캐소드 전극에 접합시키는 단계; 및

상기 제1 기관을 분리하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1 접착층은 전도성 접착층인 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 제2 접착층은, 상기 서로 이격되어 위치하는 제1 접착층을 덮는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 제2 접착층은 상기 발광 소자 전체를 덮는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 13

제9항에 있어서, 상기 국부적으로 도전볼을 위치시키는 단계는, 상기 서로 이격된 제1 접착층 상에 도전볼을 전사하거나 도포하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 제2 접착층은 비전도성인 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 15

제9항에 있어서, 상기 도전볼은 상기 애노드 전극과 상기 제1 전극 사이, 그리고 상기 캐소드 전극과 상기 제2 전극 사이에 국부적으로 위치하는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 16

제9항에 있어서, 상기 제1 기관은 상기 발광 소자가 성장된 성장 기관인 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 17

제9항에 있어서, 상기 제1 기관은 레이저 리프트 오프에 의하여 분리되는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 18

제9항에 있어서, 상기 제2 기관은, 패시브 매트릭스 기관 또는 액티브 매트릭스 구현을 위한 박막 트랜지스터 기관인 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 19

발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 있어서,

성장 기관 상에 성장되고 개별 발광 소자로 패터닝 된 발광 소자의 제1 전극 및 제2 전극 상에 서로 이격된 제1 접착층 형성하는 단계;

상기 제1 접착층 상에 국부적으로 도전볼을 위치시키는 단계;

상기 도전볼 및 상기 제1 접착층 상에 제2 접착층 형성하는 단계;

상기 도전볼을 이용하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극을 구동 기관 상에 배치된 애노드 전극 및 캐소드 전극에 접합시키는 단계; 및

상기 성장 기관을 분리하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 구동 기관은, 패시브 매트릭스 기관 또는 액티브 매트릭스 구현을 위한 박막 트랜지스터 기관인 것을 특징으로 하는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이 장치 관련 기술 분야에 적용 가능하며, 예를 들어 마이크로 LED(Light Emitting Diode)를 이용한 디스플레이 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에는 디스플레이 기술 분야에서 박형, 플렉서블 등의 우수한 특성을 가지는 디스플레이 장치가 개발되고 있다. 이에 반해, 현재 상용화된 주요 디스플레이는 LCD(Liquid Crystal Display)와 OLED(Organic Light Emitting Diodes)로 대표되고 있다.

[0003] 그러나, LCD의 경우에 빠르지 않은 반응 시간과, 플렉서블의 구현이 어렵다는 문제점이 있고, OLED의 경우에 수명이 짧고, 양산 수율이 좋지 않다는 문제점이 있다.

[0004] 한편, 발광 다이오드(Light Emitting Diode: LED)는 전류를 빛으로 변환시키는 것으로 잘 알려진 반도체 발광 소자로서, 1962년 GaAsP 화합물 반도체를 이용한 적색 LED가 상품화된 것을 시작으로 GaP:N 계열의 녹색 LED와 함께 정보 통신기기를 비롯한 전자장치의 표시 화상용 광원으로 이용되어 왔다. 따라서, 반도체 발광 소자를 이용하여 디스플레이를 구현하여, 전술한 문제점을 해결하는 방안이 제시될 수 있다. 상기 반도체 발광 소자는 필라멘트 기반의 발광 소자에 비해 긴 수명, 낮은 전력 소모, 우수한 초기 구동 특성, 및 높은 진동 저항 등의 다양한 장점을 가진다.

[0005] 이러한 반도체 발광 소자의 크기는 최근에 수십 마이크로미터까지 축소되고 있다. 따라서 이러한 작은 크기의 반도체 발광소자들을 이용하여 디스플레이 장치를 구현하는 경우, 매우 많은 수의 반도체 발광 소자들을 디스플레이 장치의 배선기관에 조립하여야 한다.

[0006] 하지만, 이러한 발광 소자의 조립과정에서, 배선기관의 원하는 위치에 수많은 반도체 발광 소자를 정밀하게 위치시키는 것은 매우 어렵다는 문제점이 있다.

[0007] 한편, 이방성 전도성 필름(Anisotropic Conducting flim: ACF)을 이용하여 발광 소자를 직접 배선 기관에 부착할 수도 있으나, 디스플레이를 위한 다수의 발광 소자를 부착하는데는 문제가 발생할 수 있다.

[0008] 즉, 발광 소자의 전극과 박막 트랜지스터 기관 상의 전극(예를 들어, 애노드)은 접착층 상에 분산된 도전볼(이러한 도전볼이 분산된 접착층은 이방성 전도성 필름을 이룰 수 있다)에 의하여 전기적으로 연결될 수 있다.

[0009] 이 과정에서, 도전볼이 발광 소자의 전극과 박막 트랜지스터 기관 상의 전극 사이에 위치한 상태로 상층에서 합착 압력을 가하게 되는데, 이러한 합착 압력에 의하여 도전볼이 발광 소자의 전극과 박막 트랜지스터 기관 상의 전극 사이를 전기적으로 연결하게 된다.

[0010] 그런데, 이러한 합착 압력 작용 시, 접착층은 주변 방향으로 흐르게 된다. 즉, 합착 압력의 작용에 의하여 주변

방향으로의 접촉층의 흐름이 발생하게 된다.

- [0011] 이러한 접촉층의 흐름에 의하여 도전볼이 접촉층과 함께 흐르면서 발광 소자의 전극과 박막 트랜지스터 기관 상의 전극 사이가 전기적으로 연결되지 않는(회로 Open) 상태가 발생할 수 있다.
- [0012] 특히, 수 개의 발광 소자는 전기적 연결이 가능하더라도, 디스플레이에 이용되는 많은 발광 소자 어레이 전체의 전기적 연결에는 한계가 있을 수 있다. 즉, 디스플레이 장치의 서브 픽셀로 이용되는 발광 소자 어레이 전체의 전기적 연결에 있어서 다수의 발광 소자가 박막 트랜지스터 기관의 전극에 전기적으로 연결되지 않는 현상(Open)이 발생할 수 있다.
- [0013] 또한, 이러한 현상을 개선하기 위하여 도전볼의 개수를 증가시키게 되면 발광 소자의 두 전극 사이에 단락(short)이 하는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0014] 따라서, 이러한 문제점을 극복하기 위한 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 해결하고자 하는 기술적 과제는 성장 기관 상에 성장된 발광 소자를 박막 트랜지스터 기관에 직접 전사할 수 있는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [0016] 성장 기관 상에 성장된 발광 소자를 디스플레이 기관에 직접 전사하면서도 도전볼에 의한 문제점들, 즉, 일부 발광 소자가 전기적으로 연결되지 않는다거나, 하나의 발광 소자의 두 전극이 단락된다거나 하는 문제점은 발생하지 않는 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [0017] 또한, 발광 소자를 성장 기관에서 박막 트랜지스터 기관으로 직접 전사하는 것이 가능하므로, 고해상도 디스플레이 장치를 구현하는데 매우 유리한 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기 목적을 달성하기 위한 제1관점으로서, 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치에 있어서, 복수의 구획된 애노드 전극; 상기 애노드 전극의 일측에 위치하는 캐소드 전극; 및 상기 각각의 애노드 전극 및 캐소드 전극과 전기적으로 연결되어 개별 서브 픽셀들을 구성하는 다수의 발광 소자 조립체를 포함할 수 있다.
- [0019] 이때, 상기 발광 소자 조립체는, 발광 소자; 상기 발광 소자 상에 위치하고 상기 애노드 전극과 도전볼에 의하여 전기적으로 연결되는 제1 전극; 상기 발광 소자 상에 위치하고 상기 캐소드 전극과 도전볼에 의하여 전기적으로 연결되는 제2 전극; 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 상에 서로 이격되어 위치하는 제1 접촉층; 및 상기 제1 접촉층 상에 위치하는 비 전도성의 제2 접촉층을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 도전볼은 상기 제1 접촉층 상에 국부적으로 위치할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 도전볼은 상기 애노드 전극과 상기 제1 전극 사이, 그리고 상기 캐소드 전극과 상기 제2 전극 사이에 국부적으로 위치할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제1 접촉층은 전도성 접촉층일 수 있다. 또는 상기 제1 접촉층은 비전도성 접촉층일 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 제2 접촉층은, 상기 서로 이격되어 위치하는 제1 접촉층을 덮을 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 제2 접촉층은 상기 발광 소자 전체를 덮을 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극은, 박막 트랜지스터 기관의 폴리머 절연층 상에 배열되어 휘어지는 디스플레이를 구현할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 폴리머 절연층의 두께는 상기 도전볼의 지름보다 작을 수 있다.
- [0027] 상기 목적을 달성하기 위한 제2관점으로서, 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 있어서, 제1 기관 상에 배열된 발광 소자의 제1 전극 및 제2 전극 상에 서로 이격된 제1 접촉층 형성하는 단계; 상기 제1 접촉층 상에 국부적으로 도전볼을 위치시키는 단계; 상기 도전볼 및 상기 제1 접촉층 상에 제2 접촉층 형성하는 단계; 상기 도전볼을 이용하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극을 제2 기관 상에 배치된 애노드 및 캐소드 전극에 접합시키는 단계; 및 상기 제1 기관을 분리하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0028] 또한, 상기 국부적으로 도전볼을 위치시키는 단계는, 상기 서로 이격된 제1 접착층 상에 도전볼을 전사하거나 도포하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 제1 기판은 상기 발광 소자가 성장된 성장 기판일 수 있다.

[0030] 또한, 상기 제1 기판은 레이저 리프트 오프에 의하여 분리될 수 있다.

[0031] 또한, 상기 제2 기판은, 패시브 매트릭스 기판 또는 액티브 매트릭스 구현을 위한 박막 트랜지스터 기판일 수 있다.

[0032] 상기 목적을 달성하기 위한 제3관점으로서, 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 있어서, 성장 기판 상에 성장되고 개별 발광 소자로 패터닝 된 발광 소자의 제1 전극 및 제2 전극 상에 서로 이격된 제1 접착층 형성하는 단계; 상기 제1 접착층 상에 국부적으로 도전볼을 위치시키는 단계; 상기 도전볼 및 상기 제1 접착층 상에 제2 접착층 형성하는 단계; 상기 도전볼을 이용하여 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극을 구동 기판 상에 배치된 애노드 전극 및 캐소드 전극에 접합시키는 단계; 및 상기 성장 기판을 분리하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 일실시예에 따르면, 다음과 같은 효과가 있다.

[0034] 먼저, 본 발명의 실시예에 의하면, 발광 소자를 성장 기판에서 박막 트랜지스터 기판으로 직접 전사하는 것이 가능하다.

[0035] 이때, 도전볼에 의한 문제점들, 즉, 일부 발광 소자가 전기적으로 연결되지 않는다거나, 하나의 발광 소자의 두 전극이 단락된다거나 하는 문제점은 발생하지 않을 수 있다.

[0036] 이와 같이, 발광 소자를 성장 기판에서 박막 트랜지스터 기판으로 직접 전사하는 것이 가능하므로, 고해상도 디스플레이 장치를 구현하는데 매우 유리할 수 있다.

[0037] 더욱이, 본 발명에 의하면 기존의 도전볼 사용에 의한 문제점을 해결할 수 있으므로 마이크로 LED 디스플레이 장치의 신뢰성, 정밀도 및 양산성을 크게 향상시킬 수 있는 것이다.

[0038] 또한, 박막 트랜지스터 기판 상의 원하는 위치에 선택적으로 발광 소자를 장착할 수 있어, 유기 발광 소자의 혼합(hybrid) 조합으로 디스플레이 장치를 제작할 수 있고, 따라서, LED(무기 발광 소자)와 OLED(유기 발광 소자)의 장점을 취합한 소자의 개발이 가능하다.

[0039] 특히, LED의 경우, OLED와 달리, 수분 방지층이 없어 적층이 단순하므로, 휘어질 수 있는 디스플레이(flexible display)에 적합할 수 있다.

[0040] 나아가, 본 발명의 또 다른 일실시예에 따르면, 여기에서 언급하지 않은 추가적인 기술적 효과들도 있다. 당업자는 명세서 및 도면의 전취지를 통해 이해할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 일례를 나타내는 개념도이다.

도 2는 도 1의 A부분의 부분 확대도이다.

도 3a 및 도 3b는 도 2의 라인 B-B 및 C-C를 따라 절단된 단면도들이다.

도 4는 도 3의 플립 칩 타입 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.

도 5a 내지 도 5c는 플립 칩 타입 반도체 발광 소자와 관련하여 컬러를 구현하는 여러 가지 형태를 나타내는 개념도들이다.

도 6은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조방법을 나타낸 단면도들이다.

도 7은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 다른 예를 나타내는 사시도이다.

도 8은 도 7의 라인 D-D를 따라 절단된 단면도이다.

도 9는 도 8의 수직형 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.

도 10은 전도성 접착층을 이용하여 발광 소자를 장착하는 과정의 일례를 나타내는 개략도이다.

도 11은 전도성 접착층에 의하여 부착된 발광 소자의 실제 예를 나타내는 사진이다.

도 12는 전도성 접착층을 이용하여 발광 소자를 장착하는 과정의 일례를 나타내는 단면 개략도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 의한 전도성 접착층을 이용하여 발광 소자를 장착하는 과정을 나타내는 개략도이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 의한 전도성 접착층에 의하여 부착된 발광 소자의 실제 예를 나타내는 사진이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.

도 16 내지 도 26은 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 과정을 나타내는 단면도이다.

도 27은 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 발광 소자가 접합된 상태를 나타내는 사진이다.

도 28은 도 27의 상태에서 발광 소자가 점등된 상태를 나타내는 사진이다.

도 29는 발광 소자가 도전볼에 의하여 전극에 접합된 상태의 일례를 나타내는 단면 사진이다.

도 30은 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제2 기판을 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 됨을 유의해야 한다.
- [0043] 나아가, 설명의 편의를 위해 각각의 도면에 대해 설명하고 있으나, 당업자가 적어도 2개 이상의 도면을 결합하여 다른 실시예를 구현하는 것도 본 발명의 권리범위에 속한다.
- [0044] 또한, 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0045] 본 명세서에서 설명되는 디스플레이 장치는 단위 화소 또는 단위 화소의 집합으로 정보를 표시하는 모든 디스플레이 장치를 포함하는 개념이다. 따라서 완제품에 한정하지 않고 부품에도 적용될 수 있다. 예를 들어 디지털 TV의 일 부품에 해당하는 패널도 독자적으로 본 명세서 상의 디스플레이 장치에 해당한다. 완제품으로는 휴대폰, 스마트 폰(smart phone), 노트북 컴퓨터(laptop computer), 디지털방송용 단말기, PDA(personal digital assistants), PMP(portable multimedia player), 네비게이션, 슬레이트 피씨(Slate PC), Tablet PC, Ultra Book, 디지털 TV, 데스크 탑 컴퓨터 등이 포함될 수 있다.
- [0046] 그러나, 본 명세서에 기재된 실시예에 따른 구성은 추후 개발되는 새로운 제품 형태이라든, 디스플레이가 가능한 장치에는 적용될 수도 있음을 본 기술 분야의 당업자라면 쉽게 알 수 있을 것이다.
- [0047] 또한, 당해 명세서에서 언급된 반도체 발광 소자는 LED, 마이크로 LED 등을 포함하는 개념이며, 혼용되어 사용될 수 있다.
- [0048] 도 1은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 일실시예를 나타내는 개념도이다.
- [0049] 도 1에 도시된 바와 같이, 디스플레이 장치(100)의 제어부(미도시)에서 처리되는 정보는 플렉서블 디스플레이(flexible display)를 이용하여 표시될 수 있다.

- [0050] 플렉서블 디스플레이는, 예를 들어, 외력에 의하여 휘어질 수 있는, 또는 구부러질 수 있는, 또는 비틀어질 수 있는, 또는 접힐 수 있는, 또는 말려질 수 있는 디스플레이를 포함한다.
- [0051] 나아가, 플렉서블 디스플레이는, 예를 들어 기존의 평판 디스플레이의 디스플레이 특성을 유지하면서, 종이와 같이 휘어지거나, 또는 구부러거나, 또는 접을 수 있거나 또는 말려질 수 있는 얇고 유연한 기관 위에 제작되는 디스플레이가 될 수 있다.
- [0052] 플렉서블 디스플레이가 휘어지지 않는 상태(예를 들어, 무한대의 곡률반경을 가지는 상태, 이하 제1상태라 한다)에서는 플렉서블 디스플레이의 디스플레이 영역이 평면이 된다. 이러한 제1상태에서 외력에 의하여 휘어진 상태(예를 들어, 유한의 곡률 반경을 가지는 상태, 이하, 제2상태라 한다)에서는 디스플레이 영역이 곡면이 될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제2상태에서 표시되는 정보는 곡면상에 출력되는 시각 정보가 될 수 있다. 이러한 시각 정보는 매트릭스 형태로 배치되는 단위 화소(sub-pixel)의 발광이 독자적으로 제어됨에 의하여 구현된다. 여기서 단위 화소는, 예를 들어 하나의 색을 구현하기 위한 최소 단위를 의미한다.
- [0053] 이러한 플렉서블 디스플레이의 단위 화소는 반도체 발광 소자에 의하여 구현될 수 있다. 본 발명에서는 전류를 빛으로 변환시키는 반도체 발광 소자의 일 종류로서 발광 소자를 예시한다. 발광 소자의 일례는 발광 다이오드(Light Emitting Diode: LED)를 들 수 있다. 이러한 발광 다이오드는 작은 크기로 형성되며, 이를 통하여 상기 제2상태에서도 단위 화소의 역할을 할 수 있게 된다.
- [0054] 이와 같은 발광 다이오드를 이용하여 구현된 플렉서블 디스플레이에 대하여, 이하 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0055] 도 2는 도 1의 A부분의 부분 확대도이다.
- [0056] 도 3a 및 도 3b는 도 2의 라인 B-B 및 C-C를 따라 절단된 단면도들이다.
- [0057] 도 2, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치(100)로서 패시브 매트릭스(Passive Matrix, PM) 방식의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치(100)를 예시한다. 다만, 이하 설명되는 예시는 액티브 매트릭스(Active Matrix, AM) 방식의 반도체 발광 소자에도 적용 가능하다.
- [0058] 도 2에 도시된 바와 같이, 디스플레이 장치(100)는 기관(110), 제1전극(120), 전도성 접착층(130), 제2전극(140) 및 적어도 하나의 반도체 발광 소자(150)를 포함한다.
- [0059] 기관(110)은 플렉서블 기관일 수 있다. 예를 들어, 플렉서블(flexible) 디스플레이 장치를 구현하기 위하여 기관(110)은 유리나 폴리이미드(PI, Polyimide)를 포함할 수 있다. 이외에도 절연성이 있고, 유연성 있는 재질이면, 예를 들어 PEN(Polyethylene Naphthalate), PET(Polyethylene Terephthalate) 등 어느 것이라도 사용될 수 있다. 또한, 기관(110)은 투명한 재질 또는 불투명한 재질 어느 것이나 될 수 있다.
- [0060] 기관(110)은 제1전극(120)이 배치되는 배선기관이 될 수 있으며, 따라서 제1전극(120)은 기관(110) 상에 위치할 수 있다.
- [0061] 도 3a에 도시된 바와 같이 절연층(160)은 제1전극(120)이 위치한 기관(110) 상에 배치될 수 있으며, 이 절연층(160)에는 보조전극(170)이 위치할 수 있다. 이 경우에, 기관(110)에 절연층(160)이 적층된 상태가 하나의 배선 기관이 될 수 있다. 보다 구체적으로, 절연층(160)은 폴리이미드(PI, Polyimide), PET, PEN 등과 같이 절연성이 있고, 유연성 있는 재질로, 기관(110)과 일체로 이루어져 하나의 기관을 형성할 수 있다.
- [0062] 보조전극(170)은 제1전극(120)과 반도체 발광 소자(150)를 전기적으로 연결하는 전극으로서, 절연층(160) 상에 위치하고, 제1전극(120)의 위치에 대응하여 배치된다. 예를 들어, 보조전극(170)은 닷(dot) 형태이며, 절연층(160)을 관통하는 전극홀(171)에 의하여 제1전극(120)과 전기적으로 연결될 수 있다. 전극홀(171)은 비아홀에 도전물질이 채워짐에 의하여 형성될 수 있다.
- [0063] 도 2 또는 도 3a에 도시된 바와 같이, 절연층(160)의 일면에는 전도성 접착층(130)이 형성되나, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 절연층(160)과 전도성 접착층(130)의 사이에 특정 기능을 수행하는 레이어가 형성되거나, 절연층(160)이 없이 전도성 접착층(130)이 기관(110)상에 배치되는 구조도 가능하다. 전도성 접착층(130)이 기관(110)상에 배치되는 구조에서는 전도성 접착층(130)이 절연층의 역할을 할 수 있다.
- [0064] 전도성 접착층(130)은 접착성과 전도성을 가지는 층이 될 수 있으며, 이를 위하여 전도성 접착층(130)에서는 전도성을 가지는 물질과 접착성을 가지는 물질이 혼합될 수 있다. 또한, 전도성 접착층(130)은 연성을 가지며, 이

를 통하여 디스플레이 장치에서 플렉서블 기능을 가능하게 한다.

- [0065] 이러한 예로서, 전도성 접착층(130)은 이방성 전도성 필름(anisotropy conductive film, ACF), 이방성 전도 페이스트(paste), 전도성 입자를 함유한 솔루션(solution) 등이 될 수 있다. 전도성 접착층(130)은 두께를 관통하는 Z 방향으로 전기적 상호 연결을 허용하나, 수평적인 X-Y 방향으로 전기 절연성을 가지는 레이어로서 구성될 수 있다. 따라서 전도성 접착층(130)은 Z축 전도층으로 명명될 수 있다(다만, 이하 '전도성 접착층'이라 한다).
- [0066] 이방성 전도성 필름은 이방성 전도 매질(anisotropic conductive medium)이 절연성 베이스 부재에 혼합된 형태의 필름으로서, 열 및/또는 압력이 가해지면 특정 부분만 이방성 전도 매질에 의하여 전도성을 가지게 된다. 이하, 이방성 전도성 필름에는 열 및/또는 압력이 가해지는 것으로 설명하나, 이방성 전도성 필름이 부분적으로 전도성을 가지기 위하여 다른 방법이 적용될 수도 있다. 전술한 다른 방법은, 예를 들어, 열 및 압력 중 어느 하나만이 가해지거나 UV 경화 등이 될 수 있다.
- [0067] 또한, 이방성 전도 매질은 예를 들어, 도전볼이나 전도성 입자가 될 수 있다. 예를 들어, 이방성 전도성 필름은 도전볼이 절연성 베이스 부재에 혼합된 형태의 필름으로서, 열 및/또는 압력이 가해지면 특정 부분만 도전볼에 의하여 전도성을 가지게 된다. 이방성 전도성 필름은 전도성 물질의 코어가 폴리머 재질의 절연막에 의하여 피복된 복수의 입자가 함유된 상태가 될 수 있으며, 이 경우에 열 및 압력이 가해진 부분이 절연막이 파괴되면서 코어에 의하여 도전성을 가지게 된다. 이때, 코어의 형태는 변형되어 필름의 두께방향으로 서로 접촉하는 층을 이룰 수 있다. 보다 구체적인 예로서, 열 및 압력은 이방성 전도성 필름에 전체적으로 가해지며, 이방성 전도성 필름에 의하여 접착되는 상대물의 높이 차에 의하여 Z축 방향의 전기적 연결이 부분적으로 형성된다.
- [0068] 다른 예로서, 이방성 전도성 필름은 절연 코어에 전도성 물질이 피복된 복수의 입자가 함유된 상태가 될 수 있다. 이 경우에는 열 및 압력이 가해진 부분이 전도성 물질이 변형되어(눌러 붙어서) 필름의 두께방향으로 전도성을 가지게 된다. 또 다른 예로서, 전도성 물질이 Z축 방향으로 절연성 베이스 부재를 관통하여 필름의 두께방향으로 전도성을 가지는 형태도 가능하다. 이 경우에, 전도성 물질은 뾰족한 단부를 가질 수 있다.
- [0069] 이방성 전도성 필름은 도전볼이 절연성 베이스 부재의 일면에 삽입된 형태로 구성되는 고정배열 이방성 전도성 필름(fixed array ACF)이 될 수 있다. 보다 구체적으로, 절연성 베이스 부재는 접착성을 가지는 물질로 형성되며, 도전볼은 절연성 베이스 부재의 바닥 부분에 집중적으로 배치되며, 베이스 부재에서 열 또는 압력이 가해지면 도전볼과 함께 변형됨에 따라 수직 방향으로 전도성을 가지게 된다.
- [0070] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 이방성 전도성 필름은 절연성 베이스 부재에 도전볼이 랜덤하게 혼합된 형태나, 복수의 층으로 구성되며 어느 한 층에 도전볼이 배치되는 형태(double-ACF) 등이 모두 가능하다.
- [0071] 이방성 전도 페이스트는 페이스트와 도전볼의 결합 형태로서, 절연성 및 접착성의 베이스 물질에 도전볼이 혼합된 페이스트가 될 수 있다. 또한, 전도성 입자를 함유한 솔루션은 전도성 파티클 혹은 나노 입자를 함유한 형태의 솔루션이 될 수 있다.
- [0072] 다시 도 3a를 참조하면, 제2전극(140)은 보조전극(170)과 이격되어 절연층(160)에 위치한다. 즉, 전도성 접착층(130)은 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 위치하는 절연층(160) 상에 배치된다.
- [0073] 절연층(160)에 보조전극(170)과 제2전극(140)이 위치된 상태에서 전도성 접착층(130)을 형성한 후에, 반도체 발광 소자(150)를 열 및 압력을 가하여 플립 칩 형태로 접속시키면, 반도체 발광 소자(150)는 제1전극(120) 및 제2전극(140)과 전기적으로 연결된다.
- [0074] 도 4는 도 3의 플립 칩 타입 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.
- [0075] 도 4를 참조하면, 반도체 발광 소자는 플립 칩 타입(flip chiptype)의 발광 소자가 될 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 반도체 발광 소자는 p형 전극(156), p형 전극(156)이 형성되는 p형 반도체층(155), p형 반도체층(155) 상에 형성된 활성층(154), 활성층(154) 상에 형성된 n형 반도체층(153) 및 n형 반도체층(153) 상에서 p형 전극(156)과 수평방향으로 이격 배치되는 n형 전극(152)을 포함한다. 이 경우, p형 전극(156)은 도 3a 및 도 3b에 도시된, 보조전극(170)과 전도성 접착층(130)에 의하여 전기적으로 연결될 수 있고, n형 전극(152)은 제2전극(140)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0077] 다시 도 2, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 보조전극(170)은 일방향으로 길게 형성되어, 하나의 보조전극이 복수의

반도체 발광 소자(150)에 전기적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 보조전극을 중심으로 좌우의 반도체 발광 소자들의 p 형 전극들이 하나의 보조전극에 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0078] 보다 구체적으로, 열 및 압력에 의하여 전도성 접촉층(130)의 내부로 반도체 발광 소자(150)가 압입되며 이를 통하여 반도체 발광 소자(150)의 p형 전극(156)과 보조전극(170) 사이의 부분과, 반도체 발광 소자(150)의 n형 전극(152)과 제2전극(140) 사이의 부분에서만 전도성을 가지게 되고, 나머지 부분에서는 반도체 발광 소자의 압입이 없어 전도성을 가지지 않게 된다. 이와 같이, 전도성 접촉층(130)은 반도체 발광 소자(150)와 보조전극(170) 사이 및 반도체 발광 소자(150)와 제2전극(140) 사이를 상호 결합시켜줄 뿐만 아니라 전기적 연결까지 형성시킨다.
- [0079] 또한, 복수의 반도체 발광 소자(150)는 발광 소자 어레이(array)를 구성하며, 발광 소자 어레이에는 형광체층(180)이 형성된다.
- [0080] 발광 소자 어레이는 자체 휘도 값이 상이한 복수의 반도체 발광 소자들을 포함할 수 있다. 각각의 반도체 발광 소자(150)는 단위 화소를 구성하며, 제1전극(120)에 전기적으로 연결된다. 예를 들어, 제1전극(120)은 복수 개일 수 있고, 반도체 발광 소자들은 예컨대 수 열로 배치되며, 각 열의 반도체 발광 소자들은 복수 개의 제1전극 중 어느 하나에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0081] 또한, 반도체 발광 소자들이 플립 칩 형태로 접속되므로, 투명 유전체 기판에 성장시킨 반도체 발광 소자들을 이용할 수 있다. 또한, 반도체 발광 소자들은 예컨대 질화물 반도체 발광 소자일 수 있다. 반도체 발광 소자(150)는 휘도가 우수하므로, 작은 크기로도 개별 단위 화소를 구성할 수 있다.
- [0082] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 반도체 발광 소자(150)의 사이에 격벽(190)이 위치할 수 있다. 이 경우, 격벽(190)은 개별 단위 화소를 서로 분리하는 역할을 할 수 있으며, 전도성 접촉층(130)과 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 이방성 전도성 필름에 반도체 발광 소자(150)가 삽입됨에 의하여 이방성 전도성 필름의 베이스 부재가 격벽을 형성할 수 있다.
- [0083] 또한, 이방성 전도성 필름의 베이스 부재가 블랙이면, 별도의 블랙 절연체가 없어도 격벽(190)이 반사 특성을 가지는 동시에 대비비(contrast)가 증가될 수 있다.
- [0084] 다른 예로서, 격벽(190)으로 반사성 격벽이 별도로 구비될 수 있다. 이 경우에, 격벽(190)은 디스플레이 장치의 목적에 따라 블랙(Black) 또는 화이트(White) 절연체를 포함할 수 있다. 화이트 절연체의 격벽을 이용할 경우 반사성을 높이는 효과가 있을 수 있고, 블랙 절연체의 격벽을 이용할 경우, 반사 특성을 가지는 동시에 대비비(contrast)를 증가시킬 수 있다.
- [0085] 형광체층(180)은 반도체 발광 소자(150)의 외면에 위치할 수 있다. 예를 들어, 반도체 발광 소자(150)는 청색(B) 광을 발광하는 청색 반도체 발광 소자이고, 형광체층(180)은 상기 청색(B) 광을 단위 화소의 색상으로 변환시키는 기능을 수행한다. 형광체층(180)은 개별 화소를 구성하는 적색 형광체(181) 또는 녹색 형광체(182)가 될 수 있다.
- [0086] 즉, 적색의 단위 화소를 이루는 위치에서, 청색 반도체 발광 소자 상에는 청색 광을 적색(R) 광으로 변환시킬 수 있는 적색 형광체(181)가 적층될 수 있고, 녹색의 단위 화소를 이루는 위치에서는, 청색 반도체 발광 소자 상에 청색광을 녹색(G) 광으로 변환시킬 수 있는 녹색 형광체(182)가 적층될 수 있다. 또한, 청색의 단위 화소를 이루는 부분에는 청색 반도체 발광 소자만 단독으로 이용될 수 있다. 이 경우, 적색(R), 녹색(G), 및 청색(B)의 단위 화소들이 하나의 화소를 이룰 수 있다. 보다 구체적으로, 제1전극(120)의 각 라인을 따라 하나의 색상의 형광체가 적층될 수 있다. 따라서, 제1전극(120)에서 하나의 라인은 하나의 색상을 제어하는 전극이 될 수 있다. 즉, 제2전극(140)을 따라서, 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)이 차례로 배치될 수 있으며, 이를 통하여 단위 화소가 구현될 수 있다.
- [0087] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 형광체 대신에 반도체 발광 소자(150)와 퀀텀닷(QD)이 조합되어 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)의 단위 화소들을 구현할 수 있다.
- [0088] 또한, 대비비(contrast) 향상을 위하여 각각의 형광체층들의 사이에는 블랙 매트릭스(191)가 배치될 수 있다. 즉, 이러한 블랙 매트릭스(191)는 명암의 대조를 향상시킬 수 있다.
- [0089] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 청색, 적색, 녹색을 구현하기 위한 다른 구조가 적용될 수 있다.

- [0090] 도 5a 내지 도 5c는 플립 칩 타입 반도체 발광 소자와 관련하여 컬러를 구현하는 여러 가지 형태를 나타내는 개념도들이다.
- [0091] 도 5a를 참조하면, 각각의 반도체 발광 소자(150)는 질화 갈륨(GaN)을 주재료로 하여, 인듐(In) 및/또는 알루미늄(Al)이 함께 첨가되어 청색을 비롯한 다양한 빛을 발광하는 고효율의 발광 소자로 구현될 수 있다.
- [0092] 이 경우, 반도체 발광 소자(150)는 각각 단위 화소(sub-pixel)를 이루기 위하여 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B) 반도체 발광 소자일 수 있다. 예컨대, 적색, 녹색 및 청색 반도체 발광 소자(R, G, B)가 교대로 배치되고, 적색, 녹색 및 청색 반도체 발광 소자에 의하여 적색(Red), 녹색(Green) 및 청색(Blue)의 단위 화소들이 하나의 화소(pixel)를 이루며, 이를 통하여 풀 칼라 디스플레이가 구현될 수 있다.
- [0093] 도 5b를 참조하면, 반도체 발광 소자(150a)는 황색 형광체층이 개별 소자마다 구비된 백색 발광 소자(W)를 구비할 수 있다. 이 경우에는, 단위 화소를 이루기 위하여, 백색 발광 소자(W) 상에 적색 형광체층(181), 녹색 형광체층(182), 및 청색 형광체층(183)이 구비될 수 있다. 또한, 이러한 백색 발광 소자(W) 상에 적색, 녹색, 및 청색이 반복되는 컬러 필터를 이용하여 단위 화소를 이룰 수 있다.
- [0094] 도 5c를 참조하면, 반도체 발광 소자(150b)는 자외선 발광 소자(UV) 상에 적색 형광체층(184), 녹색 형광체층(185), 및 청색 형광체층(186)이 구비되는 구조도 가능하다. 이와 같이, 반도체 발광 소자는 가시광선뿐만 아니라 자외선(UV)까지 전 영역에 사용 가능하며, 자외선(UV)이 상부 형광체의 여기원(excitation source)으로 사용 가능한 반도체 발광 소자의 형태로 확장될 수 있다.
- [0095] 본 예시를 다시 살펴보면, 반도체 발광 소자는 전도성 접착층 상에 위치되어, 디스플레이 장치에서 단위 화소를 구성한다. 반도체 발광 소자는 휘도가 우수하므로, 작은 크기로도 개별 단위 화소를 구성할 수 있다.
- [0096] 이와 같은 개별 반도체 발광 소자(150, 150a, 150b)의 크기는 예를 들어, 한 변의 길이가 $80\mu\text{m}$ 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 $20 \times 80\mu\text{m}$ 이하의 크기가 될 수 있다.
- [0097] 또한, 한 변의 길이가 $10\mu\text{m}$ 인 정사각형의 반도체 발광 소자(150, 150a, 150b)를 단위 화소로 이용하여도 디스플레이 장치를 이루기 위한 충분한 밝기가 나타난다.
- [0098] 따라서, 단위 화소의 크기가 한 변이 $600\mu\text{m}$, 나머지 한 변이 $300\mu\text{m}$ 인 직사각형 화소인 경우를 예로 들면, 반도체 발광 소자(150, 150a, 150b)의 거리가 상대적으로 충분히 크게 된다.
- [0099] 따라서, 이러한 경우, HD화질 이상의 고화질을 가지는 플렉서블 디스플레이 장치를 구현할 수 있게 된다.
- [0100] 상기에서 설명된 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치는 새로운 형태의 제조방법에 의하여 제조될 수 있다. 이하, 도 6을 참조하여 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0101] 도 6은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.
- [0102] 도 6에 도시된 바와 같이, 먼저, 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 위치된 절연층(160) 상에 전도성 접착층(130)을 형성한다. 제1기관(110)에 절연층(160)이 적층되어 하나의 기관(또는 배선기관)을 형성하며, 배선기관에는 제1전극(120), 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 배치된다. 이 경우에, 제1전극(120)과 제2전극(140)은 상호 직교 방향으로 배치될 수 있다. 또한, 플렉서블(flexible) 디스플레이 장치를 구현하기 위하여 제1기관(110) 및 절연층(160)은 각각 유리 또는 폴리이미드(PI)를 포함할 수 있다.
- [0103] 전도성 접착층(130)은 예를 들어, 이방성 전도성 필름에 의하여 구현될 수 있으며, 이를 위하여 절연층(160)이 위치된 기관에 이방성 전도성 필름이 도포될 수 있다.
- [0104] 다음에, 보조전극(170) 및 제2전극(140)들의 위치에 대응하고, 개별 화소를 구성하는 복수의 반도체 발광 소자(150)가 위치된 제2기관(112)을, 반도체 발광 소자(150)가 보조전극(170) 및 제2전극(140)과 마주하도록 배치한다.
- [0105] 이 경우에, 제2기관(112)은 반도체 발광 소자(150)를 성장시키는 성장 기관으로서, 사파이어(spire) 기관 또는 실리콘(silicon) 기관이 될 수 있다.
- [0106] 반도체 발광 소자는 웨이퍼(wafer) 단위로 형성될 때, 디스플레이 장치를 이룰 수 있는 간격 및 크기를 가지도록 함으로써, 디스플레이 장치에 효과적으로 이용될 수 있다.
- [0107] 그 다음에, 배선기관과 제2기관(112)을 열 압착한다. 예를 들어, 배선기관과 제2기관(112)은 ACF 프레스 헤드를

적용하여 열 압착할 수 있다. 열 압착에 의하여 배선기관과 제2기관(112)은 본딩(bonding)된다. 열 압착에 의하여 전도성을 갖는 이방성 전도성 필름의 특성에 의해 반도체 발광 소자(150)와 보조전극(170) 및 제2전극(140)의 사이의 부분만 전도성을 가지게 되며, 이를 통하여 전극들과 반도체 발광 소자(150)는 전기적으로 연결될 수 있다. 이 때에, 반도체 발광 소자(150)가 이방성 전도성 필름의 내부로 삽입되며, 이를 통하여 반도체 발광 소자(150) 사이에 격벽이 형성될 수 있다.

- [0108] 그 다음에, 제2기관(112)을 제거한다. 예를 들어, 제2기관(112)은 레이저 리프트 오프법(Laser Lift-off, LLO) 또는 화학적 리프트 오프법(Chemical Lift-off, CLO)을 이용하여 제거할 수 있다.
- [0109] 마지막으로, 상기 제2기관(112)을 제거하여 반도체 발광 소자들(150)을 외부로 노출시킨다. 필요에 따라, 반도체 발광 소자(150)가 결합된 배선기관 상을 실리콘 옥사이드(SiO_x) 등을 코팅하여 투명 절연층(미도시)을 형성할 수 있다.
- [0110] 또한, 반도체 발광 소자(150)의 일 면에 형광체층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 반도체 발광 소자(150)는 청색(B) 광을 발광하는 청색 반도체 발광 소자이고, 이러한 청색(B) 광을 단위 화소의 색상으로 변환시키기 위한 적색 형광체 또는 녹색 형광체가 청색 반도체 발광 소자의 일면에 레이어를 형성할 수 있다.
- [0111] 이상에서 설명된 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법이나 구조는 여러 가지 형태로 변형될 수 있다. 그 예로서, 상기에서 설명된 디스플레이 장치에는 수직형 반도체 발광 소자도 적용될 수 있다.
- [0112] 또한, 이하 설명되는 변형예 또는 실시예에서는 앞선 예와 동일 또는 유사한 구성에 대해서는 동일, 유사한 참조번호가 부여되고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음된다.
- [0113] 도 7은 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 다른 일 실시예를 나타내는 사시도이고, 도 8은 도 7의 라인 D-D를 따라 취한 단면도이며, 도 9은 도 8의 수직형 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.
- [0114] 본 도면들을 참조하면, 디스플레이 장치는 패시브 매트릭스(Passive Matrix, PM) 방식의 수직형 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치가 될 수 있다.
- [0115] 이러한 디스플레이 장치는 기관(210), 제1전극(220), 전도성 접착층(230), 제2전극(240) 및 적어도 하나의 반도체 발광 소자(250)를 포함한다.
- [0116] 기관(210)은 제1전극(220)이 배치되는 배선기관으로서, 플렉서블(flexible) 디스플레이 장치를 구현하기 위하여 폴리이미드(PI)를 포함할 수 있다. 이외에도 절연성이 있고, 유연성 있는 재질이면 어느 것이라도 사용 가능할 것이다.
- [0117] 제1전극(220)은 기관(210) 상에 위치하며, 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있다. 제1 전극(220)은 데이터 전극의 역할을 하도록 이루어질 수 있다.
- [0118] 전도성 접착층(230)은 제1전극(220)이 위치하는 기관(210)상에 형성된다. 플립 칩 타입(flip chip type)의 발광 소자가 적용된 디스플레이 장치와 같이, 전도성 접착층(230)은 이방성 전도성 필름(Anisotropy Conductive Film, ACF), 이방성 전도 페이스트(paste), 전도성 입자를 함유한 솔루션(solution) 등이 될 수 있다. 다만, 본 실시 예에서도 이방성 전도성 필름에 의하여 전도성 접착층(230)이 구현되는 경우를 예시한다.
- [0119] 기관(210) 상에 제1전극(220)이 위치하는 상태에서 이방성 전도성 필름을 위치시킨 후에, 반도체 발광 소자(250)를 열 및 압력을 가하여 접촉시키면, 반도체 발광 소자(250)가 제1전극(220)과 전기적으로 연결된다. 이때, 반도체 발광 소자(250)는 제1전극(220) 상에 위치되도록 배치되는 것이 바람직하다.
- [0120] 이와 같은 전기적 연결은 전술한 바와 같이, 이방성 전도성 필름에서 열 및 압력이 가해지면 부분적으로 두께 방향으로 전도성을 가지기 때문에 생성된다. 따라서, 이방성 전도성 필름에서는 두께 방향으로 전도성을 가지는 부분과 전도성을 가지지 않는 부분으로 구획된다.
- [0121] 또한, 이방성 전도성 필름은 접착 성분을 함유하기 때문에, 전도성 접착층(230)은 반도체 발광 소자(250)와 제1전극(220) 사이에서 전기적 연결뿐만 아니라 기계적 결합까지 구현한다.
- [0122] 이와 같이, 반도체 발광 소자(250)는 전도성 접착층(230) 상에 위치되며, 이를 통하여 디스플레이 장치에서 개별 화소를 구성한다. 반도체 발광 소자(250)는 휘도가 우수하므로, 작은 크기로도 개별 단위 픽셀을 구성할 수 있다. 이와 같은 개별 반도체 발광 소자(250)의 크기는 예를 들어, 한 변의 길이가 80 μ m 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 예를 들어, 20X80 μ m 이하의 크기가 될 수 있다.

- [0123] 이러한 반도체 발광 소자(250)는 수직형 구조가 될 수 있다.
- [0124] 수직형 반도체 발광 소자들의 사이에는, 제1전극(220)의 길이 방향과 교차하는 방향으로 배치되고, 수직형 반도체 발광 소자(250)와 전기적으로 연결된 복수의 제2전극(240)이 위치한다.
- [0125] 도 9를 참조하면, 이러한 수직형 반도체 발광 소자는 p형 전극(256), p형 전극(256) 상에 형성된 p형 반도체층(255), p형 반도체층(255) 상에 형성된 활성층(254), 활성층(254)상에 형성된 n형 반도체층(253) 및 n형 반도체층(253) 상에 형성된 n형 전극(252)을 포함한다. 이 경우, 하부에 위치한 p형 전극(256)은 제1전극(220)과 전도성 접촉층(230)에 의하여 전기적으로 연결될 수 있고, 상부에 위치한 n형 전극(252)은 후술하는 제2전극(240)과 전기적으로 연결될 수 있다. 이러한 수직형 반도체 발광 소자(250)는 전극을 상/하로 배치할 수 있으므로, 칩 사이즈를 줄일 수 있다는 큰 강점을 가지고 있다.
- [0126] 다시 도 8을 참조하면, 반도체 발광 소자(250)의 일면에는 형광체층(280)이 형성될 수 있다. 예를 들어, 반도체 발광 소자(250)는 청색(B) 광을 발광하는 청색 반도체 발광 소자(251)이고, 이러한 청색(B) 광을 단위 화소의 색상으로 변환시키기 위한 형광체층(280)이 구비될 수 있다. 이 경우에, 형광체층(280)은 개별 화소를 구성하는 적색 형광체(281) 및 녹색 형광체(282) 일 수 있다.
- [0127] 즉, 적색의 단위 화소를 이루는 위치에서, 청색 반도체 발광 소자 상에는 청색 광을 적색(R) 광으로 변환시킬 수 있는 적색 형광체(281)가 적층될 수 있고, 녹색의 단위 화소를 이루는 위치에서는, 청색 반도체 발광 소자 상에 청색광을 녹색(G) 광으로 변환시킬 수 있는 녹색 형광체(282)가 적층될 수 있다. 또한, 청색의 단위 화소를 이루는 부분에는 청색 반도체 발광 소자만 단독으로 이용될 수 있다. 이 경우, 적색(R), 녹색(G), 및 청색(B)의 단위 화소들이 하나의 화소를 이룰 수 있다.
- [0128] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 플립 칩 타입(flip chip type)의 발광 소자가 적용된 디스플레이 장치에서 전술한 바와 같이, 청색, 적색, 녹색을 구현하기 위한 다른 구조가 적용될 수 있다.
- [0129] 다시 본 실시예를 살펴보면, 제2전극(240)은 반도체 발광 소자들(250) 사이에 위치하고, 반도체 발광 소자들(250)과 전기적으로 연결된다. 예를 들어, 반도체 발광 소자들(250)은 복수의 열로 배치되고, 제2전극(240)은 반도체 발광 소자들(250)의 열들 사이에 위치할 수 있다.
- [0130] 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자(250) 사이의 거리가 충분히 크기 때문에 제2전극(240)은 반도체 발광 소자들(250) 사이에 위치될 수 있다.
- [0131] 제2전극(240)은 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있으며, 제1전극과 상호 수직한 방향으로 배치될 수 있다.
- [0132] 또한, 제2전극(240)과 반도체 발광 소자(250)는 제2전극(240)에서 돌출된 연결 전극에 의해 전기적으로 연결될 수 있다. 보다 구체적으로, 연결 전극이 반도체 발광 소자(250)의 n형 전극이 될 수 있다. 예를 들어, n형 전극은 오믹(ohmic) 접촉을 위한 오믹 전극으로 형성되며, 제2전극(240)은 인쇄 또는 증착에 의하여 오믹 전극의 적어도 일부를 덮게 된다. 이를 통하여 제2전극(240)과 반도체 발광 소자(250)의 n형 전극이 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0133] 다시 도 8을 참조하면, 제2전극(240)은 전도성 접촉층(230) 상에 위치될 수 있다. 경우에 따라, 반도체 발광 소자(250)가 형성된 기판(210) 상에 실리콘 옥사이드(SiO_x) 등을 포함하는 투명 절연층(미도시)이 형성될 수 있다. 투명 절연층이 형성된 후에 제2전극(240)을 위치시킬 경우, 제2전극(240)은 투명 절연층 상에 위치하게 된다. 또한, 제2전극(240)은 전도성 접촉층(230) 또는 투명 절연층에 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0134] 만약 반도체 발광 소자(250) 상에 제2전극(240)을 위치시키기 위하여는 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명 전극을 사용한다면, ITO 물질은 n형 반도체층과는 접촉성이 좋지 않은 문제가 있다. 따라서, 본 발명은 반도체 발광 소자(250) 사이에 제2전극(240)을 위치시킴으로써, ITO와 같은 투명 전극을 사용하지 않아도 되는 이점이 있다. 따라서, 투명한 재료 선택에 구속되지 않고, n형 반도체층과 접촉성이 좋은 전도성 물질을 수평 전극으로 사용하여 광추출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0135] 다시 도 8을 참조하면, 반도체 발광 소자(250) 사이에는 격벽(290)이 위치할 수 있다. 즉, 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자(250)를 격리시키기 위하여 수직형 반도체 발광 소자(250) 사이에는 격벽(290)이 배치될 수 있다. 이 경우, 격벽(290)은 개별 단위 화소를 서로 분리하는 역할을 할 수 있으며, 전도성 접촉층(230)과 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 이방성 전도성 필름에 반도체 발광 소자(250)가 삽입됨에 의하여 이방성 전도성 필

름의 베이스 부재가 격벽(290)을 형성할 수 있다.

- [0136] 또한, 이방성 전도성 필름의 베이스 부재가 블랙이면, 별도의 블랙 절연체가 없어도 상기 격벽(290)이 반사 특성을 가지는 동시에 대비비(contrast)가 증가될 수 있다.
- [0137] 다른 예로서, 격벽(290)으로서, 반사성 격벽이 별도로 구비될 수 있다. 격벽(290)은 디스플레이 장치의 목적에 따라 블랙(Black) 또는 화이트(White) 절연체를 포함할 수 있다.
- [0138] 만일 제2전극(240)이 반도체 발광 소자(250) 사이의 전도성 접촉층(230) 상에 바로 위치된 경우, 격벽(290)은 수직형 반도체 발광 소자(250) 및 제2전극(240)의 사이 사이에 위치될 수 있다. 따라서, 반도체 발광 소자(250)를 이용하여 작은 크기로도 개별 단위 픽셀을 구성할 수 있고, 반도체 발광 소자(250)의 거리가 상대적으로 충분히 크게 되어 제2전극(240)을 반도체 발광 소자(250) 사이에 위치시킬 수 있고, HD 화질을 가지는 플렉서블 디스플레이 장치를 구현할 수 있는 효과가 있게 된다.
- [0139] 또한, 도 8에 도시된 바와 같이, 대비비(contrast) 향상을 위하여 각각의 형광체 사이에는 블랙 매트릭스(291)가 배치될 수 있다. 즉, 이러한 블랙 매트릭스(291)는 명암의 대조를 향상시킬 수 있다.
- [0140] 상기에서 설명된 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치에서는 반도체 발광 소자가 플립 칩 타입으로 배선 기판에 배치되어 개별 화소로 이용된다.
- [0142] 도 10은 전도성 접촉층을 이용하여 발광 소자를 장착하는 과정의 일례를 나타내는 개략도이다.
- [0143] 위에서 설명한 바와 같이, 전도성 접촉층(30)은 비전도성 접촉층(페이스트; paste; 31)에 다수의 도전볼(32)이 분산된 상태를 이룰 수 있다. 이때, 접촉층(31) 전체에 걸쳐 도전볼(32)은 분포될 수 있다.
- [0144] 여기서, 전도성 접촉층(30)은 이방성 전도성 필름(anisotropic conductive film, ACF)일 수 있다.
- [0145] 도 10의 (a)에서 도시하는 바와 같이, 제1 전극(41)과 제2 전극(42)이 동일면 상에 위치하는 수평형 발광 소자(40) 상에 이러한 전도성 접촉층(30)을 위치시키면 도 10의 (b)와 같은 상태가 될 수 있다.
- [0146] 위에서 설명한 바와 같이, 이방성 전도 매질은 예를 들어, 도전볼이나 전도성 입자가 될 수 있다. 예를 들어, 이방성 전도성 필름(ACF)은 도전볼(32)이 절연성 베이스 부재(접착층; 31)에 혼합된 형태의 필름으로서, 열 및/또는 압력이 가해지면 특정 부분만 도전볼(32)에 의하여 전도성을 가지게 된다.
- [0148] 도 11은 전도성 접촉층에 의하여 부착된 발광 소자의 실제 예를 나타내는 사진이다.
- [0149] 도시하는 바와 같이, 도전볼이 발광 소자(40)와 전극 사이에서는 전도성을 가지게 되어 부착되어 있으나(발광 소자에 의하여 가려져 보이지 않음), 그 외의 부분에는 전도성을 가지지 않는 도전볼(32)들이 분포하게 된다.
- [0150] 도 12는 전도성 접촉층을 이용하여 발광 소자를 장착하는 과정의 일례를 나타내는 단면 개략도이다.
- [0151] 도 12를 참조하면, 도전볼(32)에 의하여 발광 소자(40)가 기판(60)에 합착되는 상태를 도시하고 있다.
- [0152] 즉, 발광 소자(40)의 전극(41)과 기판(60) 상의 전극(예를 들어, 애노드; 61)은 접촉층(31) 상에 분산된 도전볼(32)에 의하여 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0153] 이 과정에서, 도전볼(32)이 발광 소자(40)의 전극(41)과 기판(60) 상의 전극(61) 사이에 위치한 상태로 상측에서 합착 압력(P)을 가하게 되는데, 이러한 합착 압력(P)에 의하여 도전볼(32)이 발광 소자(40)의 전극(41)과 기판(60) 상의 전극(61) 사이를 전기적으로 연결하게 된다.
- [0154] 그런데, 이러한 합착 압력(P) 작용 시, 접촉층(31)은 주변 방향으로 흐르게 된다(F). 즉, 합착 압력(P)의 작용에 의하여 주변 방향으로의 접촉층(31)의 흐름(F)이 발생하게 된다.
- [0155] 이러한 접촉층(31)의 흐름에 의하여 도전볼(32)이 접촉층(31)과 함께 흐르면서 발광 소자(40)의 전극(41)과 기판(60) 상의 전극(61) 사이가 전기적으로 연결되지 않는(회로 Open) 상태가 발생할 수 있다.
- [0156] 특히, 수 개의 발광 소자(40)는 전기적 연결이 가능하더라도, 디스플레이에 이용되는 많은 발광 소자(40) 어레이 전체의 전기적 연결에는 한계가 있을 수 있다. 즉, 디스플레이 장치의 서브 픽셀로 이용되는 발광 소자(40) 어레이 전체의 전기적 연결에 있어서 다수의 발광 소자(40)가 기판(60)의 전극(61)에 전기적으로 연결되지 않는

현상(Open)이 발생할 수 있다.

- [0157] 또한, 이러한 현상을 개선하기 위하여 도전볼(32)의 개수를 증가시키게 되면 발광 소자(40)의 두 전극(41, 42; 도 10 참조) 사이에 단락(short)이 하는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0158] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 상술한 전도성 접착층(30)의 사용 시의 문제점을 해결할 수 있는 발광 소자 조립체(350; 도 13 참조) 구조 및 이 발광 소자 조립체(350) 구조를 이용하여 개별 서브 픽셀을 구성하는 디스플레이 장치를 제공하고자 한다.
- [0159] 이러한 본 발명의 일 실시예에 의하면, 도전볼이 발광 소자의 전극 상에만 국부적으로 위치할 수 있고, 이로 인하여, 위에서 설명한 종래의 전도성 접착층(30)의 사용 시의 문제점을 해결할 수 있다.
- [0160] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 의한 전도성 접착층을 이용하여 발광 소자를 장착하는 과정을 나타내는 개략도이다.
- [0161] 도 13을 참조하면, 도전볼(355)은 발광 소자(351)의 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에만 국부적으로 위치할 수 있다(localized). 그리고 이러한 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에만 국부적으로 위치한 도전볼(355)은 접착층(356)에 의하여 피복될 수 있다.
- [0162] 도 13의 (a)에서 도시하는 바와 같이, 제1 전극(352)과 제2 전극(353)이 동일면 상에 위치하는 수평형 발광 소자(351) 상에 이러한 도전볼(355)이 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에만 국부적으로 위치하도록 구성하고 접착층(345)을 피복시키면 도 13의 (b)와 같은 상태가 될 수 있다.
- [0163] 이러한 발광 소자(351) 상에는 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에만 도전볼(355)이 국부적으로 위치하여 이 방성 전도 매질을 이루게 된다. 이와 같이, 발광 소자(351) 상에는 도전볼(355)이 절연성 베이스 부재(접착층; 356)에 혼합된 형태의 필름이 위치하게 되어 발광 소자 조립체(350)를 이루게 된다.
- [0164] 이때, 발광 소자 조립체(350)에 열 및/또는 압력이 가해지면 발광 소자(351)의 제1 전극(352)과 제2 전극(353) 부분만 도전볼(355)에 의하여 전도성을 가지게 된다.
- [0165] 또한, 도전볼(355)을 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에만 국부적으로 위치하도록 하기 위하여 별도의 접착층(354; 도 15 참조)이 구비될 수 있다. 이러한 접착층(354)은 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 서로 이격되어 위치할 수 있다. 즉, 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 각각을 분리하여 덮도록 구비될 수 있다.
- [0166] 한편, 수평형 발광 소자 대신에 수직형 발광 소자가 이용될 수도 있다.
- [0168] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 의한 전도성 접착층에 의하여 부착된 발광 소자의 실제 예를 나타내는 사진이다.
- [0169] 도시하는 바와 같이, 도전볼(355)이 발광 소자(351)의 제1 전극(351)과 제2 전극(353) 상에만 국부적으로 위치하는 것을 확인할 수 있다.
- [0170] 이와 같이, 도전볼(355)이 발광 소자(351)의 제1 전극(351)과 제2 전극(353) 상에만 국부적으로 위치할 수 있으므로, 위에서 설명한 바와 같은, 디스플레이 장치 제작 시, 일부 발광 소자가 정상적으로 전기적으로 연결되지 않거나 두 전극이 단락되는 현상을 방지할 수 있다.
- [0172] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치를 나타내는 단면도이다.
- [0173] 도 15를 참조하면, 복수의 구획된 애노드 전극(340), 이 애노드 전극(340)의 일측에 위치하는 캐소드 전극(342) 및 각각의 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)과 전기적으로 연결되어 개별 서브 픽셀들을 구성하는 다수의 발광 소자(350) 조립체를 포함할 수 있다.
- [0174] 이러한 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)은 기판(310) 상에 쌍을 이루어 배열될 수 있다. 여기서, 기판(310)은 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor; TFT) 기판일 수 있다. 즉, 이러한 박막 트랜지스터 기판(310) 상에 배열되는 발광 소자 조립체는 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치를 구현할 수 있다.
- [0175] 즉, 도 15를 참조하면, AM(active matrix) 구조의 디스플레이 장치(300)를 도시하고 있다. 그러나 본 발명은 AM 구조에 한정되지 않으며, PM(passive matrix) 구조의 디스플레이 장치로도 구현될 수 있음은 물론이다.

- [0176] 여기서, 애노드(Anode) 전극(340)은 스위칭 트랜지스터의 역할을 하는 박막 트랜지스터(311)의 드레인 전극(Drain)과 비아(via) 전극(341)을 통하여 연결될 수 있다.
- [0177] 박막 트랜지스터 기관(310)은 다수의 개별 박막 트랜지스터(311)를 포함할 수 있다. 이러한 박막 트랜지스터(311)는 게이트 전극(Gate), 이 게이트 전극(Gate) 상에 위치하는 게이트 절연체(Gate Insulator; GI), 이 게이트 절연체(GI) 상에 위치하는 드레인 전극(Drain) 및 소스 전극(Source)을 포함할 수 있다. 이하, 이러한 박막 트랜지스터 기관(310)에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0178] 각 서브 픽셀들(350)에 대응하는 절연층(320)에는 색보정층(330)이 위치할 수 있다. 이러한 색보정층(330)은 각 화소의 색상을 보정할 수 있다.
- [0179] 박막 트랜지스터 기관(310) 상에는 평탄화층(312)이 위치할 수 있고, 이러한 평탄화층 상에는 절연층(320)이 위치할 수 있다. 휘어지는 디스플레이를 구현하는 경우, 이러한 절연층(320)은 폴리머로 형성될 수 있다. 이때, 절연층(320)은 폴리머 절연층(320)이라고 부를 수 있다. 또한, 발광 소자 조립체(350)의 조립을 위하여 이러한 폴리머 절연층(320)의 두께는 조절될 수 있다. 예를 들어, 폴리머 절연층(320)의 두께는 도전볼(355)의 지름보다 작을 수 있다. 이에 대해서는 자세히 후술한다.
- [0180] 이러한 절연층(320) 상에는 개별 박막 트랜지스터(311)와 각각 연결되는 애노드 전극(양전극; 340)이 배치될 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 개별 박막 트랜지스터(311)와 애노드 전극(340)은 평탄화층(312)과 절연층(320)을 관통하는 비아 전극(341)을 통하여 연결될 수 있다.
- [0181] 위에서 언급한 바와 같이, 발광 소자 조립체(350)는, 발광 소자(351), 발광 소자(351) 상에 위치하고 애노드 전극(340)과 도전볼(355)에 의하여 전기적으로 연결되는 제1 전극(352), 발광 소자(351) 상에 위치하고 캐소드 전극(342)과 도전볼(355)에 의하여 전기적으로 연결되는 제2 전극(353)을 포함할 수 있다.
- [0182] 또한, 발광 소자 조립체(350)는, 제1 전극(352)과 제2 전극(353) 상에 서로 이격되어 위치하는 제1 접착층(354) 및 이 제1 접착층(354) 상에 위치하는 비 전도성의 제2 접착층(Non-conducting film (NCF); 356)을 포함할 수 있다.
- [0183] 이때, 제2 접착층(356)은, 서로 이격되어 위치하는 두 위치의 제1 접착층(354)을 덮을 수 있다. 또한, 제2 접착층(356)은 발광 소자(351) 전체를 덮을 수 있다.
- [0184] 도 15를 참조하면, 도전볼(355)은 제1 접착층(354) 상에 국부적으로 위치할 수 있다. 즉, 도전볼(355)은 애노드 전극(340)과 제1 전극(352) 사이, 그리고 캐소드 전극(342)과 제2 전극(352) 사이에 국부적으로 위치할 수 있다. 이러한 국부적으로 위치하는 도전볼(355)은 위에서 확인된 바 있다.
- [0185] 제1 접착층(354)은 전도성 또는 비 전도성 접착층일 수 있다. 도 15에서는 편의상 도전볼(355)이 제1 접착층(354)과 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342) 사이에 위치하는 상태를 도시하고 있다. 그러나, 실제로, 도전볼(355)은 제1 접착층(354)을 침투하여 각각 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)에 접촉할 수 있다.
- [0186] 또한, 위에서 설명한 바와 같이, 발광 소자 조립체(350)의 합작 과정에서 발광 소자 조립체(350)는 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342) 상에 위치한 상태로 압력이 가해지게 되며, 이때, 도전볼(355)은 제1 접착층(354) 및 제2 접착층(355)을 침투하여 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)을 각각 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)과 전기적으로 연결하게 된다. 또한, 실제로 도전볼(355)의 형상은 구형에서 예를 들면 타원형으로 변형될 수 있다.
- [0187] 한편, 이러한 애노드 전극(340)과 제1 전극(352) 사이, 그리고 캐소드 전극(342)과 제2 전극(352) 사이에 국부적으로 위치하는 도전볼(355)은 이방성 전도성 필름(ACF)을 패터닝하여 이루어질 수도 있다.
- [0188] 또한, 제1 접착층(354) 및 제2 접착층(355) 중 적어도 어느 하나는 TiO_2 와 같은 색상을 낼 수 있는 착색 물질을 이용하여, 백색, 흑색 또는 그 외의 색상으로 착색이 가능하다.
- [0190] 도 16 내지 도 26은 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 과정을 나타내는 단면도이다.
- [0191] 이하, 도 16 내지 도 26을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 의한 디스플레이 장치의 제조 과정을 상세히 설명한다.

- [0192] 먼저, 도 16을 참조하면, 제1 기판(400) 상에 배열된 발광 소자(351)가 준비될 수 있다. 이러한 제1 기판(400) 상에는 디스플레이 장치의 개별 서브 픽셀을 이루는 발광 소자(351)가 다수 개 될 수 있다. 도 16에서는 두 개의 발광 소자(351)가 도시되어 있으나, 이는 예시일 뿐이며, 디스플레이 장치의 픽셀 간격(픽셀 피치)에 맞게 구획된 다수의 발광 소자(351)가 제1 기판(400) 상에 구비될 수 있다.
- [0193] 이때, 제1 기판(400)은 발광 소자(351)가 성장된 성장 기판일 수 있다. 예를 들어, 발광 소자(351)는 질화 갈륨 계열 반도체 발광 소자일 수 있다. 또한, 예를 들어, 제1 기판(400)은 사파이어 기판일 수 있다.
- [0194] 이러한 개별 발광 소자(351)는 제1 기판(400) 상에 발광 소자(351) 형성을 위한 반도체층이 형성된 후 노광 및 식각 공정 등을 통하여 구획되고 형상화되고, 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)이 각각 형성되어 개별 서브 픽셀을 이루는 발광 소자(351)로 제작될 수 있다. 이와 같은 노광 및 식각 공정(이하, 포토 공정이라 칭한다)은 매우 정밀도가 높은 공정으로서, 이러한 포토 공정으로 제작된 발광 소자(351)가 박막 트랜지스터 기판(310)에 그대로 전사된다면 고해상도 디스플레이 장치를 구현하는데 매우 유리할 수 있다.
- [0195] 따라서, 본 발명의 일 실시예는 성장 기판 상에 성장되고 구획되어 개별 단위 서브 픽셀을 이루는 발광 소자(351)를 박막 트랜지스터 기판(310)에 직접적으로 전사할 수 있는 방안을 제공할 수 있다.
- [0196] 도 16을 참조하면, 개별 발광 소자(351) 상에는 동일 면에 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)이 서로 이격되어 구비될 수 있다. 즉, 발광 소자(351)는 수평형 발광 소자일 수 있다.
- [0197] 이때, 위에서 설명한 바와 같이, 개별 발광 소자(351)들은 매우 정밀한 거리 간격으로 제1 기판(400) 상에 배열된 상태일 수 있다.
- [0198] 이후, 도 17을 참조하면, 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 제1 접착층(354)을 형성할 수 있다. 도시하는 바와 같이, 이러한 제1 접착층(354)은 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 각각을 덮도록 형성될 수 있다. 따라서, 제1 접착층(354)은 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에서 서로 이격되어 위치할 수 있다. 그러나 경우에 따라서, 제1 접착층(354)은 개별 발광 소자(351) 사이의 위치에도 형성될 수도 있다.
- [0199] 한편, 제1 접착층(354)은 전도성 또는 비 전도성일 수 있다.
- [0200] 이와 같이, 제1 접착층(354)은 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 형성될 수 있다. 이에 따라, 제1 접착층(354)은 제1 전극(352) 및/또는 제2 전극(353)과 실질적으로 동일한 형상을 가질 수 있다. 이때, 제1 접착층(354)의 크기는 제1 전극(352) 및/또는 제2 전극(353)보다 클 수 있다.
- [0201] 다음, 도 18 및 도 19를 참조하면, 제1 접착층(354) 상에 도전볼(355)을 위치시킬 수 있다. 이때, 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 위치하는 제1 접착층(354)의 상면에만 도전볼(355)이 위치하게 되어, 결국 도전볼(355)은 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 위치할 수 있다.
- [0202] 이러한 도전볼(355)을 제1 접착층(354)의 상면에 부착시키는 방법은 도 18 및 도 19에서 도시하는 바와 같이, 도전볼(355)이 분산된 시트(500)를 이용할 수 있다.
- [0203] 즉, 도전볼(355)이 분산된 시트(500) 상에 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 위치하는 제1 접착층(354)을 접촉시켜서 도전볼(355)을 제1 접착층(354)의 상면에 부착시킬 수 있다.
- [0204] 한편, 도 20에서 도시하는 바와 같이, 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 위치하는 제1 접착층(354) 상에 노즐(510)을 통하여 도전볼(355)을 살포함으로써 동일하게 도전볼(355)을 제1 접착층(354)의 상면에 부착시킬 수 있다.
- [0205] 도 21에서는 이러한 과정에 의하여 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 위치하는 제1 접착층(354)의 상면에만 도전볼(355)이 부착된 상태를 도시하고 있다.
- [0206] 한편, 위에서 언급한 바와 같이, 캐소드 전극(342)과 제2 전극(352) 사이에 국부적으로 위치하는 도전볼(355)은 이방성 전도성 필름(ACF)을 패터닝하여 이루어질 수도 있다.
- [0207] 다음, 도 22를 참조하면, 이러한 제1 전극(352) 및 제2 전극(353) 상에 국부적으로 위치하는 제1 접착층(354)의 상면에만 부착된 도전볼(355)을 제2 접착층(356)을 이용하여 피복할 수 있다.
- [0208] 이러한 제2 접착층(356)은 발광 소자(351) 전체를 피복할 수 있다. 이와 같이, 제2 접착층(356)에 의하여 피복된 발광 소자(351)는 발광 소자 조립체(350)를 이룰 수 있다.

- [0209] 이때, 제2 접착층(356)의 형상은 대략 발광 소자(351)의 형상과 동일할 수 있다.
- [0210] 이후, 도 23을 참조하면, 제2 기판(310) 상에 발광 소자 조립체(350)를 부착할 수 있다.
- [0211] 즉, 도전볼(355)을 이용하여 개별 발광 소자(351)의 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)을 제2 기판(310) 상에 배치된 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)에 접합시킬 수 있다.
- [0212] 구체적으로, 발광 소자 조립체(350)의 제2 접착층(356)이 제2 기판(310)의 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)을 향하도록 하여, 이 제2 접착층(356)을 제2 기판(310)에 접합시킨다.
- [0213] 이때, 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)을 제2 기판(310) 상에 배치된 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)의 위치에 정렬하여 발광 소자 조립체(350)를 제2 기판(310) 상에 배치된 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)에 접합시킬 수 있다.
- [0214] 이후, 압력을 가하여, 도전볼(355)이 제1 전극(352)과 애노드 전극(340) 사이에 접촉하여, 제1 전극(352)과 애노드 전극(340)이 전기적으로 연결될 수 있다. 이때, 경우에 따라, 열이 함께 가해질 수도 있다.
- [0215] 또한, 도전볼(355)이 제2 기판(310)과 캐소드 전극(342) 사이에 접촉하여, 제2 기판(310)과 캐소드 전극(342)이 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0216] 이때, 위에서 설명한 바와 같이, 제2 기판(310)은 액티브 매트릭스 형태의 디스플레이를 구현할 수 있는 박막 트랜지스터 기판일 수 있다.
- [0217] 다음, 도 24를 참조하면, 제1 기판(400)을 제거할 수 있다.
- [0218] 위에서 설명한 바와 같이, 제1 기판(400)은 발광 소자(351)의 성장 기판으로서, 일례로 사파이어 기판일 수 있다. 제1 기판(400)은 레이저 리프트 오프, 화학적 리프트 오프 방법 등에 의하여 제거될 수 있다.
- [0219] 즉, 제1 기판(400) 측에서 발광 소자 조립체(350)를 향하여 레이저를 조사하여 발광 소자(351)의 성장면과 제1 기판(400) 사이의 계면이 분리될 수 있다.
- [0220] 도 23 및 도 24는 전체 발광 소자 조립체(350)를 동시에 또는 그룹으로 부착하는 상태를 도시하고 있다.
- [0221] 그러나, 도 25 및 도 26에서 도시하는 바와 같이, 일부 발광 소자 조립체(350)를 선택적으로 조립하는 것도 가능하다. 예를 들어, 색상 별로 발광 소자 조립체(350)를 조립하거나, 특정 목적으로 발광 소자 조립체(350)의 그룹을 나누어 그룹별로 발광 소자 조립체(350)를 조립할 수 있다.
- [0222] 일례로, 청색 발광 소자 조립체(350)를 먼저 선택적으로 부착하고, 이후에 녹색 발광 소자 조립체(350)를 부착하는 등의 방법이 가능하다.
- [0223] 도 25를 참조하면, 일측의 발광 소자 조립체(350)만 제2 기판(310)에 부착되는 상태를 도시하고 있다. 이후, 도 26을 참조하면, 이러한 부착된 발광 소자 조립체(350)만 제1 기판(400)으로부터 선택적으로 분리될 수 있다.
- [0224] 도 24 및 도 26에서, 편의상 도전볼(355)이 제1 접착층(354)과 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342) 사이에 위치하는 상태를 도시하고 있다. 그러나, 실제로, 도전볼(355)은 제1 접착층(354)을 침투하여 각각 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)에 접촉할 수 있다.
- [0225] 또한, 위에서 설명한 바와 같이, 발광 소자 조립체(350)의 합착 과정에서 발광 소자 조립체(350)는 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342) 상에 위치한 상태로 압력이 가해지게 되며, 이때, 도전볼(355)은 제1 접착층(354) 및 제2 접착층(355)을 침투하여 애노드 전극(340) 및 캐소드 전극(342)을 각각 제1 전극(352) 및 제2 전극(353)과 전기적으로 연결하게 된다. 또한, 실제로 도전볼(355)의 형상은 구형에서 예를 들면 타원형으로 변형될 수 있다.
- [0227] 도 27은 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 발광 소자가 접합된 상태를 나타내는 사진이다. 또한, 도 28은 도 27의 상태에서 발광 소자가 점등된 상태를 나타내는 사진이다.
- [0228] 도 27을 참조하면, 발광 소자(351) 외측에 제2 접착층(356)이 위치하는 상태가 나타나 있다.
- [0229] 도전볼(355)은 모두 발광 소자(351)의 전극 아래에 위치한 상태이므로 사진에서는 나타나지 않는다. 즉, 도전볼(355)은 발광 소자(351)의 전극 상에만 국부적으로 위치한 상태로 위치한 상태에서, 발광 소자(351)가 합착되

로, 도전볼(355)이 그 외의 위치에는 보이지 않는다.

- [0230] 도 28은 이와 같이 접합된 발광 소자(351)에서 점등이 일어나는 상태를 도시하고 있다.
- [0232] 도 29는 발광 소자가 도전볼에 의하여 전극에 접합된 상태의 일례를 나타내는 단면 사진이다. 또한, 도 30은 본 발명의 일 실시예에 의한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제2 기판을 나타내는 단면도이다.
- [0233] 위에서 설명한 바와 같이, 박막 트랜지스터 기판(310) 상에는 평탄화층(312)이 위치할 수 있고, 이러한 평탄화층 상에는 절연층(320)이 위치할 수 있다. 휘어지는 디스플레이를 구현하는 경우, 이러한 절연층(320)은 폴리머로 형성될 수 있다. 이때, 절연층(320)은 폴리머 절연층(320; PAC)이라고 부를 수 있다.
- [0234] 이때, 발광 소자 조립체(350)의 조립을 위하여 이러한 폴리머 절연층(320)의 두께는 조절될 수 있다. 예를 들어, 폴리머 절연층(320)의 두께는 도전볼(355)의 지름보다 작을 수 있다.
- [0235] 위에서 설명한 바와 같이, 발광 소자(351; LED)는 압력을 가하여 전극(340, 342)에 함착된다. 그런데, 폴리머 절연층(320)의 두께가 두꺼운 경우에는, 도 29에서 A 부분에 표시된 바와 같이, 압력에 의하여 전극(340, 342)이 붕괴되는 현상이 발생할 수 있다.
- [0236] 이러한 압력에 의하여 전극(340, 342)이 붕괴되는 현상은 폴리머 절연층(320)의 두께(T)에 따라 개선될 수 있다. 예를 들어, 이 폴리머 절연층(320)의 두께(T)에 따라, 발광 소자(351) 함착에 필요한 압력이 하층의 평탄화층(312)으로 분산될 수 있다.
- [0237] 일례로, 폴리머 절연층(320)의 두께(T)가 도전볼(355)의 지름보다 작다면, 이러한 압력의 전파(propagation)는 하층의 단단한 유리질의 평탄화층(312)으로 효과적으로 퍼져 나갈 수 있다.
- [0238] 보다 바람직하게는, 이러한 폴리머 절연층(320)의 두께(T)는 도전볼(355)의 지름의 70% 이하일 수 있다. 그러나, 절연성 본연의 특성을 위하여, 또는, 색보정층(330)의 구비를 위하여, 이러한 폴리머 절연층(320)의 두께(T)는 도전볼(355)의 지름의 절반(50%) 이상일 수 있다. 즉, 폴리머 절연층(320)의 두께(T)는 도전볼(355)의 지름의 50% 내지 100%의 두께를 이룰 수 있다. 또한, 위에서 설명한 바와 같이, 폴리머 절연층(320)의 두께(T)는 도전볼(355)의 지름의 50% 내지 70%의 두께를 이룰 수 있다.
- [0240] 이상과 같이, 본 발명의 실시예에 의하면, 발광 소자(351)를 성장 기판(400)에서 박막 트랜지스터 기판(310)으로 직접 전사하는 것이 가능하다.
- [0241] 이때, 위에서 설명한 바와 같은, 도전볼에 의한 문제점들, 즉, 일부 발광 소자가 전기적으로 연결되지 않는되거나, 하나의 발광 소자의 두 전극이 단락된다거나 하는 문제점은 발생하지 않을 수 있다.
- [0242] 이와 같이, 발광 소자(351)를 성장 기판(400)에서 박막 트랜지스터 기판(310)으로 직접 전사하는 것이 가능하므로, 고해상도 디스플레이 장치를 구현하는데 매우 유리할 수 있다.
- [0243] 만일, 도너 기판 등의 중간 전사 기판을 거친다면, 정밀한 포토 공정으로 제작된 발광 소자(351)의 배열이 흐트러질 수 있기 때문이다. 이 과정에서 배열의 위치의 정밀도가 저하될 수 있다.
- [0244] 따라서, 정밀한 포토 공정으로 제작된 발광 소자(351)가 박막 트랜지스터 기판(310)에 그대로 전사된다면 고해상도 디스플레이 장치를 구현하는데 매우 유리할 수 있다.
- [0245] 더욱이, 본 발명에 의하면 기존의 도전볼 사용에 의한 문제점을 해결할 수 있으므로 마이크로 LED 디스플레이 장치의 신뢰성, 정밀도 및 양산성을 크게 향상시킬 수 있는 것이다.
- [0246] 또한, 박막 트랜지스터 기판 상의 원하는 위치에 선택적으로 발광 소자를 장착할 수 있어, 유무기 발광 소자의 혼합(hybrid) 조합으로 디스플레이 장치를 제작할 수 있고, 따라서, LED(무기 발광 소자)와 OLED(유기 발광 소자)의 장점을 취합한 소자의 개발이 가능하다.
- [0247] 특히, LED의 경우, OLED와 달리, 수분 방지층이 없어 적층이 단순하므로, 휘어질 수 있는 디스플레이(flexible display)에 적합할 수 있다. 예를 들어, 도 15를 참조하면, 발광 소자 조립체(350)의 크기는 확대되어 표시되어 있으나, 이러한 발광 소자 조립체(350)가 전체 디스플레이 장치(300)에서 차지하는 면적은 매우 좁은 편이며, 나머지 부분은 대부분 휘어질 수 있는 물성/구조를 가질 수 있다.

[0248] 따라서, 본 발명의 실시예에 의한 디스플레이 장치(300)는 휘어질 수 있는 디스플레이(flexible display)에 적합한 것이다.

[0250] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.

[0251] 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[0252] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0253] 300: 디스플레이 장치

310: 박막 트랜지스터 기관

340: 애노드 전극 342: 캐소드 전극

350: 발광 소자 조립체

351: 발광 소자

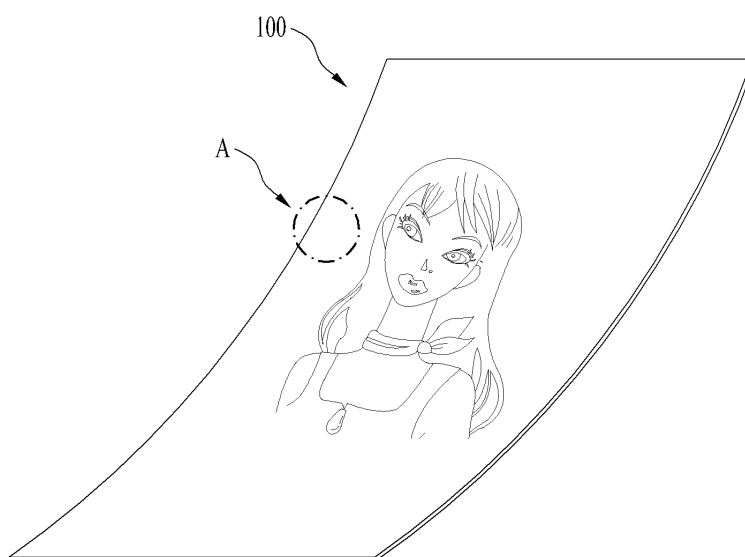
352: 제1 전극 353: 제2 전극

354: 제1 접착층 355: 도전볼

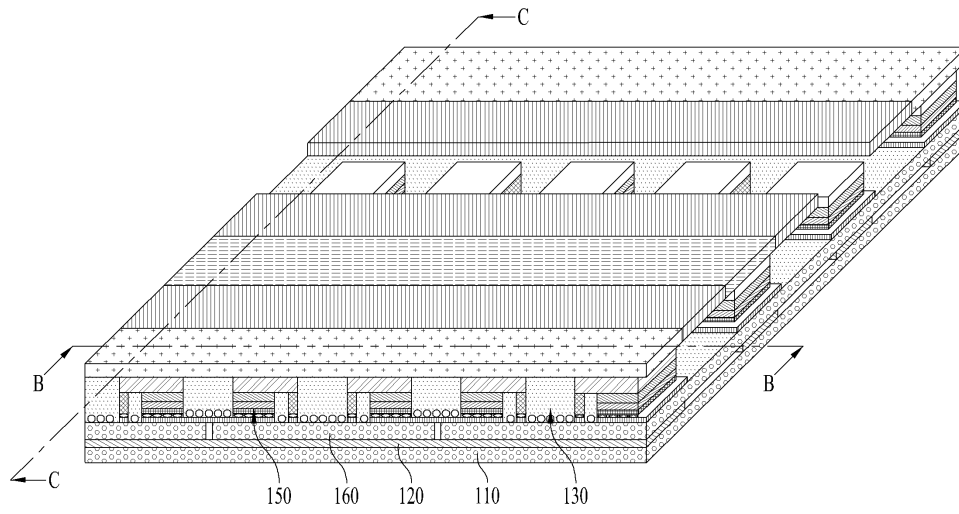
356: 제2 접착층

도면

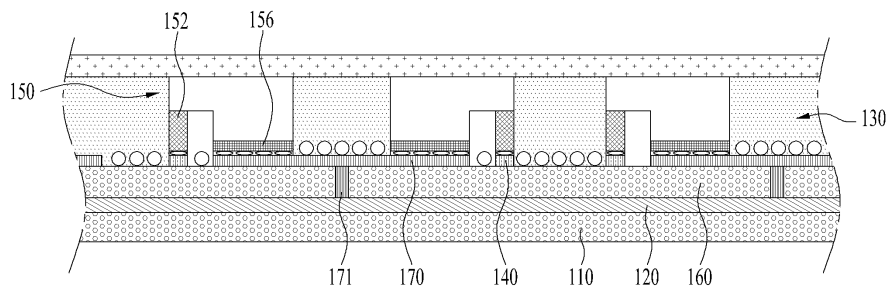
도면1



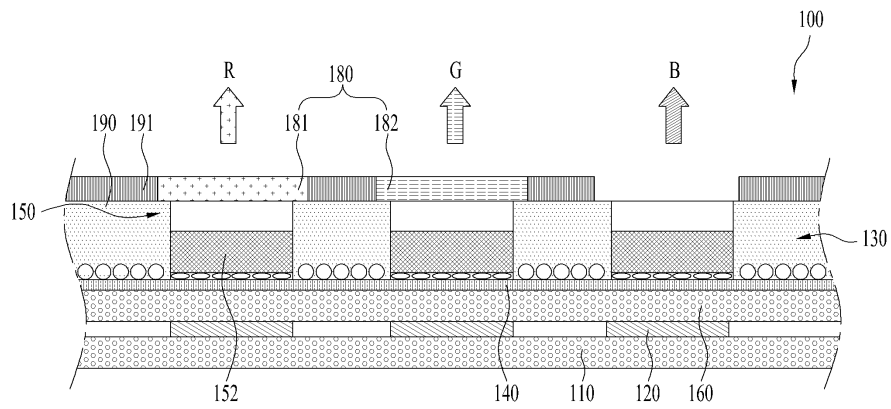
도면2



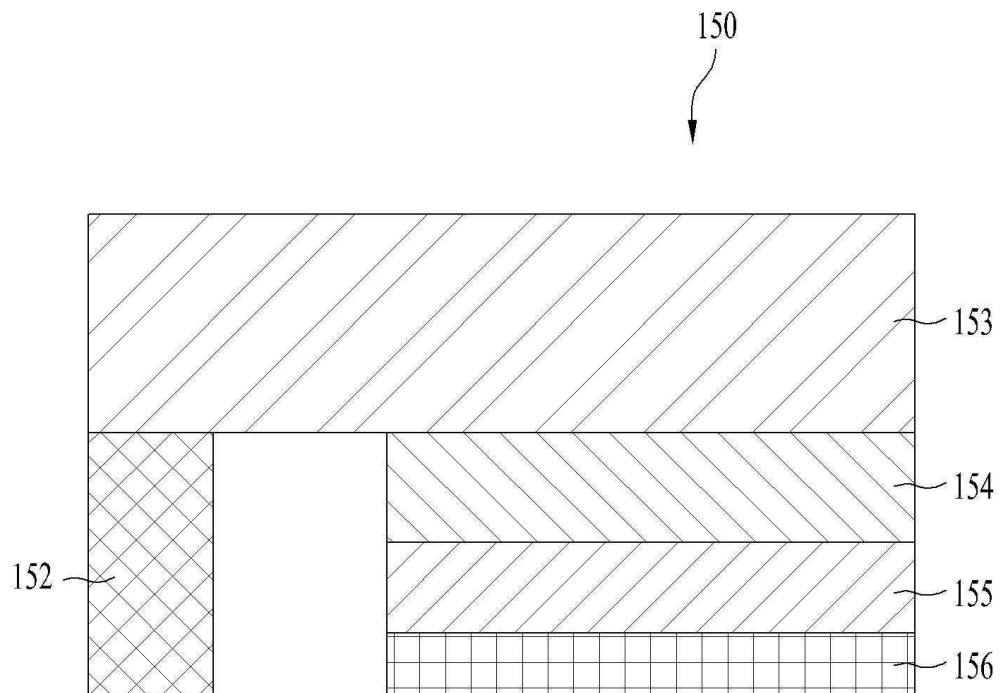
도면3a



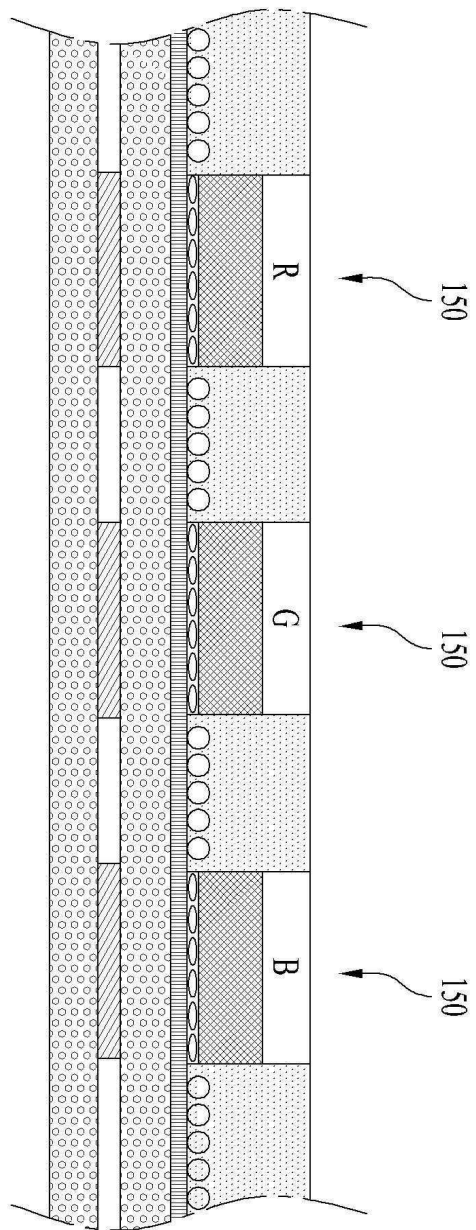
도면3b



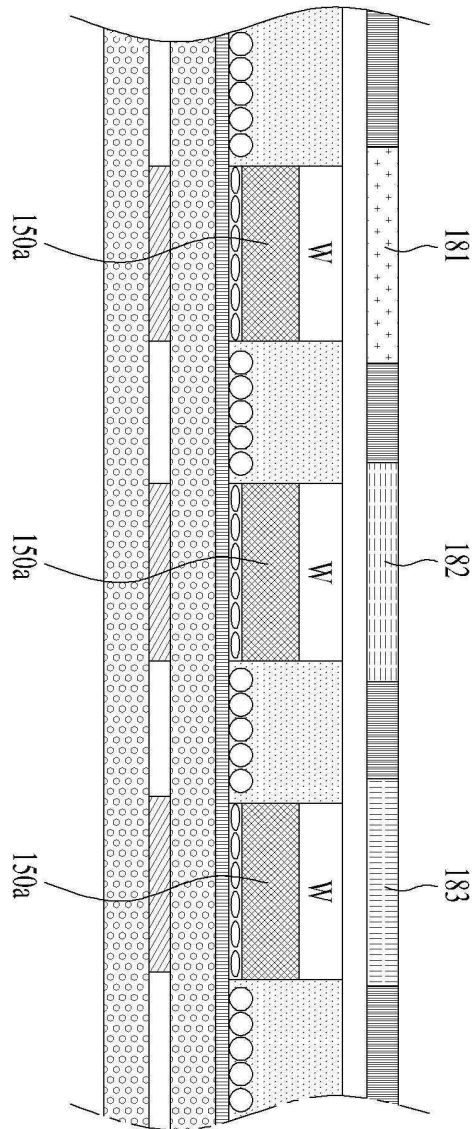
도면4



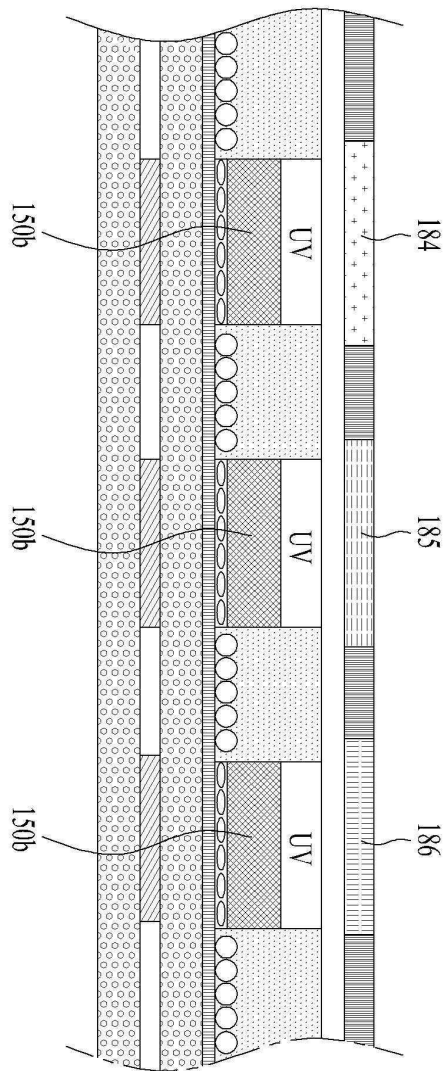
도면5a



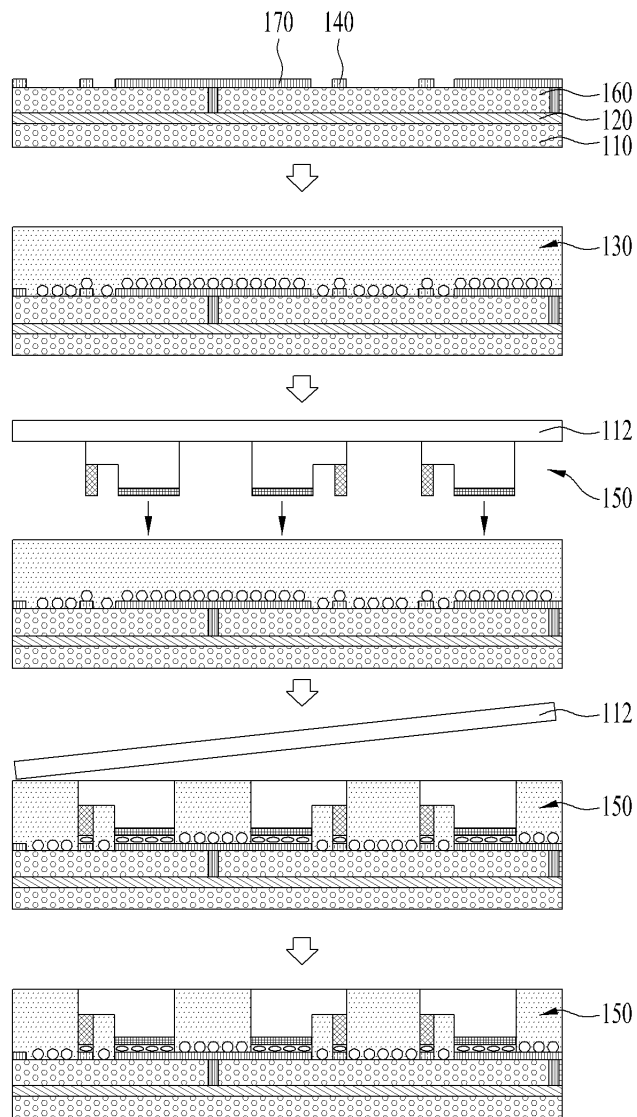
도면5b



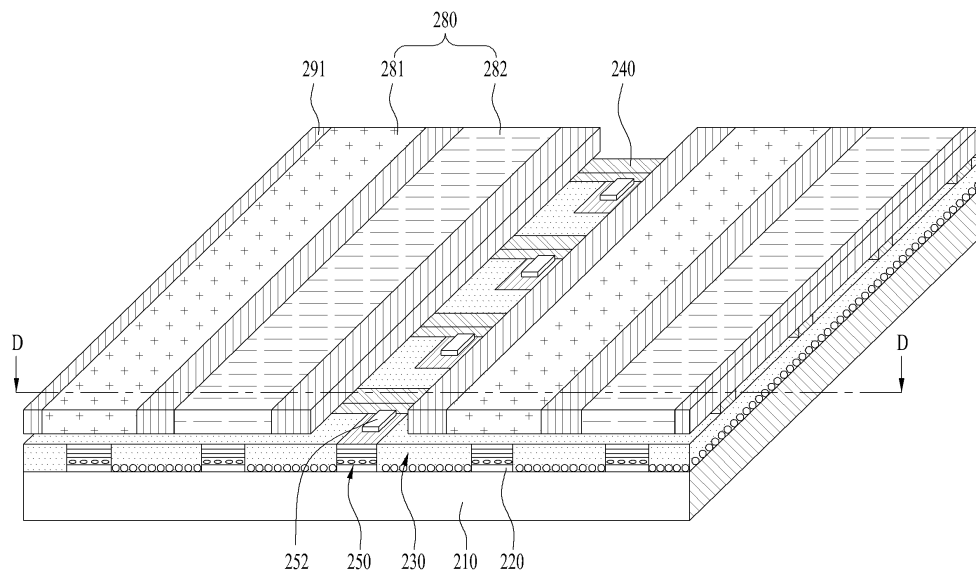
도면5c



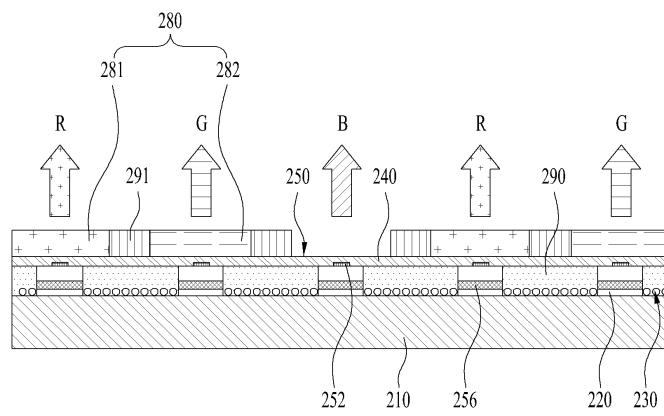
도면6



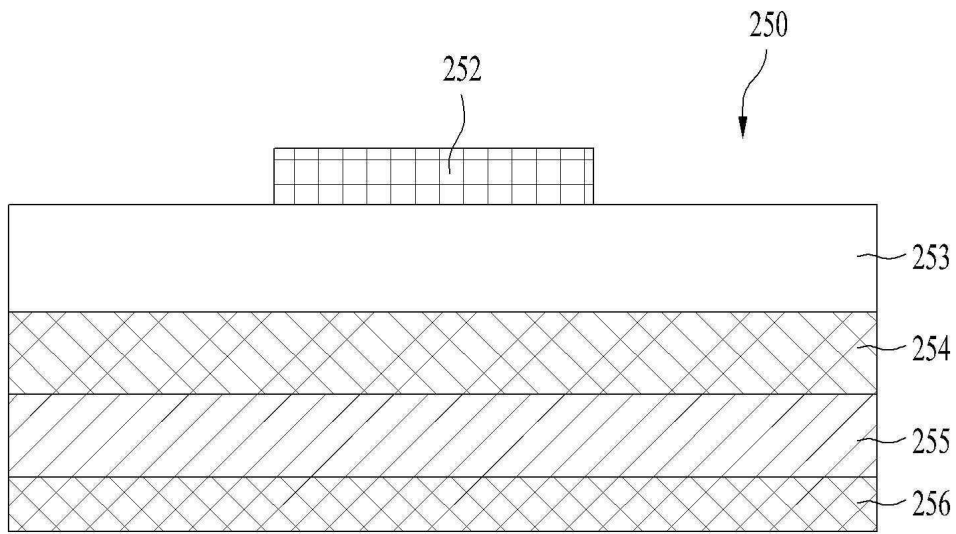
도면7



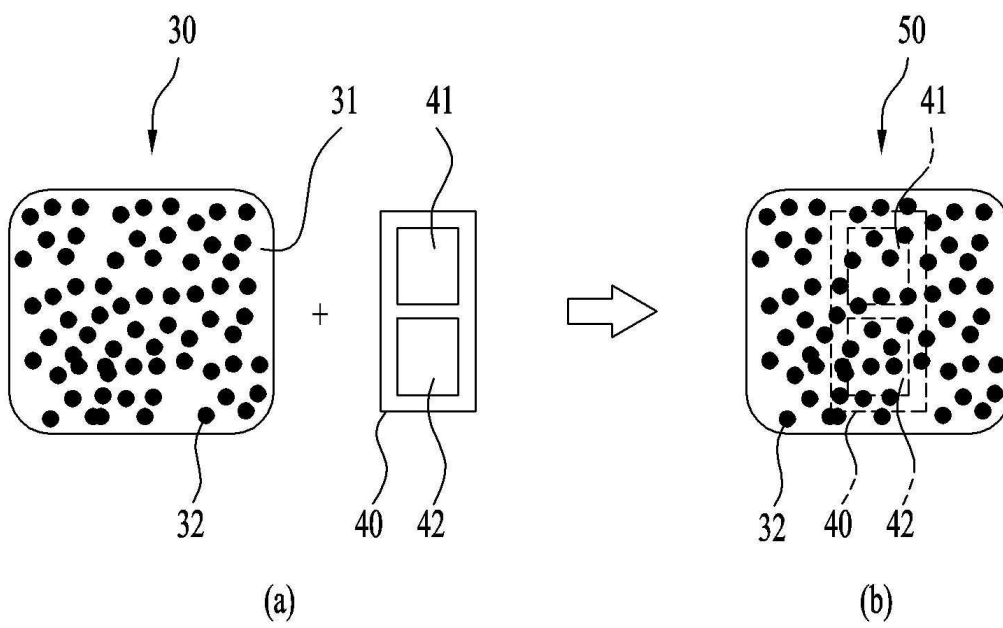
도면8



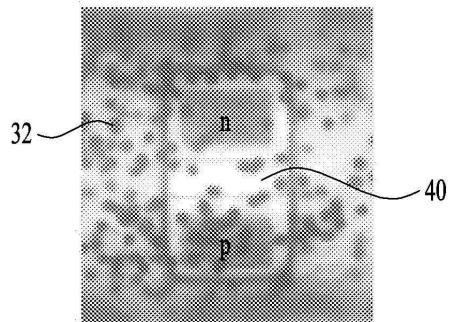
도면9



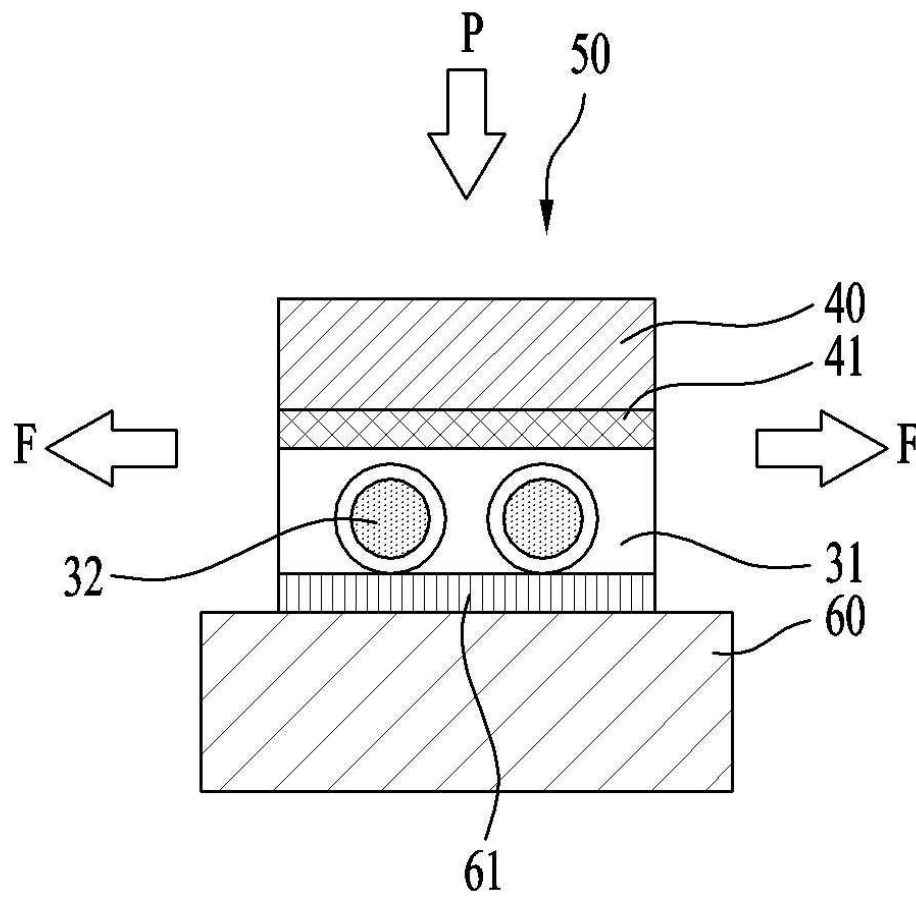
도면10



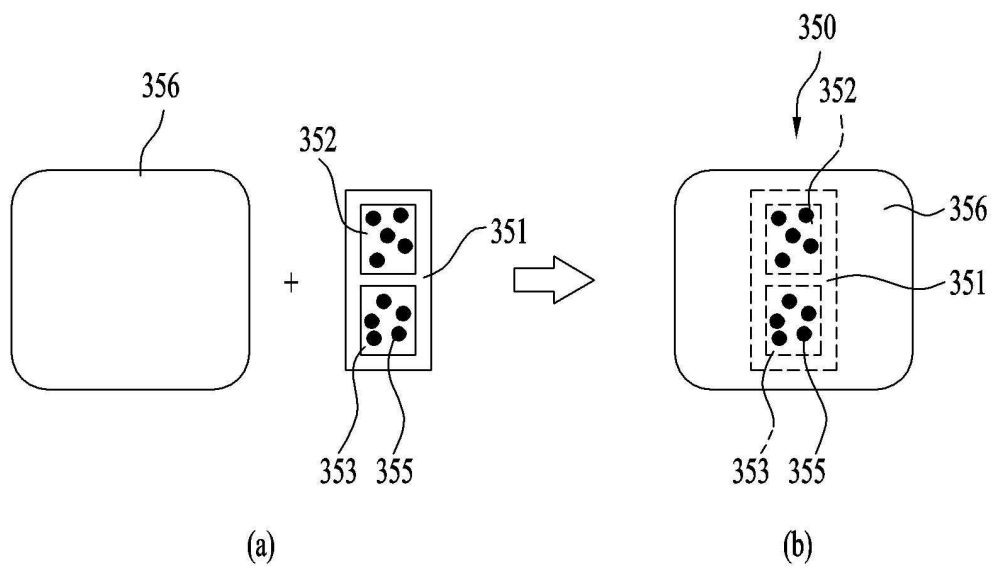
도면11



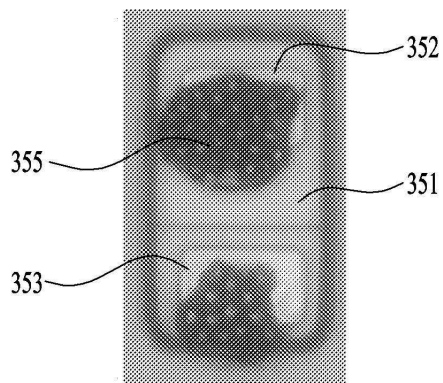
도면12



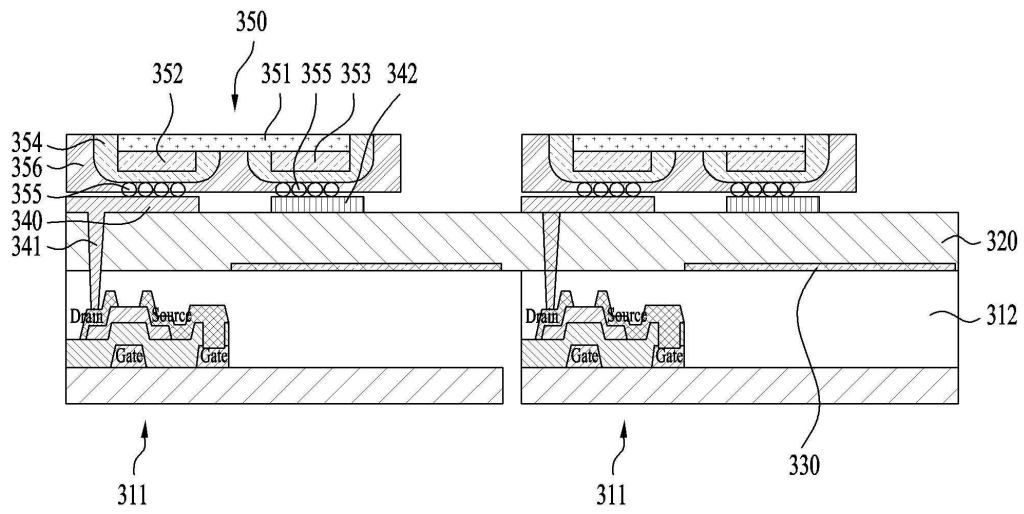
도면13



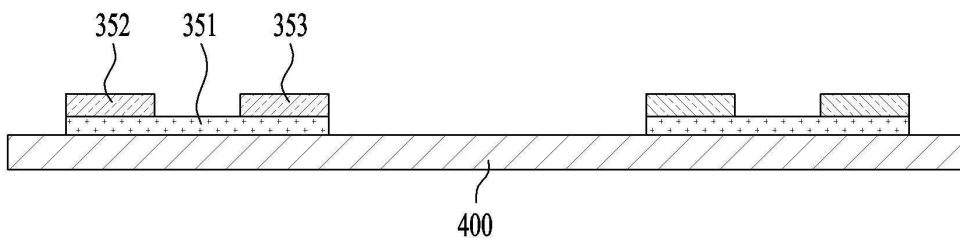
도면14



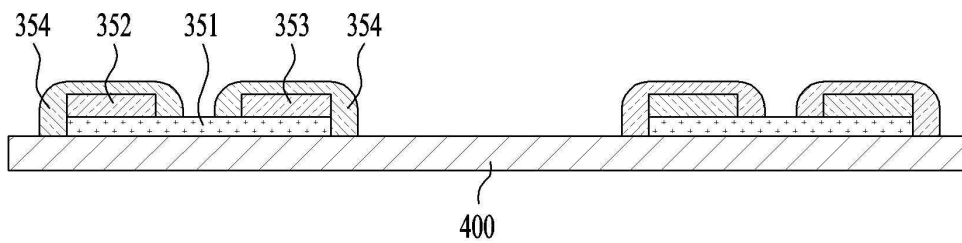
도면15



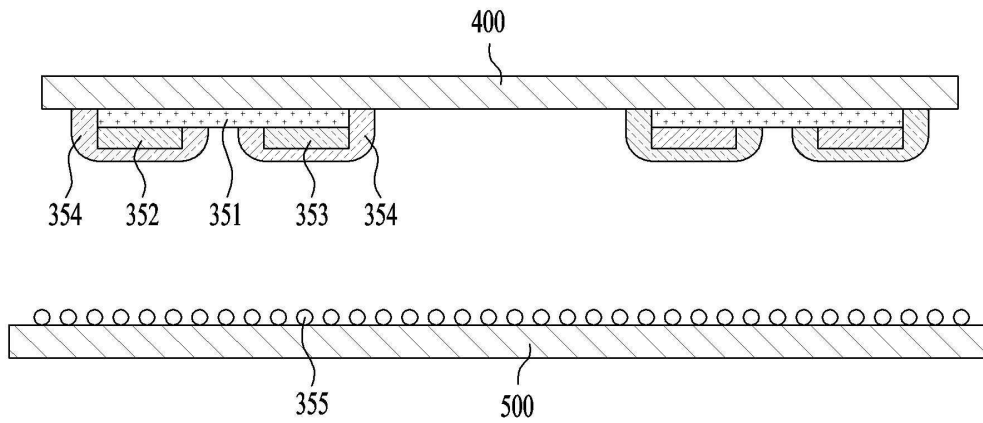
도면16



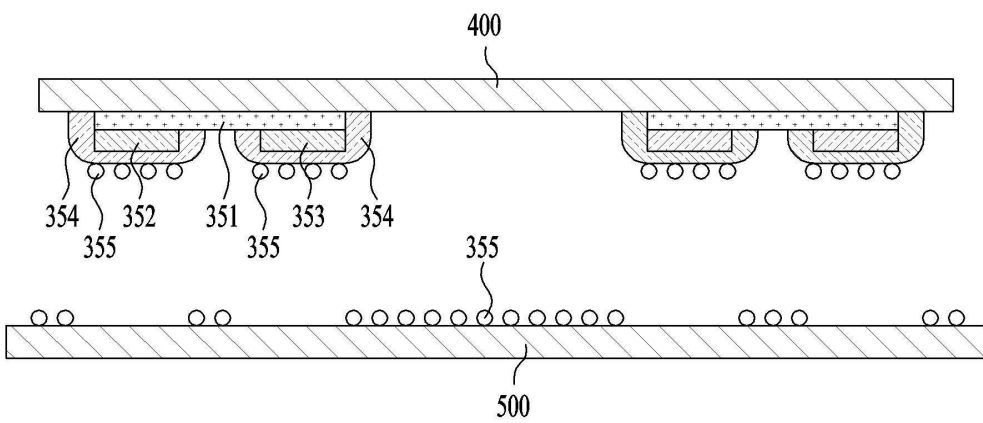
도면17



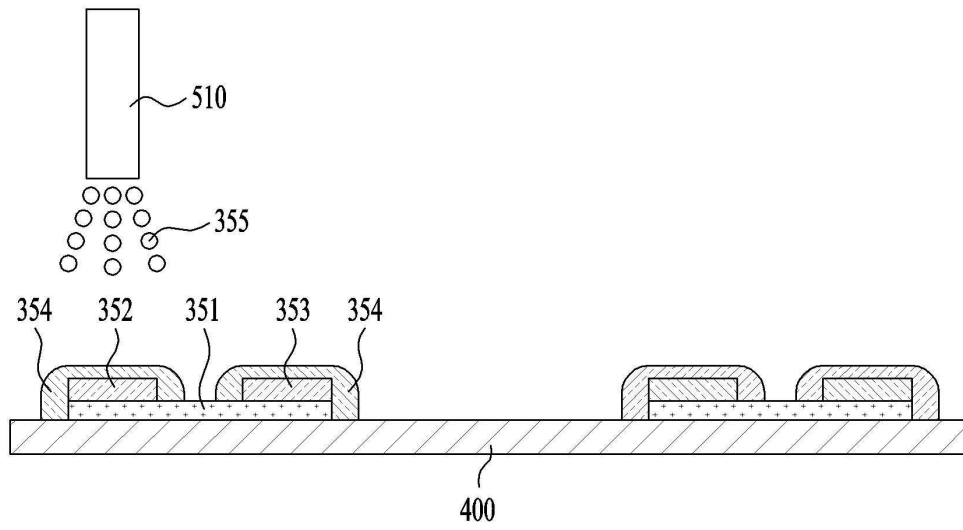
도면18



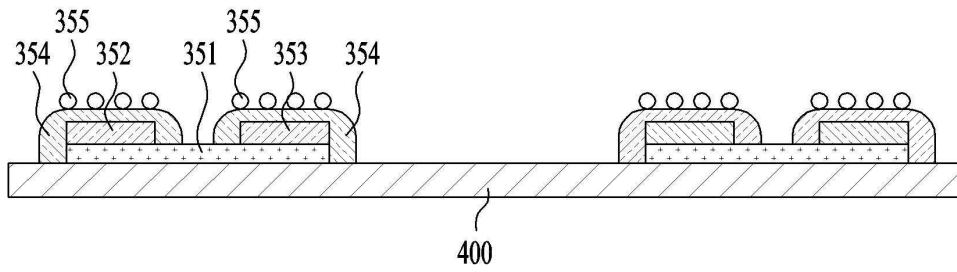
도면19



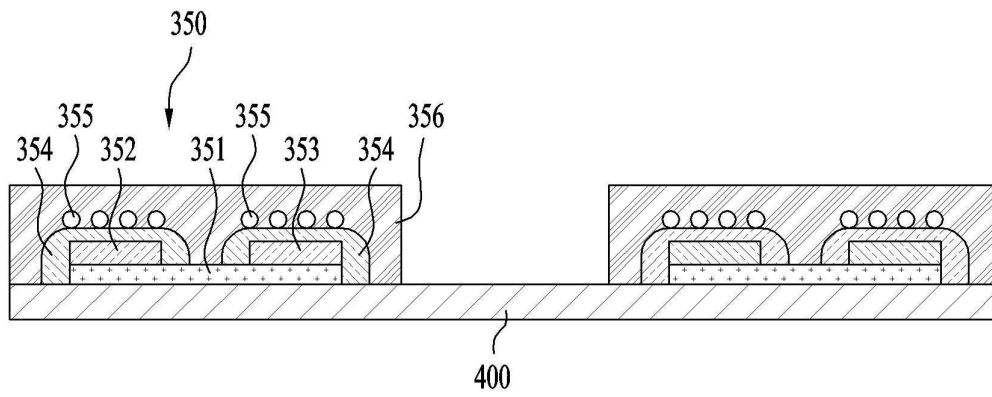
도면20



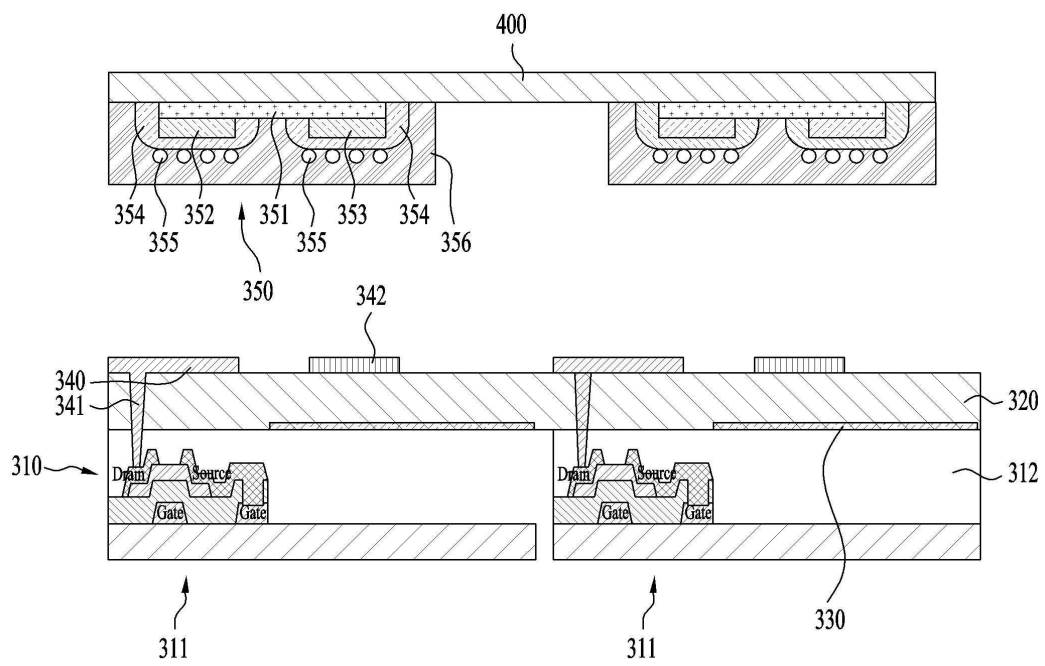
도면21



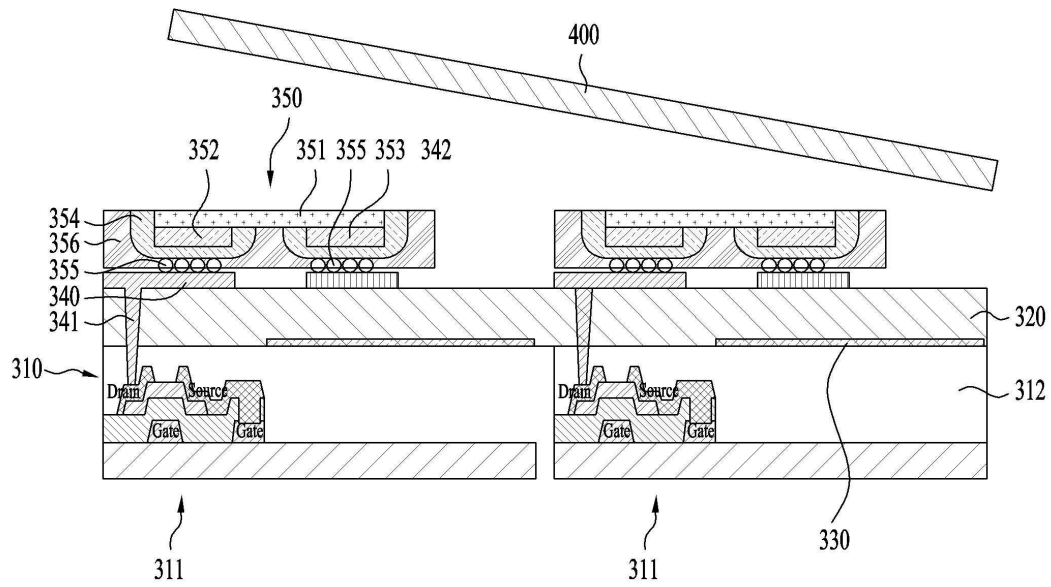
도면22



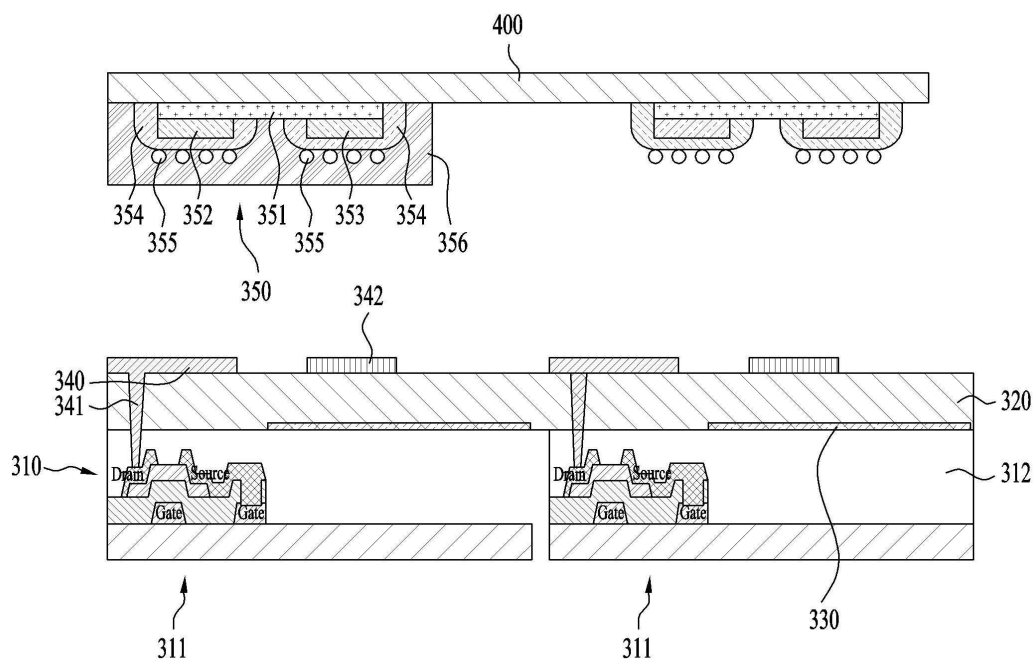
도면23



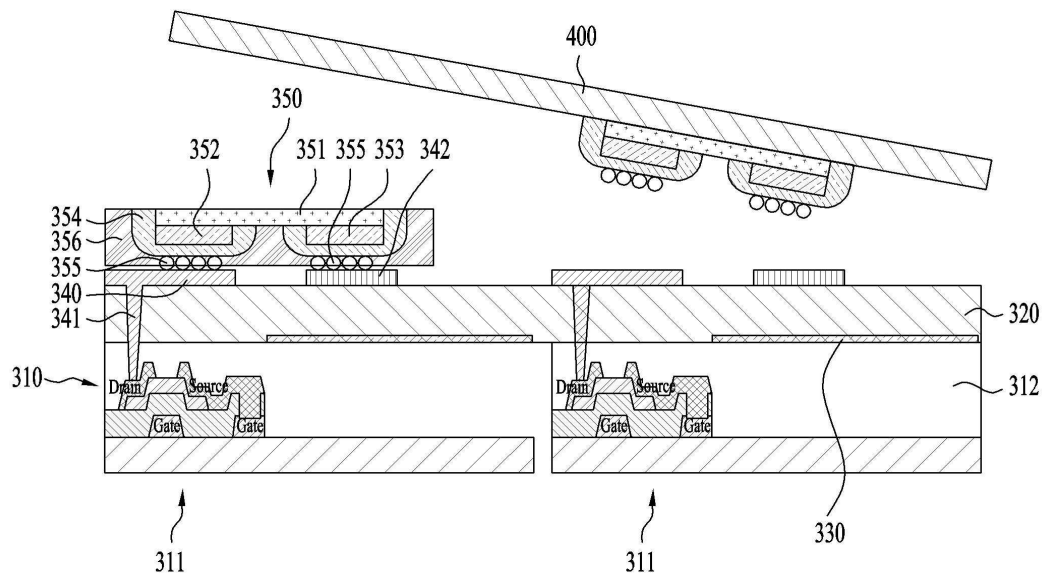
도면24



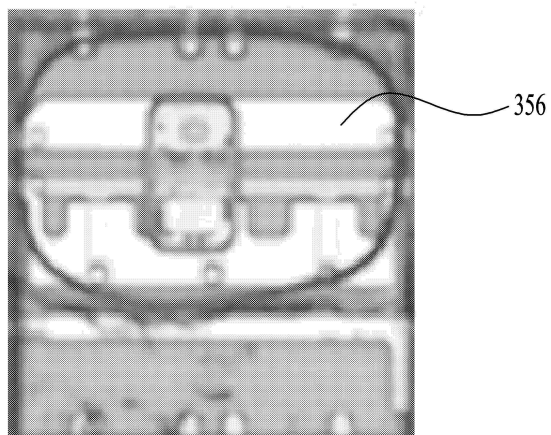
도면25



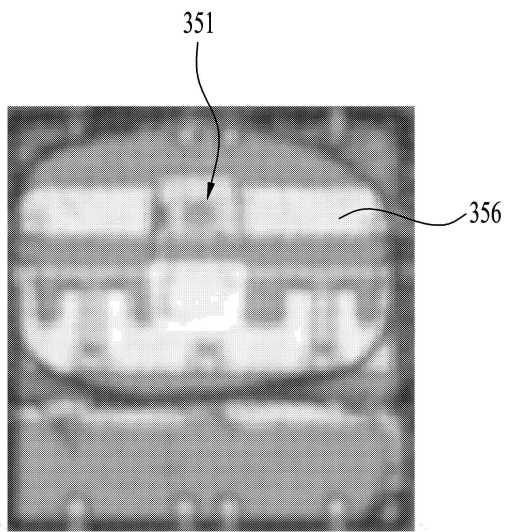
도면26



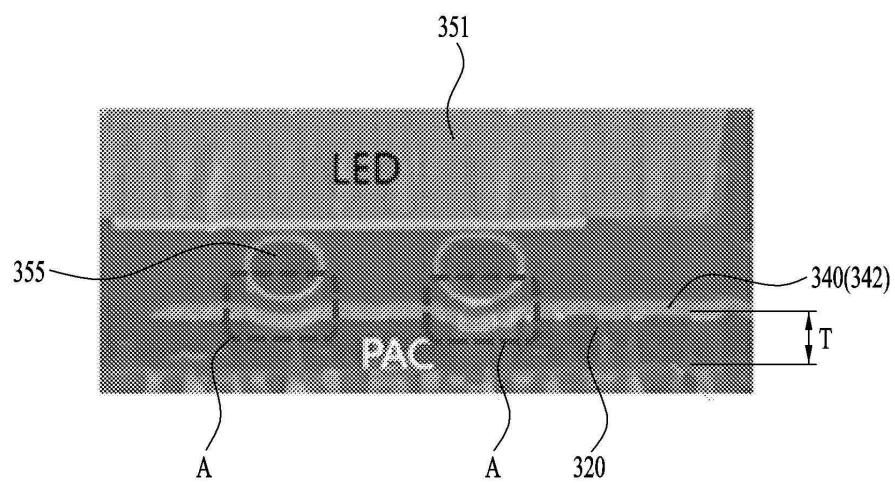
도면27



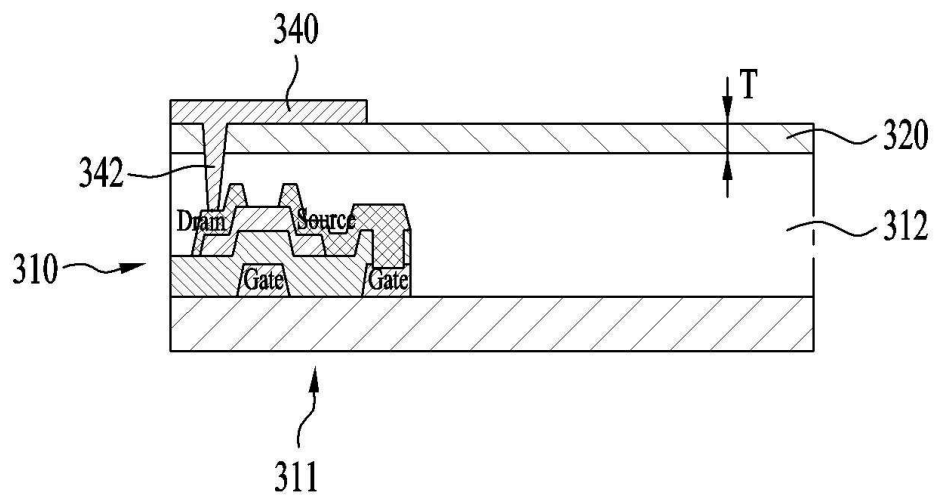
도면28



도면29



도면30



专利名称(译)	使用发光装置的显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020200002733A	公开(公告)日	2020-01-08
申请号	KR1020190170795	申请日	2019-12-19
申请(专利权)人(译)	LG电子公司		
[标]发明人	강은정 이병준		
发明人	강은정 이병준		
IPC分类号	H01L27/15 H01L21/768 H01L33/00 H01L33/36		
CPC分类号	H01L27/156 H01L21/76838 H01L21/76895 H01L33/005 H01L33/36 H01L2224/0344		
代理人(译)	Gimyongin 铁干扰		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明可以应用于与显示装置有关的技术领域，例如，涉及使用微发光二极管（LED）的显示装置及其制造方法。使用LED的显示装置包括：多个分隔的阳极电极；阴极位于阳极的一侧；多个发光器件组件电连接到每个阳极电极和阴极电极以形成单独的子像素。每个发光器件组件包括：发光器件；和发光器件。第一电极位于发光器件上，并通过导电球与阳极电连接；第二电极位于发光器件上，并通过导电球与阴极电连接；在第一电极和第二电极上彼此间隔开的第一粘合剂层；不导电的第二粘合剂层位于第一粘合剂层上。该显示装置允许在生长衬底上生长的发光器件直接转移到薄膜晶体管衬底。

