



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0143840
(43) 공개일자 2019년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 25/075 (2006.01) H01L 23/00 (2006.01)
H01L 33/22 (2010.01) H01L 33/30 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 24/89 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0164326
(22) 출원일자 2019년12월11일
심사청구일자 없음

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

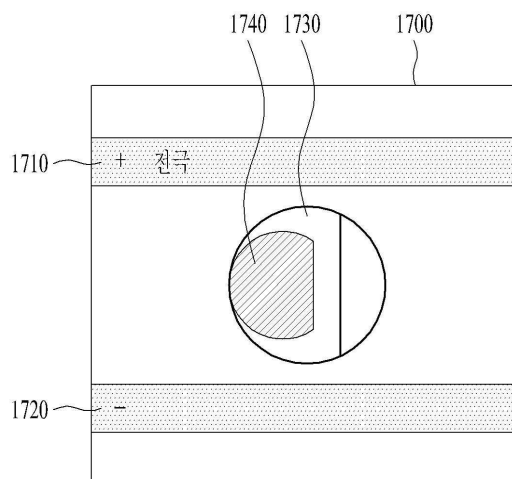
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 의한 마이크로 LED (Micro Light Emitting Diode)와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법은, 자성체로 구성된 조립 장치를, 조립 기판과 접촉 또는 비접촉 상태로 이동시키는 단계(상기 조립 장치 및 상기 조립 기판의 하단에 유체로 채워진 챔버가 위치하며, 상기 챔버 내에는 복수개의 특정 반도체 발광 소자들이 포함되어 있음)와, 상기 조립 장치에 의해 발생하는 자기장에 기초하여, 상기 챔버 내의 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기판이 위치하고 있는 방향으로 이동시키는 단계와, 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제1 그룹의 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기판내 제1 타입의 조립 홈에 배열하는 단계와, 그리고 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제2 그룹의 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기판내 제2 타입의 조립 홈에 배열하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도17



(52) CPC특허분류

H01L 33/22 (2013.01)

H01L 33/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

마이크로 LED (Micro Light Emitting Diode)와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법에 있어서,

자성체로 구성된 조립 장치를, 조립 기판과 접촉 또는 비접촉 상태로 이동시키는 단계-상기 조립 장치 및 상기 조립 기판의 하단에 유체로 채워진 챔버가 위치하며, 상기 챔버 내에는 복수개의 특정 반도체 발광 소자들이 포함되어 있음-;

상기 조립 장치에 의해 발생하는 자기장에 기초하여, 상기 챔버 내의 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기판이 위치하고 있는 방향으로 이동시키는 단계;

상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제1 그룹의 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기판내 제1 타입의 조립 홈에 배열하는 단계; 그리고

상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제2 그룹의 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기판내 제2 타입의 조립 홈에 배열하는 단계를 포함하되,

상기 제2 타입의 조립 홈은 상기 제1 타입의 조립 홈과 다른 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제2 타입의 조립 홈의 반지름은 상기 제1 타입의 조립 홈의 반지름 보다 작은 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제2 타입의 조립 홈은,

상기 제1 그룹의 반도체 발광 소자들은 배열될 수 없고, 상기 제2 그룹의 반도체 발광 소자들은 배열될 수 있는 구조를 가진 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조는, 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조와 다른 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제1 타입의 조립 홈과 부분적으로 오버랩 되어 제1 DEP(dielectrophoresis) 포스(force)가 생성되고,

상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제2 타입의 조립 홈과 오버랩 되지 않아 제2 DEP 포스가 생성되며,

상기 제2 DEP 포스는 상기 제1 DEP 포스 보다 작은 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들은 모두 GaAs 기판으로 제작된 레드(Red) 칩에 해당하고,

상기 조립 기판은, 도너 기판 또는 최종 디스플레이 기판에 해당하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 7

마이크로 LED (Micro Light Emitting Diode)와 관련된 디스플레이 장치에 있어서,

제1 타입의 조립 홈 및 상기 제1 타입의 조립 홈과 사이즈 또는 구조와 다른 제2 타입의 조립 홈을 포함하고 있는 조립 기판을 포함하되,

복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제1 그룹의 반도체 발광 소자들은 상기 조립 기판내 상기 제1 타입의 조립 홈에 배열되어 있으며,

상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제2 그룹의 반도체 발광 소자들은 상기 조립 기판내 상기 제2 타입의 조립 홈에 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 제2 타입의 조립 홈의 반지름은 상기 제1 타입의 조립 홈의 반지름 보다 작은 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치.

청구항 9

제7 항에 있어서,

상기 제2 타입의 조립 홈은,

상기 제1 그룹의 반도체 발광 소자들은 배열될 수 없고, 상기 제2 그룹의 반도체 발광 소자들은 배열될 수 있는 구조를 가진 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치.

청구항 10

제7 항에 있어서,

상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조는, 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조와 다른 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제1 타입의 조립 홈과 부분적으로 오버랩 되어 제1 DEP (dielectrophoresis) 포스 (force)가 생성되고,

상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제2 타입의 조립 홈과 오버랩 되지 않아 제2 DEP 포스가 생성되며,

상기 제2 DEP 포스는 상기 제1 DEP 포스 보다 작은 것을 특징으로 하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들은 모두 GaAs 기판으로 제작된 레드(Red) 칩에 해당하는 것을 특징으로

하는 마이크로 LED와 관련된 디스플레이 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이 장치 관련 기술 분야에 적용 가능하며, 예를 들어 마이크로 LED(Light Emitting Diode)와 관련된 디스플레이 장치 및 이의 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, 상기 반도체 발광 소자를 이용하여 디스플레이 장치를 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 갖는다.

[0005] 이러한 반도체 발광 소자들을 이용한 디스플레이 장치를 구현하기 위해서는, 매우 많은 수의 반도체 발광 소자들이 필요하다. 따라서 제조 비용을 고려할 때, 동일 면적의 기판에서 생산할 수 있는 반도체 발광 소자의 수량이 증가하도록 상기 개별 반도체 발광 소자의 크기는 소형화되어야 한다. 이와 같이, 소형화된 사이즈를 가지는 반도체 발광 소자들, 최근에는 마이크로 LED 로 부르기도 한다.

[0006] 다만, 마이크로 LED 칩을 생산 또는 조립하는 과정에서, 물리적으로 데미지(damage)가 발생한 칩이 존재할 수 있다. 이와 같이 데미지가 발생한 칩에 대해서는, 최종 디스플레이 기판에 조립하기 전에 미리 분리하여, 조립률을 높여야 한다.

[0007] 그러나, 종래 기술에 의하면, 물리적으로 데미지(damage)가 발생한 마이크로 LED 칩을 최종 기판에 조립하기 전에 분리하거나 회수하는 방법이 없었다.

[0008] 특히, 조립율이 6N(나노) 이상 요구되는 디스플레이 장치의 경우, 99.9999% 이하로만 불량칩이 허용되는데, 따라서 최종 기판에 1 내지 2개의 불량칩이 존재하는 경우도 6N(나노)의 요구 조건을 충족할 수가 없는 문제점이 예상된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 일 실시예의 목적은, 마이크로 LED 관련 칩을 최종 기판에 조립하기 전에, 불량품인 칩만 선별적으로 분리할 수 있는 기술을 제공하고자 하는 것이다.

[0010] 본 발명의 일 실시예의 다른 목적은, GaAs 기반으로 제작되어 깨지기 쉬운 레드(red) 칩의 조립율을 개선하기 위한 것이다.

[0011] 본 발명의 일 실시예의 또 다른 목적은, 불량칩을 회수하기 위한 최적의 조립 홈 및 조립 전극을 제공하기 위한 것이다.

[0012] 나아가, 본 발명의 일 실시예의 또 다른 목적은, 여기에서 언급하지 않은 다양한 문제점들도 해결하고자 한다. 당업자는 명세서 및 도면의 전 취지를 통해 이해할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예의 마이크로 LED (Micro Light Emitting Diode)와 관련된 디스플레이

레이 장치의 제조 방법은, 자성체로 구성된 조립 장치를, 조립 기관과 접촉 또는 비접촉 상태로 이동시키는 단계(상기 조립 장치 및 상기 조립 기관의 하단에 유체로 채워진 챔버가 위치하며, 상기 챔버 내에는 복수개의 특정 반도체 발광 소자들이 포함되어 있음)와, 상기 조립 장치에 의해 발생하는 자기장에 기초하여, 상기 챔버 내의 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기관이 위치하고 있는 방향으로 이동시키는 단계와, 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제1 그룹의 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기관내 제1 타입의 조립 홈에 배열하는 단계와, 그리고 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제2 그룹의 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기관내 제2 타입의 조립 홈에 배열하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 상기 제2 타입의 조립 홈은 상기 제1 타입의 조립 홈과 다른 것을 특징으로 한다.

[0014] 다른 일실시예에 의하면, 상기 제2 타입의 조립 홈의 반지름은 상기 제1 타입의 조립 홈의 반지름 보다 작은 것을 특징으로 한다.

[0015] 또 다른 일실시예에 의하면, 상기 제2 타입의 조립 홈은, 상기 제1 그룹의 반도체 발광 소자들은 배열될 수 없고, 상기 제2 그룹의 반도체 발광 소자들은 배열될 수 있는 구조를 가진 것을 특징으로 한다.

[0016] 또 다른 일실시예에 의하면, 상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조는, 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조와 다른 것을 특징으로 한다.

[0017] 또 다른 일실시예에 의하면, 상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제1 타입의 조립 홈과 부분적으로 오버랩 되어 제1 DEP(dielectrophoresis) 포스(force)가 생성되고, 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제2 타입의 조립 홈과 오버랩 되지 않아 제2 DEP 포스가 생성된다. 특히, 상기 제2 DEP 포스는 상기 제1 DEP 포스 보다 작은 것을 특징으로 한다.

[0018] 또 다른 일실시예에 의하면, 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들은 모두 GaAs 기반으로 제작된 레드(Red) 칩에 해당하고, 상기 조립 기관은, 도너 기관 또는 최종 디스플레이 기관에 해당한다.

[0019] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예의 마이크로 LED (Micro Light Emitting Diode)와 관련된 디스플레이 장치는, 제1 타입의 조립 홈 및 상기 제1 타입의 조립 홈과 사이즈 또는 구조와 다른 제2 타입의 조립 홈을 포함하고 있는 조립 기관을 포함한다. 예를 들어, 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제1 그룹의 반도체 발광 소자들은 상기 조립 기관내 상기 제1 타입의 조립 홈에 배열되어 있으며, 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제2 그룹의 반도체 발광 소자들은 상기 조립 기관내 상기 제2 타입의 조립 홈에 배열되어 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 마이크로 LED 관련 칩을 최종 기관에 조립하기 전에, 불량품인 칩만 선별적으로 분리할 수 있는 기술을 제공하는 효과가 있다.

[0021] 본 발명의 다른 일 실시예에 의하면, GaAs 기반으로 제작되어 깨지기 쉬운 레드(red) 칩의 조립율을 개선한다.

[0022] 그리고, 본 발명의 또 다른 일실시예에 의하면, 불량칩을 회수하기 위한 최적의 조립 홈 및 조립 전극을 제공한다.

[0023] 더 나아가, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 여기에서 언급하지 않은 추가적인 기술적 효과들도 있다. 당업자는 명세서 및 도면의 전 취지를 통해 이해할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 일 실시예를 나타내는 개념도이다.

도 2는 도 1의 A부분의 부분 확대도 이다.

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 일 실시예를 나타내는 사시도이다.

도 8은 도 7의 라인 D-D를 따라 절단된 단면도이다.

도 9는 도 8의 수직형 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.

도 10은 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 대해 개략적으로 나타내는 순서도이다.

도 11은 반도체 발광 소자가 자가 조립 공정에 의해 기판에 조립되는 방법의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도 12는 도 11의 E부분을 확대한 도면이다.

도 13은 본 발명의 적색 반도체 발광 소자를 이용하여 형성될 수 있는 디스플레이 장치의 단위화소를 나타내는 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따라, 불량칩을 분리하여 조립하는 프로세스를 도시한 플로우 차트이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따라, 제1 타입의 조립 홈과 제2 타입의 조립 홈을 모두 포함하는 기판을 도시하고 있다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따라, 제1 타입의 조립 홈으로만 이루어진 기판과, 제2 타입의 조립 홈으로만 이루어진 별도의 기판을 도시하고 있다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 따라, 제2 타입의 조립 홈의 구조 및 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조를 도시하고 있다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따라, 제1 타입의 조립 홈의 구조 및 상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조를 도시하고 있다.

도 19는 도 17에 도시된 제2 타입의 조립 홈의 다른 실시예를 도시하고 있다.

그리고, 도 20은 도 17에 도시된 제2 타입의 조립 홈의 또 다른 실시예를 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 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.
- [0026] 나아가, 설명의 편의를 위해 각각의 도면에 대해 설명하고 있으나, 당업자가 적어도 2개 이상의 도면을 결합하여 다른 실시예를 구현하는 것도 본 발명의 권리범위에 속한다.
- [0027] 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.
- [0028] 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.
- [0029] 그러나, 본 명세서에 기재된 실시예에 따른 구성은 추후 개발되는 새로운 제품 형태라도, 디스플레이가 가능한 장치에는 적용될 수도 있음을 본 기술 분야의 당업자라면 쉽게 알 수 있을 것이다.
- [0030] 또한, 당해 명세서에서 언급된 반도체 발광 소자는 LED, 마이크로 LED 등을 포함하는 개념이며, 혼용되어 사용될 수 있다.

- [0031] 도 1은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 일실시예를 나타내는 개념도이다.
- [0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 디스플레이 장치(100)의 제어부(미도시)에서 처리되는 정보는 플렉서블 디스플레이(flexible display)를 이용하여 표시될 수 있다.
- [0033] 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.
- [0034] 나아가, 플렉서블 디스플레이는, 예를 들어 기존의 평판 디스플레이의 디스플레이 특성을 유지하면서, 종이와 같이 휘어지거나, 또는 구부러거나, 또는 접을 수 있거나 또는 말 수 있는 얇고 유연한 기판 위에 제작되는 디스플레이가 될 수 있다.
- [0035] 상기 플렉서블 디스플레이가 휘어지지 않는 상태(예를 들어, 무한대의 곡률반경을 가지는 상태, 이하 제1상태라 한다)에서는 상기 플렉서블 디스플레이의 디스플레이 영역이 평면이 된다. 상기 제1상태에서 외력에 의하여 휘어진 상태(예를 들어, 유한의 곡률 반경을 가지는 상태, 이하, 제2상태라 한다)에서는 상기 디스플레이 영역이 곡면이 될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 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. 상기 단위 화소는, 예를 들어 하나의 색을 구현하기 위한 최소 단위를 의미한다.
- [0036] 상기 플렉서블 디스플레이의 단위 화소는 반도체 발광 소자에 의하여 구현될 수 있다. 본 발명에서는 전류를 빛으로 변환시키는 반도체 발광 소자의 일 종류로서 발광 다이오드(Light Emitting Diode: LED)를 예시한다. 상기 발광 다이오드는 작은 크기로 형성되며, 이를 통하여 상기 제2상태에서도 단위 화소의 역할을 할 수 있게 된다.
- [0037] 상기 발광 다이오드를 이용하여 구현된 플렉서블 디스플레이에 대하여, 이하 도면들을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0038] 도 2는 도 1의 A부분의 부분 확대도 이다.
- [0039] 도 3a 및 도 3b는 도 2의 라인 B-B 및 C-C를 따라 절단된 단면도들이다.
- [0040] 도 4는 도 3의 플립 칩 타입 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.
- [0041] 도 5a 내지 도 5c는 플립 칩 타입 반도체 발광 소자와 관련하여 컬러를 구현하는 여러 가지 형태를 나타내는 개념도들이다.
- [0042] 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.
- [0043] 도 1에 도시된 디스플레이 장치(100)는, 도 2에 도시된 바와 같이 기판(110), 제1전극(120), 전도성 접착층(130), 제2전극(140) 및 적어도 하나의 반도체 발광 소자(150)를 포함한다.
- [0044] 기판(110)은 플렉서블 기판일 수 있다. 예를 들어, 플렉서블(flexible) 디스플레이 장치를 구현하기 위하여 기판(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, 상기 기판(110)은 투명한 재질 또는 불투명한 재질 어느 것이나 될 수 있다.
- [0045] 상기 기판(110)은 제1전극(120)이 배치되는 배선기판이 될 수 있으며, 따라서 상기 제1전극(120)은 기판(110)상에 위치할 수 있다.
- [0046] 도 3a에 도시된 바와 같이 절연층(160)은 제1전극(120)이 위치한 기판(110)상에 배치될 수 있으며, 상기 절연층(160)에는 보조전극(170)이 위치할 수 있다. 이 경우에, 상기 기판(110)에 절연층(160)이 적층된 상태가 하나의 배선기판이 될 수 있다. 보다 구체적으로, 절연층(160)은 폴리이미드(PI, Polyimide), PET, PEN 등과 같이 절연성이 있고, 유연성 있는 재질로, 상기 기판(110)과 일체로 이루어져 하나의 기판을 형성할 수 있다.
- [0047] 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. 상기 전극홀(171)은 비아홀에 도전물질이 채워짐에 의하여 형성될 수 있다.

- [0048] 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 기판(110)상에 배치되는 구조도 가능하다. 전도성 접착층(130)이 기판(110)상에 배치되는 구조에서는 전도성 접착층(130)이 절연층의 역할을 할 수 있다.
- [0049] 상기 전도성 접착층(130)은 접착성과 전도성을 가지는 층이 될 수 있으며, 이를 위하여 상기 전도성 접착층(130)에서는 전도성을 가지는 물질과 접착성을 가지는 물질이 혼합될 수 있다. 또한 전도성 접착층(130)은 연성을 가지며, 이를 통하여 디스플레이 장치에서 플렉서블 기능을 가능하게 한다.
- [0050] 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. 상기 전도성 접착층(130)은 두께를 관통하는 Z 방향으로서는 전기적 상호 연결을 허용하나, 수평적인 X-Y 방향으로서는 전기 절연성을 가지는 레이어로서 구성될 수 있다. 따라서 상기 전도성 접착층(130)은 Z축 전도층으로 명명될 수 있다(다만, 이하 '전도성 접착층'이라 한다).
- [0051] 상기 이방성 전도성 필름은 이방성 전도매질(anisotropic conductive medium)이 절연성 베이스부재에 혼합된 형태의 필름으로서, 열 및 압력이 가해지면 특정 부분만 이방성 전도매질에 의하여 전도성을 가지게 된다. 이하, 상기 이방성 전도성 필름에는 열 및 압력이 가해지는 것으로 설명하나, 상기 이방성 전도성 필름이 부분적으로 전도성을 가지기 위하여 다른 방법이 적용될 수도 있다. 전술한 다른 방법은, 예를 들어 상기 열 및 압력 중 어느 하나만이 가해지거나 UV 경화 등이 될 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 이방성 전도매질은 예를 들어, 도전볼이나 전도성 입자가 될 수 있다. 예를 들어, 상기 이방성 전도성 필름은 도전볼이 절연성 베이스 부재에 혼합된 형태의 필름으로서, 열 및 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.
- [0053] 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.
- [0054] 상기 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 상기 절연성 베이스 부재의 바닥 부분에 집중적으로 배치되며, 상기 베이스 부재에서 열 및 압력이 가해지면 상기 도전볼과 함께 변형됨에 따라 수직 방향으로 전도성을 가지게 된다.
- [0055] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 이방성 전도성 필름은 절연성 베이스 부재에 도전볼이 랜덤하게 혼입된 형태나, 복수의 층으로 구성되며 어느 한 층에 도전볼이 배치되는 형태(double-ACF) 등이 모두 가능하다.
- [0056] 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.
- [0057] 다시 도3a를 참조하면, 제2전극(140)은 보조전극(170)과 이격하여 절연층(160)에 위치한다. 즉, 상기 전도성 접착층(130)은 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 위치하는 절연층(160) 상에 배치된다.
- [0058] 절연층(160)에 보조전극(170)과 제2전극(140)이 위치한 상태에서 전도성 접착층(130)을 형성한 후에, 반도체 발광 소자(150)를 열 및 압력을 가하여 플립 칩 형태로 접속시키면, 상기 반도체 발광 소자(150)는 제1전극(120) 및 제2전극(140)과 전기적으로 연결된다.
- [0059] 도 4를 참조하면, 상기 반도체 발광 소자는 플립 칩 타입(flip chiptype)의 발광 소자가 될 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 상기 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 p

형 전극(156)과 수평방향으로 이격 배치되는 n형 전극(152)을 포함한다. 이 경우, p형 전극(156)은 도3에 도시된, 보조전극(170)과 전도성 접촉층(130)에 의하여 전기적으로 연결될 수 있고, n형 전극(152)은 제2전극(140)과 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0061] 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 p형 전극들이 하나의 보조전극에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0062] 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.
- [0063] 또한, 복수의 반도체 발광 소자(150)는 발광 소자 어레이(array)를 구성하며, 발광 소자 어레이에는 형광체층(180)이 형성된다.
- [0064] 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 상기 복수 개의 제1전극 중 어느 하나에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0065] 또한, 반도체 발광 소자들이 플립 칩 형태로 접속되므로, 투명 유전체 기판에 성장시킨 반도체 발광 소자들을 이용할 수 있다. 또한, 상기 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.
- [0066] 도3에 도시된 바와 같이, 반도체 발광 소자(150)의 사이에 격벽(190)이 형성될 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 상기 격벽을 형성할 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 이방성 전도성 필름의 베이스 부재가 블랙이면, 별도의 블랙 절연체가 없어도 상기 격벽(190)이 반사 특성을 가지는 동시에 대비비(contrast)가 증가될 수 있다.
- [0068] 다른 예로서, 상기 격벽(190)으로 반사성 격벽이 별도로 구비될 수 있다. 이 경우에, 상기 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.
- [0069] 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 소자고, 형광체층(180)은 상기 청색(B) 광을 단위 화소의 색상으로 변환시키는 기능을 수행한다. 상기 형광체층(180)은 개별 화소를 구성하는 적색 형광체(181) 또는 녹색 형광체(182)가 될 수 있다.
- [0070] 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.
- [0071] 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.
- [0072] 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.

- [0073] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 청색, 적색, 녹색을 구현하기 위한 다른 구조가 적용될 수 있다.
- [0074] 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.
- [0075] 이 경우, 반도체 발광 소자(150)는 각각 단위 화소(sub-pixel)를 이루기 위하여 적색, 녹색 및 청색 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.
- [0076] 도 5b를 참조하면, 반도체 발광 소자(150a)는 황색 형광체층이 개별 소자 마다 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.
- [0077] 도 5c를 참조하면, 자외선 발광 소자(150b) 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.
- [0078] 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.
- [0079] 이와 같은 개별 반도체 발광 소자(150)의 크기는 예를 들어, 한 변의 길이가 80 μ m 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 20 X 80 μ m 이하의 크기가 될 수 있다.
- [0080] 또한, 한 변의 길이가 10 μ m인 정사각형의 반도체 발광 소자(150)를 단위 화소로 이용하여도 디스플레이 장치를 이루기 위한 충분한 밝기가 나타난다.
- [0081] 따라서, 단위 화소의 크기가 한 변이 600 μ m, 나머지 한 변이 300 μ m인 직사각형 화소인 경우를 예로 들면, 반도체 발광 소자의 거리가 상대적으로 충분히 크게 된다.
- [0082] 따라서, 이러한 경우, HD화질 이상의 고화질을 가지는 플렉서블 디스플레이 장치를 구현할 수 있게 된다.
- [0083] 상기에서 설명된 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치는 새로운 형태의 제조방법에 의하여 제조될 수 있다. 이하, 도 6을 참조하여 상기 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0084] 도 6은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.
- [0085] 도 6에 도시된 바와 같이, 먼저, 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 위치된 절연층(160) 상에 전도성 접착층(130)을 형성한다. 배선기관(110)에 절연층(160)이 적층되며, 상기 배선기관(110)에는 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 배선기관(110) 및 절연층(160)은 각각 유리 또는 폴리이미드(PI)를 포함할 수 있다.
- [0086] 상기 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.
- [0087] 다음에, 보조전극(170) 및 제2전극(140)들의 위치에 대응하고, 개별 화소를 구성하는 복수의 반도체 발광 소자(150)가 위치된 임시기관(112)을, 상기 반도체 발광 소자(150)가 보조전극(170) 및 제2전극(140)와 마주하도록 배치한다.
- [0088] 이 경우에, 임시기관(112)은 반도체 발광 소자(150)를 성장시키는 성장 기관으로서, 사파이어(spire) 기관 또는 실리콘(silicon) 기관이 될 수 있다.
- [0089] 상기 반도체 발광 소자는 웨이퍼(wafer) 단위로 형성될 때, 디스플레이 장치를 이룰 수 있는 간격 및 크기를 가지도록 함으로써, 디스플레이 장치에 효과적으로 이용될 수 있다.

- [0090] 그 다음에, 배선기관과 임시기관(112)을 열 압착한다. 예를 들어, 배선기관과 임시기관(112)은 ACF 프레스 헤드를 적용하여 열 압착할 수 있다. 상기 열 압착에 의하여 배선기관과 임시기관(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 상기 이방성 전도성 필름의 내부로 삽입되며, 이를 통하여 반도체 발광 소자(150) 사이에 격벽이 형성될 수 있다.
- [0091] 그 다음에, 상기 임시기관(112)을 제거한다. 예를 들어, 임시기관(112)은 레이저 리프트 오프법(Laser Lift-off, LLO) 또는 화학적 리프트 오프법(Chemical Lift-off, CLO)을 이용하여 제거할 수 있다.
- [0092] 마지막으로, 상기 임시기관(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.
- [0093] 또한, 상기 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 소자고, 이러한 청색(B) 광을 단위 화소의 색상으로 변환시키기 위한 적색 형광체 또는 녹색 형광체가 상기 청색 반도체 발광 소자의 일면에 레이어를 형성할 수 있다.
- [0094] 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.
- [0095] 또한, 이하 설명되는 변형예 또는 실시예에서는 앞선 예와 동일 또는 유사한 구성에 대해서는 동일, 유사한 참조번호가 부여되고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음된다.
- [0096] 도 7은 본 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.
- [0097] 본 도면들을 참조하면, 디스플레이 장치는 패시브 매트릭스(Passive Matrix, PM) 방식의 수직형 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치가 될 수 있다.
- [0098] 상기 디스플레이 장치는 기관(210), 제1전극(220), 전도성 접착층(230), 제2전극(240) 및 적어도 하나의 반도체 발광 소자(250)를 포함한다.
- [0099] 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.
- [0100] 제1전극(220)은 기관(210) 상에 위치하며, 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있다. 상기 제1전극(220)은 데이터 전극의 역할을 하도록 이루어질 수 있다.
- [0101] 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.
- [0102] 기관(210) 상에 제1전극(220)이 위치하는 상태에서 이방성 전도성 필름을 위치시킨 후에, 반도체 발광 소자(250)를 열 및 압력을 가하여 접속시키면, 상기 반도체 발광 소자(250)가 제1전극(220)과 전기적으로 연결된다. 이 때, 상기 반도체 발광 소자(250)는 제1전극(220) 상에 위치되도록 배치되는 것이 바람직하다.
- [0103] 상기 전기적 연결은 전술한 바와 같이, 이방성 전도성 필름에서 열 및 압력이 가해지면 부분적으로 두께방향으로 전도성을 가지기 때문에 생성된다. 따라서, 이방성 전도성 필름에서는 두께 방향으로 전도성을 가지는 부분과 전도성을 가지지 않는 부분으로 구획된다.
- [0104] 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.
- [0105] 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 $80\mu\text{m}$ 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 예를 들어, $20 \times 80\mu\text{m}$ 이하의 크기가 될 수 있다.

- [0106] 상기 반도체 발광 소자(250)는 수직형 구조가 될 수 있다.
- [0107] 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.
- [0108] 도 9를 참조하면, 이러한 수직형 반도체 발광 소자(250)는 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.
- [0109] 다시 도 8을 참조하면, 상기 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.
- [0110] 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.
- [0111] 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.
- [0112] 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.
- [0113] 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자(250) 사이의 거리가 충분히 크기 때문에 제2전극(240)은 반도체 발광 소자들(250) 사이에 위치될 수 있다.
- [0114] 제2전극(240)은 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있으며, 제1전극과 상호 수직한 방향으로 배치될 수 있다.
- [0115] 또한, 제2전극(240)과 반도체 발광 소자(250)는 제2전극(240)에서 돌출된 연결 전극에 의해 전기적으로 연결될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 연결 전극이 반도체 발광 소자(250)의 n형 전극이 될 수 있다. 예를 들어, n형 전극은 오믹(ohmic) 접촉을 위한 오믹 전극으로 형성되며, 상기 제2전극은 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.
- [0116] 다시 도 8을 참조하면, 상기 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, 상기 제2전극(240)은 투명 절연층 상에 위치하게 된다. 또한, 제2전극(240)은 전도성 접촉층(230) 또는 투명 절연층에 이격되어 형성될 수도 있다.
- [0117] 만약 반도체 발광 소자(250) 상에 제2전극(240)을 위치시키기 위하여는 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명 전극을 사용한다면, ITO 물질은 n형 반도체층과는 접착성이 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 접착성이 좋은 전도성 물질을 수평 전극으로 사용하여 광추출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0118] 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 있

다. 이 경우, 격벽(290)은 개별 단위 화소를 서로 분리하는 역할을 할 수 있으며, 상기 전도성 접촉층(230)과 일체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 이방성 전도성 필름에 반도체 발광 소자(250)가 삽입됨에 의하여 이방성 전도성 필름의 베이스부재가 상기 격벽을 형성할 수 있다.

[0119] 또한, 상기 이방성 전도성 필름의 베이스 부재가 블랙이면, 별도의 블랙 절연체가 없어도 상기 격벽(290)이 반사 특성을 가지는 동시에 대비비(contrast)가 증가될 수 있다.

[0120] 다른 예로서, 상기 격벽(190)으로서, 반사성 격벽이 별도로 구비될 수 있다. 격벽(290)은 디스플레이 장치의 목적에 따라 블랙(Black) 또는 화이트(White) 절연체를 포함할 수 있다.

[0121] 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.

[0122] 또한, 도8에 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.

[0123] 도 10은 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 대해 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0124] 먼저 성장 기관에서 반도체 발광 소자들을 형성한다(S1010). 상기 반도체 발광 소자들은 제 1도전형 반도체층, 활성층, 제 2도전형 반도체층을 포함할 수 있다. 또한 상기 제 1도전형 반도체층 상에 형성되는 제 1도전형 전극 및 제 2도전형 반도체층 상에 형성되는 제 2도전형 전극이 더 포함될 수 있다.

[0125] 상기 반도체 발광 소자들은 수평형 반도체 발광 소자 또는 수직형 반도체 발광 소자 모두 가능하다. 다만 수직형 반도체 발광 소자의 경우, 상기 제1도전형 전극과 상기 제 2도전형 전극은 마주보는 구조이기 때문에, 성장 기관에서 반도체 발광 소자를 분리하고, 후속 공정에서 어느 일방향의 도전형 전극을 형성하는 공정을 추가한다. 또한 후술하겠지만, 자가 조립 공정을 위해서 반도체 발광 소자에는 자성층이 포함될 수 있다

[0126] 상기 반도체 발광 소자들을 디스플레이 장치에 활용하기 위해서는 일반적으로 Red(R), Green(G), Blue(B)에 해당하는 색상을 발광하는 3가지 종류의 반도체 발광 소자들이 필요하다. 하나의 성장 기관에는 하나의 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들이 형성되므로, 상기 3종류의 반도체 발광 소자들을 이용하여 개별 단위 화소를 구현하는 디스플레이 장치를 위해서는 별도의 기관이 요구된다. 따라서, 개별 반도체 발광 소자들은 성장 기관에서 분리되어 최종 기관에 조립 또는 전사되어야 한다. 상기 최종 기관은 반도체 발광 소자가 발광할 수 있도록 상기 반도체 발광 소자에 전압을 인가하는 배선전극이 형성되는 공정이 수행되는 기관이다.

[0127] 따라서 각 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들은 일단 전사 기관 또는 조립 기관으로 이동한 후(S1020) 최종 기관으로 다시 전사될 수 있다. 경우에 따라 상기 전사 기관 또는 조립 기관에 바로 배선 공정을 수행하는 경우, 상기 전사 기관 또는 조립 기관은 최종 기관으로서 역할을 수행한다.

[0128] 전사 기관 또는 조립 기관에 반도체 발광 소자가 배치(S1020)되는 방법은 크게 3가지로 나뉠 수 있다.

[0129] 첫째, 스탬프 공정에 의해 성장 기관에서 전사 기관으로 반도체 발광 소자를 이동하는 방법이다(S1021). 스탬프 공정이란 접착력이 있는 돌기부를 지닌 유연한 소재의 기관을 이용하여, 상기 돌기부를 통해 성장 기관에서 반도체 발광 소자를 분리하는 공정을 말한다. 돌기부의 간격 및 배치를 조절하여 성장 기관의 반도체 발광 소자를 선택적으로 분리할 수 있다.

[0130] 두 번째로, 자가 조립 공정을 이용하여 반도체 발광 소자를 조립 기관에 조립하는 방법이다(S1022). 자가 조립 공정을 위해서는 반도체 발광 소자가 성장 기관으로부터 분리되어 날개로 존재해야 하는 바, 필요한 반도체 발광 소자의 수만큼 레이저 리프트 오프(LL0) 공정 등을 통해 상기 반도체 발광 소자들을 성장 기관으로부터 분리시킨다. 이후 상기 반도체 발광 소자들을 유체 내에 분산하고 전자기장을 이용하여 조립 기관에 조립한다.

[0131] 상기 자가 조립 공정은 하나의 조립 기관에 R,G,B 색상을 구현하는 각각의 반도체 발광 소자들을 동시에 조립하거나, 개별 조립 기관을 통해 개별 색상의 반도체 발광 소자를 조립할 수 있다.

[0132] 세번째로는, 상기 스탬프 공정과 자가 조립 공정을 혼용하는 방법이다(S1023). 먼저 자가 조립 공정을 통해 반도체 발광 소자들을 조립 기관에 위치시킨 후 다시 스탬프 공정을 통해 최종 기관으로 상기 반도체 발광 소자들을 이동시킨다. 조립 기관의 경우, 자가 조립 공정 시 배치되는 조립 기관의 위치 및 유체와의 접촉, 전자기장

의 영향 등에 의해 대면적으로 구현하기 어렵기 때문에 적당한 면적의 조립 기판을 사용하여 반도체 발광 소자들을 조립한 후, 이후 스탬프 공정으로 대면적의 최종 기판에 여러 번 전사하는 과정이 수행될 수 있다.

- [0133] 최종 기판에 개별 단위 화소를 구성하는 복수 개의 반도체 발광 소자들이 배치되면, 상기 반도체 발광 소자들을 전기적으로 연결하는 배선 공정을 수행한다(S1030).
- [0134] 상기 배선 공정을 통해 형성된 배선전극은 기판에 조립 또는 전사된 반도체 발광 소자들을 상기 기판과 전기적으로 연결시킨다. 또한 상기 기판의 하부에는 액티브 매트릭스 구동을 위한 트랜지스터가 기 형성될 수 있다. 따라서 상기 배선전극은 상기 트랜지스터와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0135] 한편, 대면적의 디스플레이 장치를 위해서는 무수히 많은 반도체 발광 소자들이 필요한 바, 자가 조립 공정이 바람직하다. 나아가 조립 속도를 향상시키기 위해서는 상기 자가 조립 공정 중에서도 각 색상의 반도체 발광 소자들이 하나의 조립 기판에 동시에 조립되는 것이 선호될 수 있다. 또한 각 색상의 반도체 발광 소자들이 조립 기판의 정해진 특정 위치에 조립되기 위해서는 상호 배타적인 구조를 가지는 것이 요구될 수 있다.
- [0136] 도 11은 반도체 발광 소자가 자가 조립 공정에 의해 기판에 조립되는 방법의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0137] 도 12는 도 11의 E부분을 확대한 도면이다.
- [0138] 도 11과 도 12를 참조하면, 반도체 발광 소자(1150)는 유체(1120)가 채워진 챔버(1130)에 투입될 수 있다.
- [0139] 이 후, 조립 기판(1110)이 챔버(1130) 상에 배치될 수 있다. 실시 예에 따라, 조립 기판(1110)은 챔버(1130) 내로 투입될 수도 있다. 이때 조립 기판(1110)이 투입되는 방향은 상기 조립 기판(1110)의 조립 홈(1111)이 유체(1120)를 마주보는 방향이다.
- [0140] 조립 기판(1110)에는 조립될 반도체 발광 소자(1150) 각각에 대응하는 한 쌍의 전극(1112, 1113)이 형성될 수 있다. 상기 전극(1112, 1113)은 투명 전극(ITO)으로 구현되거나, 기타 일반적인 재료를 이용해 구현될 수 있다. 상기 전극(1112, 1113)은 전압이 인가됨에 따라 전기장을 생성함으로써, 조립 홈(1112, 1113)에 접촉한 반도체 발광 소자(1150)를 안정적으로 고정시키는 조립전극에 해당한다.
- [0141] 구체적으로 상기 전극(1112, 1113)에는 교류 전압이 인가될 수 있으며, 상기 전극(1112, 1113) 주변부에서 부유하는 반도체 발광 소자(1150)는 유전 분극에 의해 극성을 가질 수 있다. 또한, 유전 분극된 반도체 발광 소자의 경우, 상기 전극(1112, 1113) 주변부에 형성되는 불균일한 전기장에 의해 특정 방향으로 이동되거나 고정될 수 있다. 이를 유전 영동이라 하며, 본 발명의 자가 조립 공정에서, 상기 유전 영동을 이용하여 조립 홈(1111)에 반도체 발광 소자(1150)를 안정적으로 고정할 수 있다.
- [0142] 또한, 상기 조립전극(1112, 1113)간의 간격은 예를 들어, 반도체 발광 소자(1150)의 너비 및 조립 홈(1111)의 직경보다 작게 형성되어, 전기장을 이용한 반도체 발광 소자(1150)의 조립 위치를 보다 정밀하게 고정할 수 있다.
- [0143] 또한, 상기 조립전극(1112, 1113) 상에는 조립 절연막(1114)이 형성되어, 전극(1112, 1113)을 유체(1120)로부터 보호하고, 상기 조립전극(1112, 1113)에 흐르는 전류의 누출을 방지할 수 있다. 예컨대, 조립 절연막(1114)은 실리콘, 알루미늄 등의 무기물 절연체 또는 유기물 절연체가 단일층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 또한, 조립 절연막(1114)은 반도체 발광 소자(1150) 조립 시 상기 조립전극(1112, 1113)의 손상을 방지하기 위한 최소 두께를 가질 수 있고, 상기 반도체 발광 소자(1150)가 안정적으로 조립되기 위한 최대 두께를 가질 수 있다.
- [0144] 조립 절연막(1114)의 상부에는 격벽(1115)이 형성될 수 있다. 상기 격벽(1115)의 일부 영역은 상기 조립전극(1112, 1113)의 상부에 위치하고, 나머지 영역은 상기 조립 기판(1110)의 상부에 위치할 수 있다.
- [0145] 예컨대, 조립 기판(1110)의 제조 시, 조립 절연막(1114) 상부 전체에 형성된 격벽 중 일부가 제거됨으로써, 반도체 발광 소자(1150)들 각각이 상기 조립 기판(1110)에 결합되는 조립 홈(1111)이 형성될 수 있다.
- [0146] 도 12에 도시된 바와 같이, 상기 조립 기판(1110)에는 반도체 발광 소자(1150)가 결합되는 조립 홈(1111)이 형성되고, 상기 조립 홈(1111)이 형성된 면은 유체(1120)와 접촉할 수 있다. 상기 조립 홈(1111)은 반도체 발광 소자(1150)의 정확한 조립 위치를 가이드할 수 있다.
- [0147] 또한 상기 격벽(1115)은 조립 홈(1111)의 개구부에서 바닥 면 방향으로 일정한 경사를 가지고 형성할 수 있다. 예를 들어, 격벽(1115)의 경사도의 조절을 통해, 상기 조립 홈(1111)은 개구부 및 바닥 면을 가지고, 상기 개구부의 면적은 상기 바닥 면의 면적보다 크게 형성할 수 있다. 이에 따라, 조립 홈(1111)내 바닥 면의 정확한 위치에 반도체 발광 소자(1150)는 조립될 수 있다.

- [0148] 한편, 상기 조립 홈(1111)은 조립되는 반도체 발광 소자(1150)의 형상에 대응하는 형상 및 크기를 가질 수 있다. 이에 따라, 조립 홈(1111)에 다른 반도체 발광 소자가 조립되거나 복수의 반도체 발광 소자들이 조립되는 것을 방지할 수 있다.
- [0149] 또한 상기 조립 홈(1111)의 깊이는, 상기 반도체 발광 소자(1150)의 세로 높이보다 작게 형성할 수 있다. 이를 통해 상기 반도체 발광 소자(1150)는 격벽(1115)들 사이로 돌출되는 구조를 가질 수 있고, 조립 이후 발생할 수 있는 전사 과정에서 전사 기관의 돌기부와 쉽게 접촉할 수 있다.
- [0150] 또한, 도 12에 도시된 바와 같이, 조립 기관(1110)이 배치된 후, 자성체를 포함하는 조립 장치(1140)가 상기 조립 기관(1110)을 따라 이동할 수 있다. 상기 조립 장치(1140)는 자기장이 미치는 영역을 유체(1120) 내로 최대 화하기 위해, 조립 기관(1110)과 접촉한 상태로 이동할 수 있다. 예를 들어, 조립 장치(1140)는 복수의 자성체를 포함하거나, 조립 기관(1110)과 대응하는 크기의 자성체를 포함할 수도 있다. 이 경우, 조립 장치(1140)의 이동 거리는 소정 범위 이내로 제한될 수도 있다.
- [0151] 조립 장치(1140)에 의해 발생하는 자기장에 의해, 챔버(1130) 내의 반도체 발광 소자(1150)는 조립 장치(1140)를 향해 이동할 수 있다.
- [0152] 반도체 발광 소자(1150)는 조립 장치(1140)를 향해 이동 중, 도 12에 도시된 바와 같이, 조립 홈(1111)으로 진입하여 조립 기관(1110)과 접촉될 수 있다.
- [0153] 또한 상기 반도체 발광 소자(1150)는 자가 조립 공정이 수행될 수 있도록, 상기 반도체 발광 소자 내부에 자성층을 포함할 수 있다.
- [0154] 한편, 조립 기관(1110)의 조립전극(1112, 1113)에 의해 생성된 전기장으로 인해, 조립 기관(1110)에 접촉된 반도체 발광 소자(1150)는 조립 장치(1140)의 이동에 의해 이탈되는 현상을 방지할 수 있다.
- [0155] 따라서, 도 11 및 도 12에 도시한 전자기장을 이용한 자가 조립 방식에 의해, 복수 개의 반도체 발광 소자(1150)들은 동시 다발적으로 상기 조립 기관(1110)에 조립된다.
- [0156] 도 13은 본 발명의 적색 반도체 발광 소자를 이용하여 형성될 수 있는 디스플레이 장치의 단위화소를 나타내는 도면이다.
- [0157] 도 13에 도시된 바와 같이, 기관(1310) 위에 적색(R) 반도체 발광 소자(1351), 녹색(G) 반도체 발광 소자(1352) 및 청색(B) 반도체 발광 소자(1353)가 배치될 수 있다. 각 반도체 발광 소자들(1351, 1352, 1353)은 소자의 일면에 도전형 전극들이 형성되는 수평형 반도체 발광 소자일 수 있다. 또한 각 도전형 전극들은 배선전극들과 연결될 수 있다. 예를 들어 제1 도전형 반도체층에 연결되는 제1 도전형 전극은 제1 배선전극(1330)과 전기적으로 연결되며, 제2 도전형 반도체층에 연결되는 제2 도전형 전극은 제2 배선전극(1340)과 전기적으로 연결될 수 있다. 또한 상기 반도체 발광 소자들(1351, 1352, 1353)과 배선전극들(1330, 1340) 사이에는 층간 절연막(1320)이 형성되어 소자들간의 의도하지 않는 전기적 연결을 방지할 수 있다.
- [0158] 한편, 도 13에 도시된 다양한 색상의 반도체 발광 소자들(1351, 1352, 1353)을 고화소의 디스플레이 장치에 적용하기 위해서는 각 반도체 발광 소자들의 크기는 마이크로미터 단위의 수준으로 제작되어야 한다. 예를 들어 수평형 반도체 발광 소자의 경우, 현재 상용화된 디스플레이 장치의 화질 수준을 고려할 때, 직경은 수십 μm 이며 높이는 수 μm 정도가 요구될 수 있다. 소자의 높이의 경우 앞서 언급한 수 μm 보다 더 크게 형성할 수도 있으나, 소자의 높이를 향상시키기 위한 에피택셜(Epitaxial) 성장은 제조비용이 많이 소요되는 바, 소자의 발광 성능을 확보하는 수준에서 소자의 높이를 제한하는 것이 요구될 수 있다. 한편 소자의 직경 대비, 소자의 높이가 너무 작으면 전압을 인가해도 소자가 발광하지 않을 수 있는 바, 직경 대비 소자의 높이는 적절한 수준에서 조절되어야 한다.
- [0159] 또한 각 반도체 발광 소자들은 각각의 성장기관에서 형성되며 선택적으로 전사 또는 분리됨으로써 제조 비용을 절감할 수 있다. 예를 들어 도 10에서 전술하였듯이, 상기 전사 또는 분리 방법에는 스탬프 공정(또는 픽앤플레이스) 및 레이저 리프트 오프(LLO) 공정 등이 이용될 수 있다.
- [0160] 한편, 녹색 반도체 발광 소자 또는 청색 반도체 발광 소자는 사파이어 기관을 성장기관으로 하여 제작할 수 있으나, 적색 반도체 발광 소자의 경우는 GaAs 기관에 제작된다. 특히 GaAs에서 성장한 적색 반도체 발광 소자의 경우 다른 색상의 반도체 발광 소자에 비해 더욱 깨지기 쉬운 특성이 있다.
- [0161] 따라서, 자가 조립 과정에서 조립 홈에는 손상(damage)이 없는 칩들이 배열되어야 하는데, 손상이 발생한 예를

들어 적색 반도체 발광 소자가 조립 홈에 배열될 가능성이 매우 높다. 이를 해결하기 위한 구체적인 솔루션에 대하여 이하 도 14 내지 도 20에서 상세히 후술하도록 하겠다.

- [0162] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따라, 불량칩을 분리하여 조립하는 프로세스를 도시한 플로우 차트이다.
- [0163] 우선, 본 발명의 일실시예에 의하면, 자성체로 구성된 조립 장치를, 조립 기관과 접촉 또는 비접촉 상태로 이동시킨다(S1410). 상기 조립 장치 및 상기 조립 기관의 하단에 유체로 채워진 챔버가 위치하며, 상기 챔버 내에는 복수개의 특정 반도체 발광 소자들이 포함되어 있다. 자가 조립 공정에 대해서는 이전 도 11에서 상세히 설명한 바 당업자는 도 11을 참조하여 도 14를 보충 해석 가능하다.
- [0164] 나아가, 본 발명의 일실시예에 의하면, 상기 조립 장치에 의해 발생하는 자기장에 기초하여, 상기 챔버 내의 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들을 상기 조립 기관이 위치하고 있는 방향으로 이동시킨다(S1420).
- [0165] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제1 그룹의 반도체 발광 소자들(예를 들어, 손상이 없어서 정상적인 사이즈를 가지고 있는 반도체 발광 소자들)을 상기 조립 기관내 제1 타입의 조립 홈에 배열한다(S1430). 그리고, 본 발명의 일실시예에 의하면, 상기 복수개의 특정 반도체 발광 소자들 중 제2 그룹의 반도체 발광 소자들(예를 들어, 손상이 발생하여 정상적인 사이즈 보다 작은 사이즈를 가지는 반도체 발광 소자들)을 상기 조립 기관내 제2 타입의 조립 홈에 배열한다(S1440). 특히, 상기 제2 타입의 조립 홈은 상기 제1 타입의 조립 홈과 다르게 설계함으로써, 불량칩들만 선택적으로 회수하는 것이 가능하다.
- [0166] 도 14에 도시된 복수개의 특정 반도체 발광 소자들은 모두, 예를 들어 GaAs 기판으로 제작되어 깨지기 쉬운 적색(Red) 칩에 한정된다. 그리고, 도 14에 도시된 조립 기관은 예를 들어, 중간 기관 역할을 하는 도너 기관이 될 수도 있고 또는 최종 디스플레이 기관에 해당한다.
- [0167] 즉, 도 14에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예는 RGB 를 조립하는 디스플레이 기관 또는 도너 기관 위에 조립을 위한 홈(또는 우물(well))이외에 깨진 칩을 분리하기 위한 홈(또는 우물(well))이 함께 존재하는 기관을 제공함으로써, 최종 기관 조립 전에 불량칩만 회수하고 이로 인하여 조립율이 개선되는 장점이 있다.
- [0168] 다만, 본 발명의 일실시예는, 정상적인 칩의 조립을 위한 홈 뿐만 아니라 불량칩 회수를 위한 홈(다만, 당해 명세서 상에서 우물(well)이라고도 칭하나, 같은 의미임)이 함께 하나의 기관위에 존재하도록 설계할 수 있으며, 이와 관련해서는 이하 도 15에서 상세히 설명하겠다.
- [0169] 반면, 본 발명의 다른 일실시예에 의하면, 불량칩 회수를 위한 전용 기관을 제작하는 것도 가능한데, 이와 관련해서는 이하 도 16에서 보다 상세히 설명하겠다.
- [0170] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따라, 제1 타입의 조립 홈과 제2 타입의 조립 홈을 모두 포함하는 기관을 도시하고 있다.
- [0171] 도 15에 도시된 바와 같이, 조립 기관(1500)은 정상적인 반도체 발광 소자들인 제1 그룹을 위한 제1 타입의 조립 홈(1510)을 포함하고, 손상으로 인한 반도체 발광 소자들인 제2 그룹을 위한 제2 타입의 조립 홈(1520)을 모두 포함하고 있다. 특히, 제2 타입의 조립 홈(1520)의 반지름은 제1 타입의 조립 홈(1510)의 반지름 보다 작게 설계하여, 제2 타입의 조립 홈(1520)에는, 제1 그룹의 반도체 발광 소자들이 배열될 수 없고, 제2 그룹의 반도체 발광 소자들만 배열된다. 따라서, 제2 그룹에 속하는 불량칩만 선별적으로 회수할 수 있는 장점이 있다.
- [0172] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따라, 제1 타입의 조립 홈으로만 이루어진 기관과, 제2 타입의 조립 홈으로만 이루어진 별도의 기관을 도시하고 있다.
- [0173] 도 15와 달리, 도 16은 불량칩 회수를 위한 별도의 기관을 제공한다. 예를 들어, 도 16의 (b)에 도시된 바와 같이, 도 11에 도시된 자가 조립 공정에서 사용되는 챔버 위에 불량칩을 위한 작은 조립 홈(1611)을 가지는 기관(1601)을 둔다. 정상적인 칩들은 상기 조립 홈(1611) 보다 상대적으로 큰 사이즈를 가지므로, 상기 조립 홈(1611)에 배열될 수 없고, 물리적 손상으로 인하여 사이즈가 작아진 불량칩들만 상기 조립 홈(1611)에 배열된다.
- [0174] 이와 같은 프로세스를 거치게 되면, 챔버 내에는 물리적 손상으로 인하여 사이즈가 작아진 불량칩들이 존재하지 않는다. 그 다음으로, 도 16의 (a)에 도시된 바와 같이, 정상적인 칩을 위한 조립 홈(1610)만 가지는 기관(1600)을 챔버 위에 위치시키고, 자기 조립 공정을 거치면 해당 조립 홈(1610)에는 정상적인 칩들만 배열되는 장점이 있다.
- [0175] 한편, 도 15 및 도 16에서는 불량칩을 위한 조립 홈의 사이즈에 대해서만 주로 설명하였으나, 조립 전극도 정상

칩을 위한 조립 홈에 인가되는 조립 전극과는 다르게 설계할 필요가 있다. 이와 관련하여, 도 17 및 도 18에서 보다 상세히 후술하겠다.

- [0176] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따라, 제2 타입의 조립 홈의 구조 및 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조를 도시하고 있다. 이전 도면들에서도 예시한 바와 같이, 당해 명세서에서 언급하는 제2 타입의 조립 홈은 불량칩을 위한 것이다.
- [0177] 도 17에 도시된 바와 같이, 조립 기판(1700)내 불량칩을 위한 조립 홈(1730)은 정상적인 칩을 위한 조립 홈(도 18 참조) 보다 사이즈가 작게 설계하거나 또는 전체적인 사이즈는 정상적인 칩을 위한 조립 홈과 동일하지만 격자형으로 설계하여 불량칩(1740)만 배열될 수 있고, 정상적인 칩은 배열되지 못하도록 설계하는 것이 특징이다.
- [0178] 한편, 이전 도 11 및 도 12에서 전술한 바와 같이, 유전 영동에 기반하여 조립 홈에 반도체 발광 소자가 안정적으로 고정되어야 한다. 그러나, 불량칩(예를 들어, 정상적인 반도체 발광 소자에 비해, 물리적인 손상으로 사이즈가 작아진 불량량의 반도체 발광 소자)은 사이즈가 상대적으로 작기 때문에, 작은 DEP (dielectrophoresis) 포스(force)로도 조립 홈에 고정시키는 것이 가능함을 실험적으로 확인하였다.
- [0179] 따라서, 도 17에 도시된 바와 같이, 조립 전극(1710, 1720)이 조립 홈(1730)의 경계에 형성되는 것으로도 충분하고, 도 18과 같이 조립 홈과 오버랩 되도록 설계할 필요가 없다. 이와 같이 설계하는 경우, 불량칩을 위한 조립 전극을 단순화 하여 구조를 단순화 하고 관련 전력 소모를 최소화 하는 기술적 효과가 있다.
- [0180] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따라, 제1 타입의 조립 홈의 구조 및 상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극의 배치 구조를 도시하고 있다. 이전 도면들에서도 예시한 바와 같이, 당해 명세서에서 언급하는 제1 타입의 조립 홈은 정상적인 칩(즉, 물리적으로 깨지지 않은 정상적인 사이즈)을 위한 것이다.
- [0181] 도 17과 비교하여 보면, 도 18에 도시된 기판(1800)은 정상적인 칩(1840)이 위치할 수 있도록 상기 정상적인 칩(1840)의 사이즈 보다 큰 조립 홈(1830)을 포함한다.
- [0182] 그리고, 도 17과 달리, 조립 홈(1830)과 조립 전극(1810, 1820)이 오버랩 되도록 설계함으로써, 상대적으로 큰 DEP (dielectrophoresis) 포스(force)를 발생시킨다. 따라서, 불량칩 보다 사이즈가 큰 정상적인 칩(1840)이 조립 홈(1830)에 안정적으로 고정될 수 있다.
- [0183] 즉, 본 발명의 다른 일실시예에 의하면, 상기 제1 타입의 조립 홈(정상적인 칩을 위한)을 위한 조립 전극의 배치 구조는, 상기 제2 타입의 조립 홈(손상으로 인하여 사이즈가 작아진 불량칩을 위한)을 위한 조립 전극의 배치 구조와 다른 것을 특징으로 한다.
- [0184] 특히, 상기 제1 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제1 타입의 조립 홈과 부분적으로 오버랩 되어 제1 DEP(dielectrophoresis) 포스(force)가 생성되는 반면, 상기 제2 타입의 조립 홈을 위한 조립 전극은, 상기 제2 타입의 조립 홈과 오버랩 되지 않아 제2 DEP 포스가 생성되도록 한다. 그리고, 상기 제2 DEP 포스는 상기 제1 DEP 포스 보다 작은 것을 특징으로 한다.
- [0185] 따라서, 상대적으로 적은 조립 전극 및 DEP 포스를 이용하여 불량칩만 선별적으로 필터링할 수 있는 효과가 있다.
- [0186] 한편, 이하 도면들에서는 불량칩을 위한 조립 홈의 다양한 실시예들을 설명하도록 하겠다.
- [0187] 도 19는 도 17에 도시된 제2 타입의 조립 홈의 다른 실시예를 도시하고 있다.
- [0188] 도 19의 (e)에 도시된 조립 홈은 정상적인 반도체 발광 소자를 위한 제1 타입에 해당한다. 반면, 도 19의 (a) 내지 (d)에 도시된 조립 홈들은 제2 타입으로서, 정상적인 반도체 발광 소자가 아닌 손상이 있는 상대적으로 작은 사이즈의 불량칩 회수를 위한 것이다.
- [0189] 도 19에 도시된 제2 타입의 조립 홈들((a) 내지 (d))의 반지름은 제1 타입의 조립 홈(e)의 반지름과는 동일하지만, 홈 내에 다양한 격자의 패턴을 가지고 있다. 따라서, 손상이 없는 정상적인 사이즈의 칩들은 배열되지 않도록 설계한다.
- [0190] 그리고, 도 20은 도 17에 도시된 제2 타입의 조립 홈의 또 다른 실시예를 도시하고 있다.
- [0191] 도 20의 (d)에 도시된 조립 홈은 정상적인 반도체 발광 소자를 위한 제1 타입에 해당한다. 반면, 도 20의 (a) 내지 (c)에 도시된 조립 홈들은 제2 타입으로서, 정상적인 반도체 발광 소자가 아닌 손상이 있는 상대적으로 작은 사이즈의 불량칩 회수를 위한 것이다.

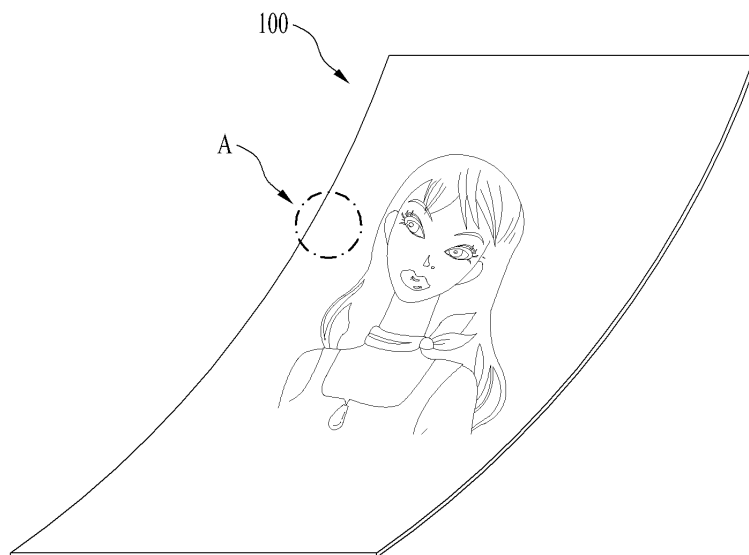
- [0192] 도 20은 도 19와 달리, 격자 패턴을 이용하지 않는다. 도 20의 (a)에 도시된 바와 같이 반지를 자체가 작아지도록 설계할 수도 있고, 도 20의 (b)에 도시된 바와 같이 좌우 측면에 배리어를 두어 정상적인 칩은 배열될 수 없도록 설계한다. 또는, 도 20의 (c)에 도시된 바와 같이, 상하 측면에 배리어를 두도록 설계하는 것도 가능하다.
- [0193] 나아가, 도 19 및 도 20에 도시된 다양한 조립 홈들 중 하나만 이용하지 않고, 적어도 복수개의 패턴을 이용하여 다양한 모양의 불량칩을 모두 회수할 수 있도록 설계하는 것도 본 발명의 다른 권리범위에 속한다.
- [0194] 물론, 도 19 및 도 20에서는 칩의 모양이 원형인 경우를 가정하여 도시하였으나, 다른 모양의 칩들에 대해서도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있다.
- [0195] 한편, 칩(반도체 발광 소자)이 챔버내에서 이동하기 위하여, 이전 도면들에서는 주로 자석을 이용할 수 있다고 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 챔버내 유체에 흐름을 만들 수 있는 물총, 초음파 또는 드로플릿(droplet) 등을 이용할 수도 있다.
- [0196] 그리고, 기관의 조립 홈에 배열된 불량칩을 회수하기 위한 방법으로서, 트랜스퍼 헤드(transfer head)가 불량칩을 흡착하여 회수하는 방법이 사용될 수 있다. 또는 진공(vacuum), 자기장(magnetic), 정전기(electrostatic) 등의 방법이 사용될 수도 있다.
- [0197] 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.
- [0198] 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.
- [0199] 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

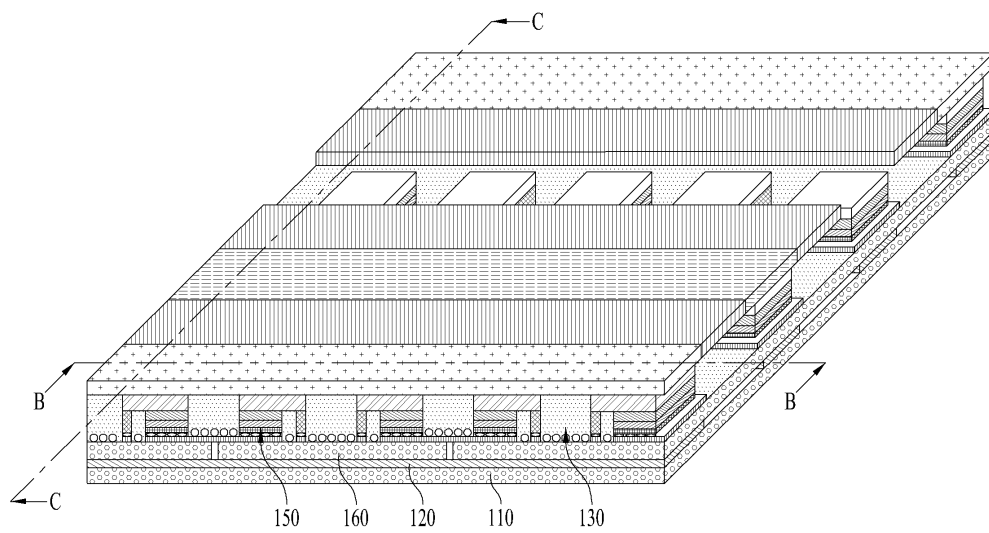
- [0200] 1700: 조립 기관
- 1710: 플러스(+) 조립 전극
- 1720: 마이너스(-) 조립 전극
- 1730: 조립 홈
- 1740: 불량칩

도면

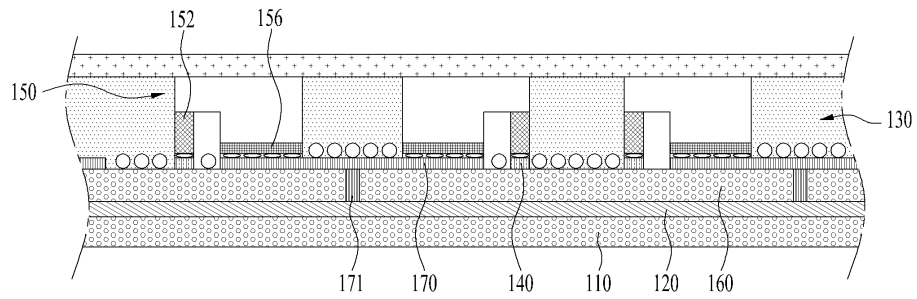
도면1



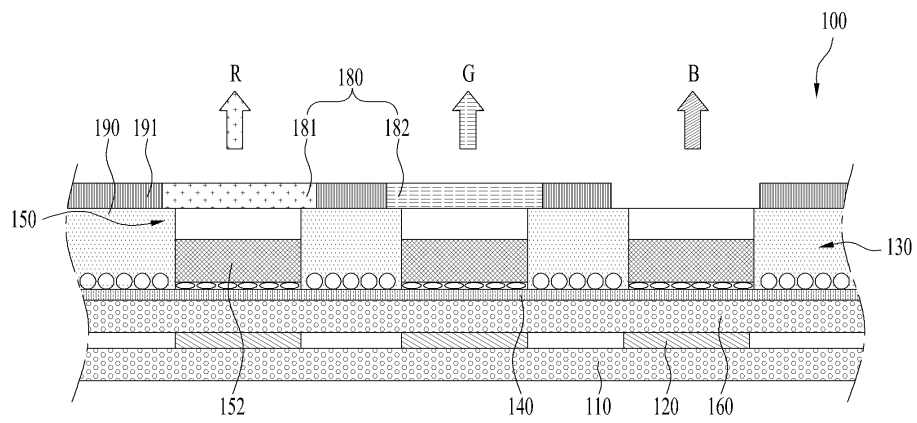
도면2



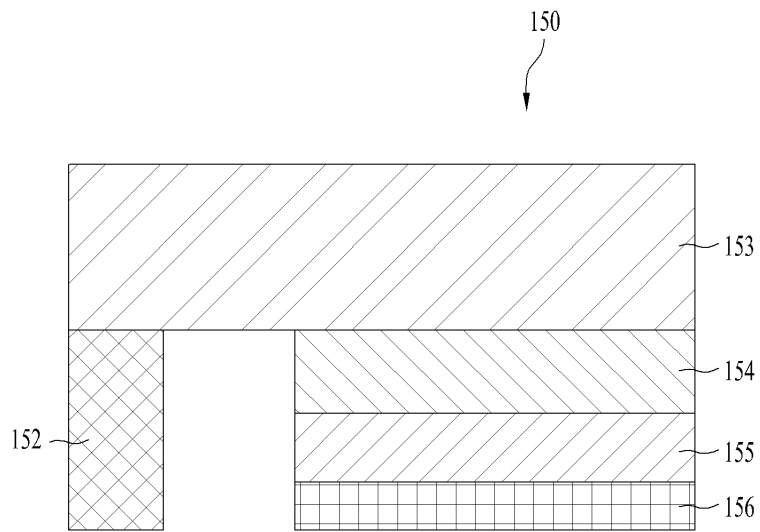
도면3a



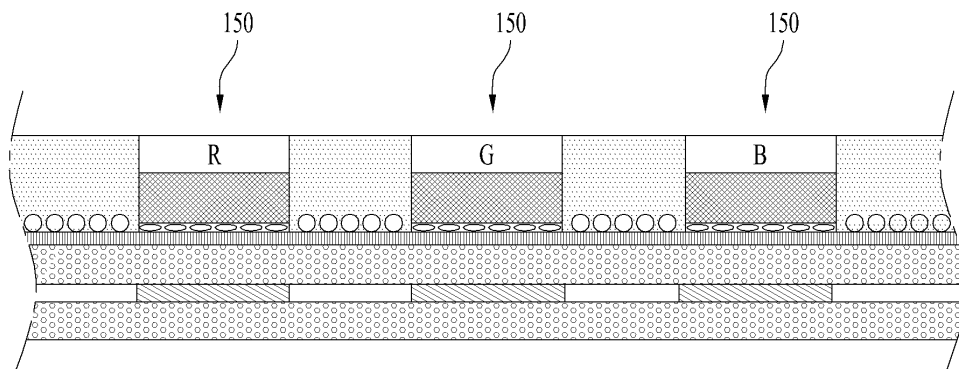
도면3b



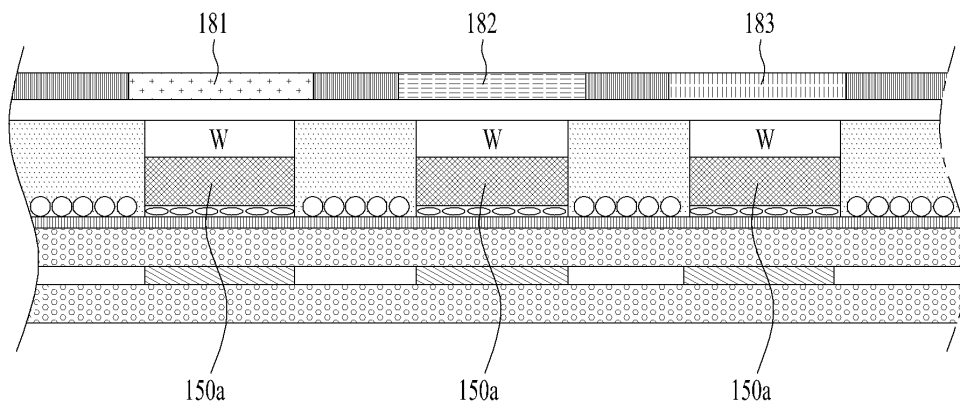
도면4



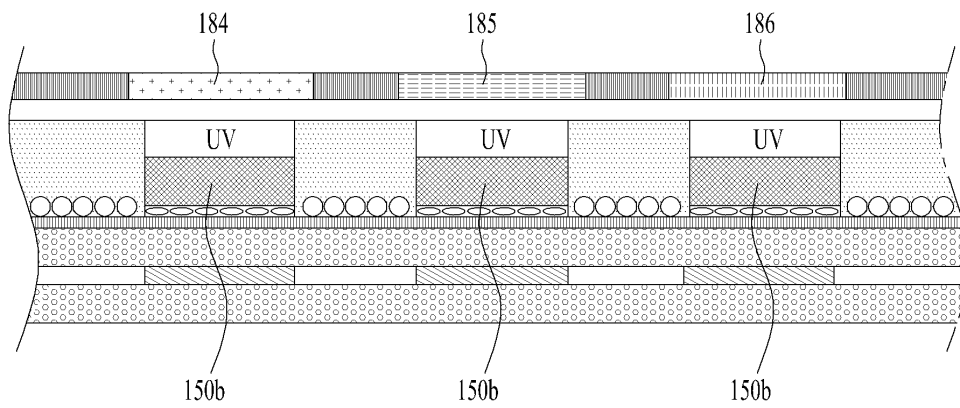
도면5a



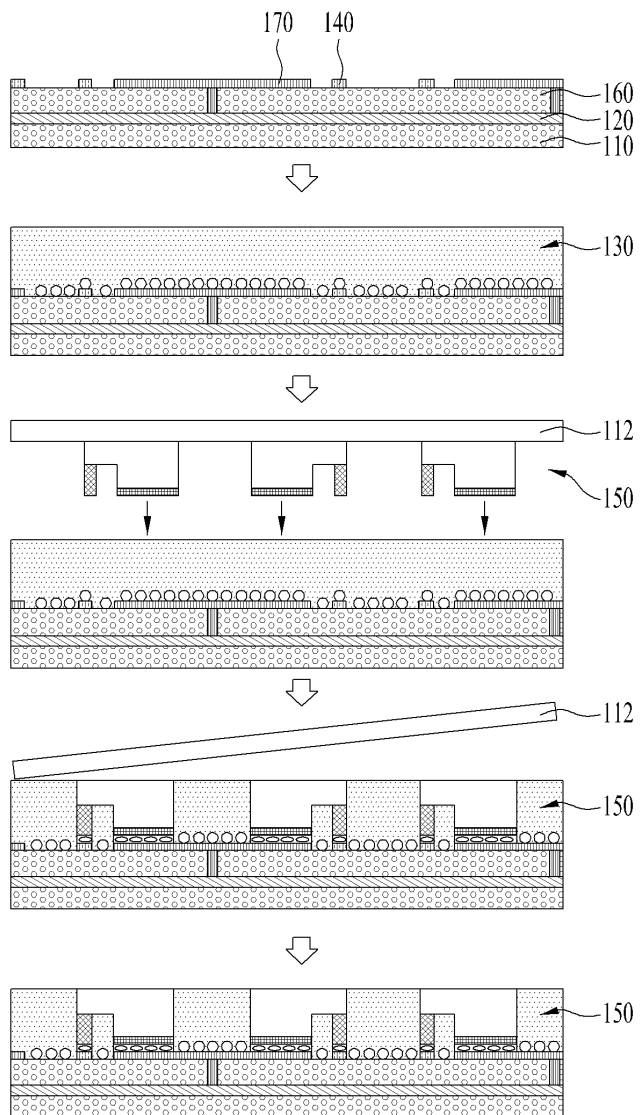
도면5b



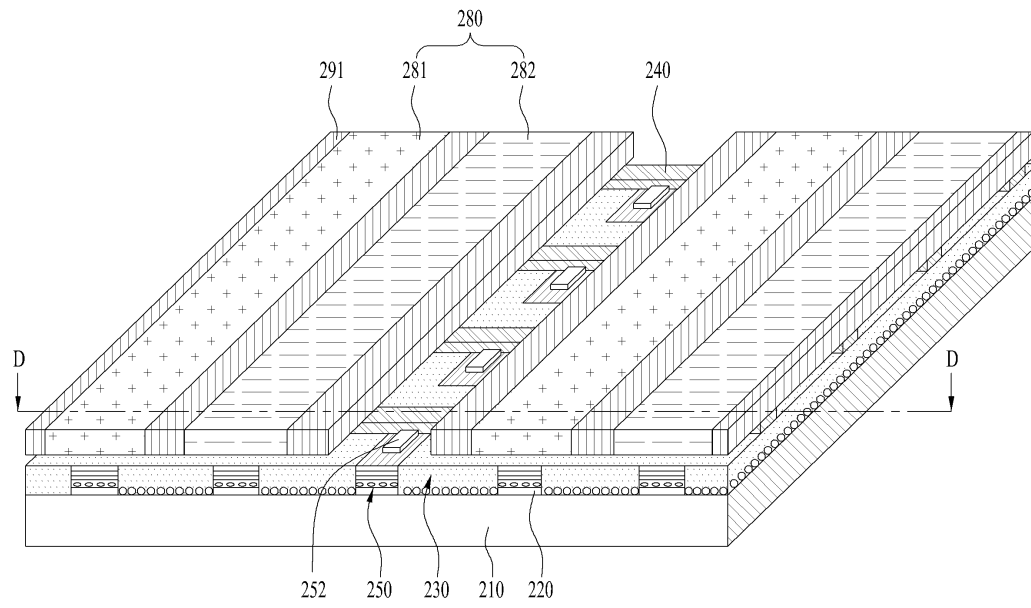
도면5c



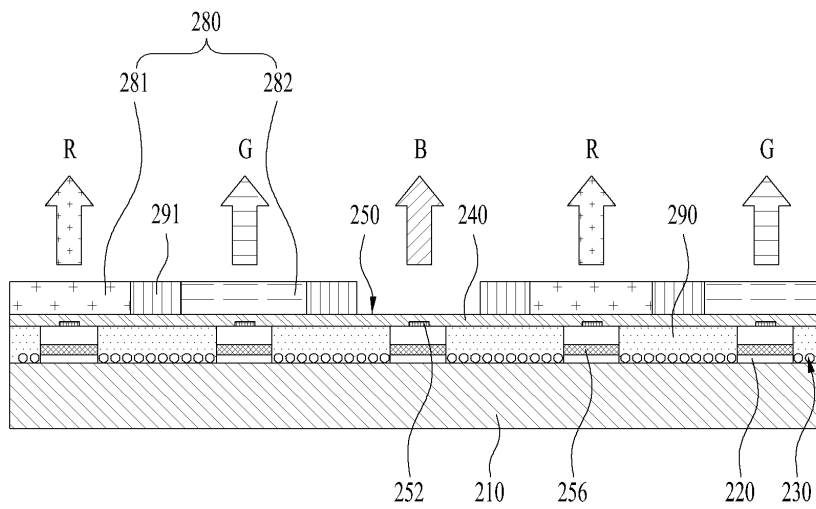
도면6



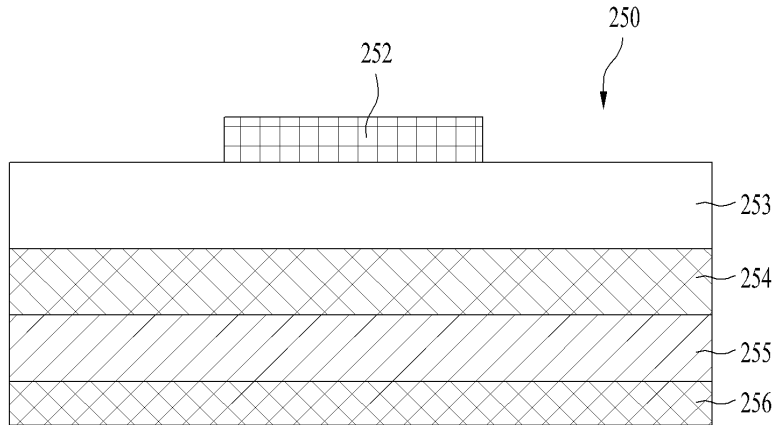
도면7



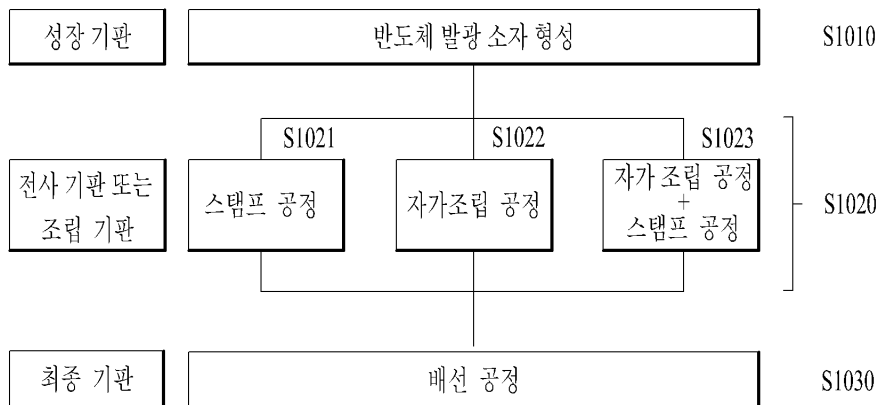
도면8



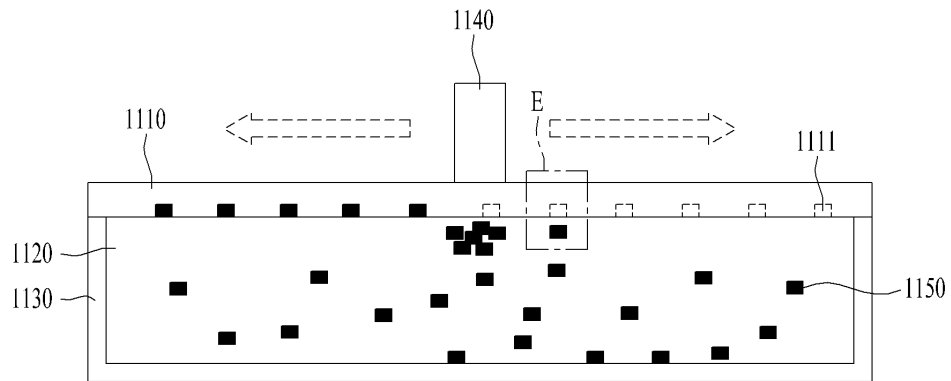
도면9



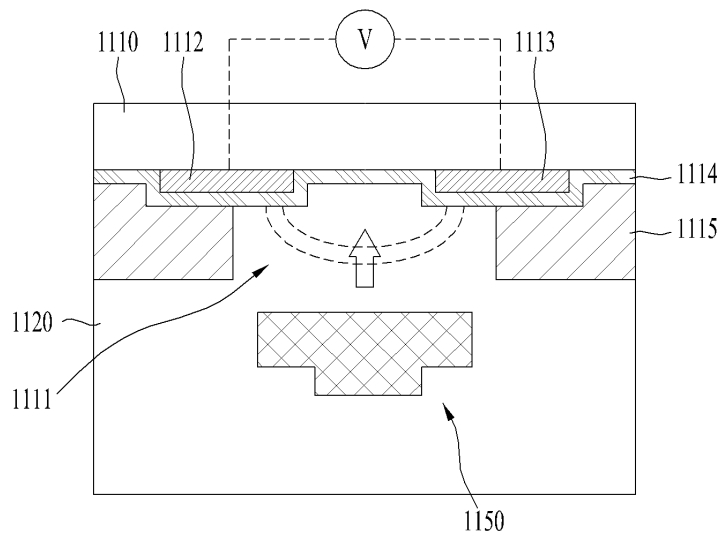
도면10



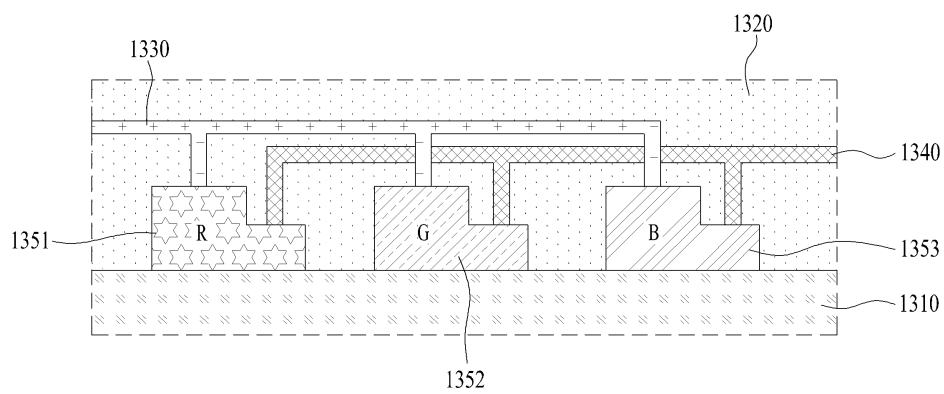
도면11



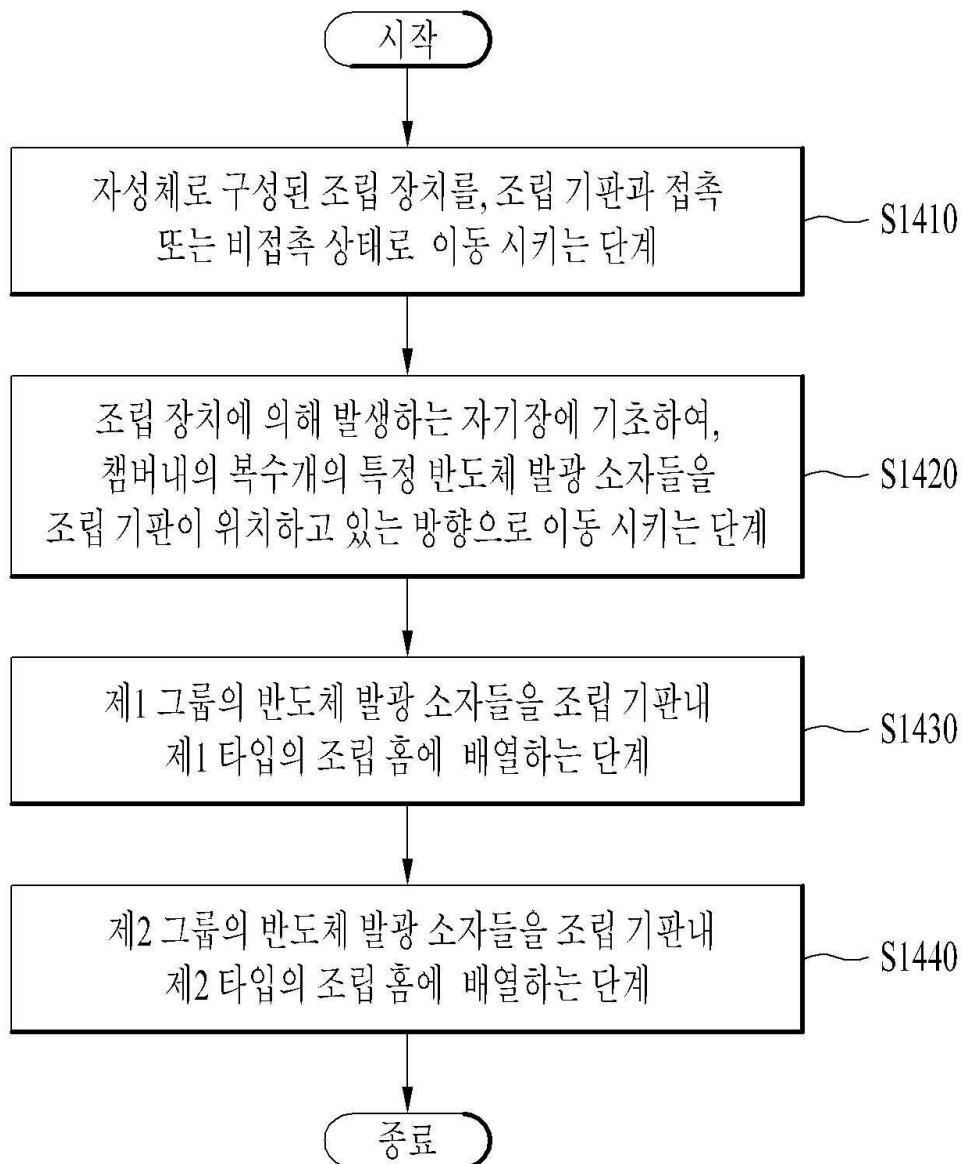
도면12



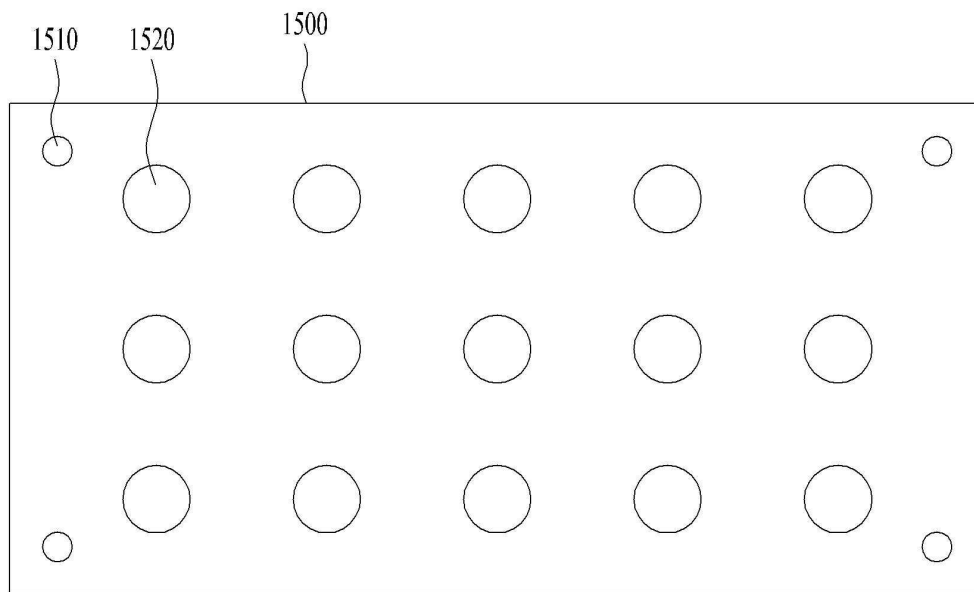
도면13



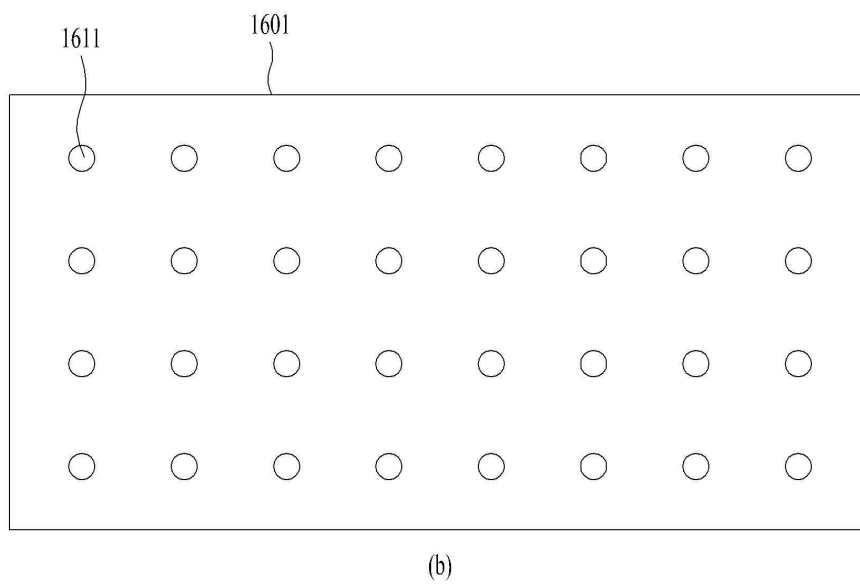
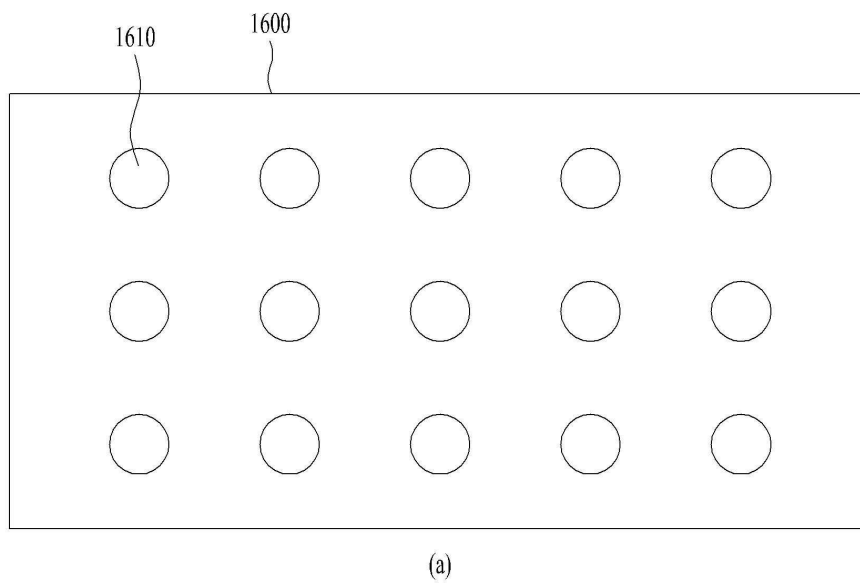
도면14



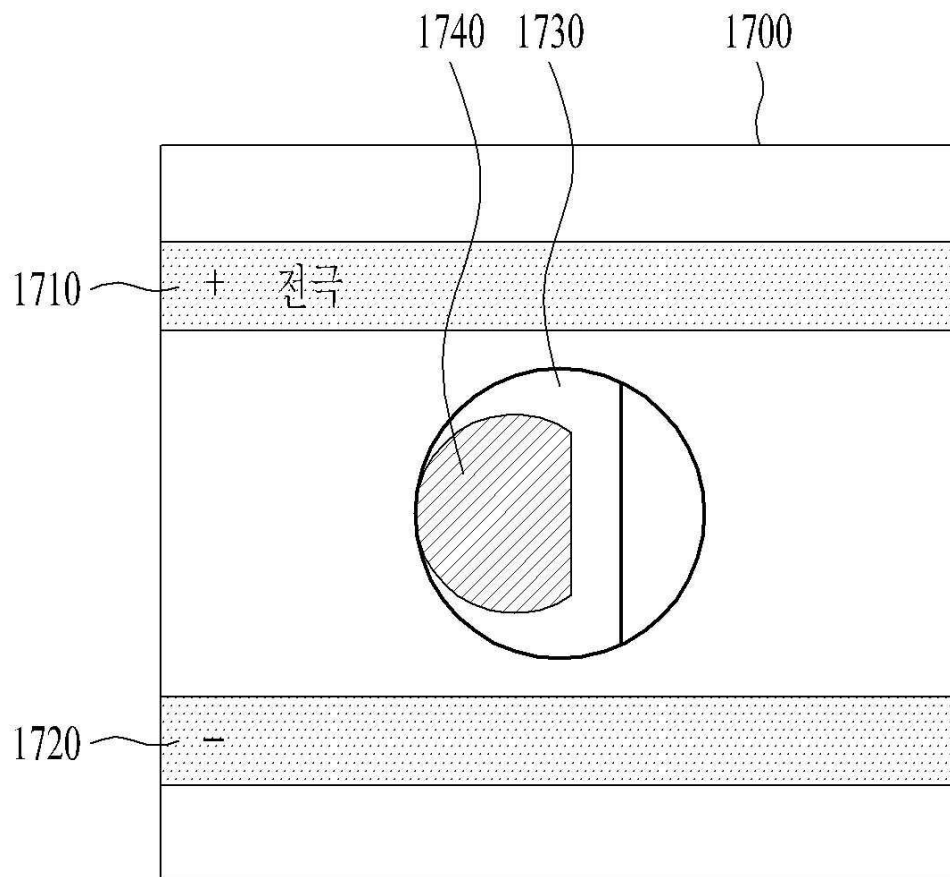
도면15



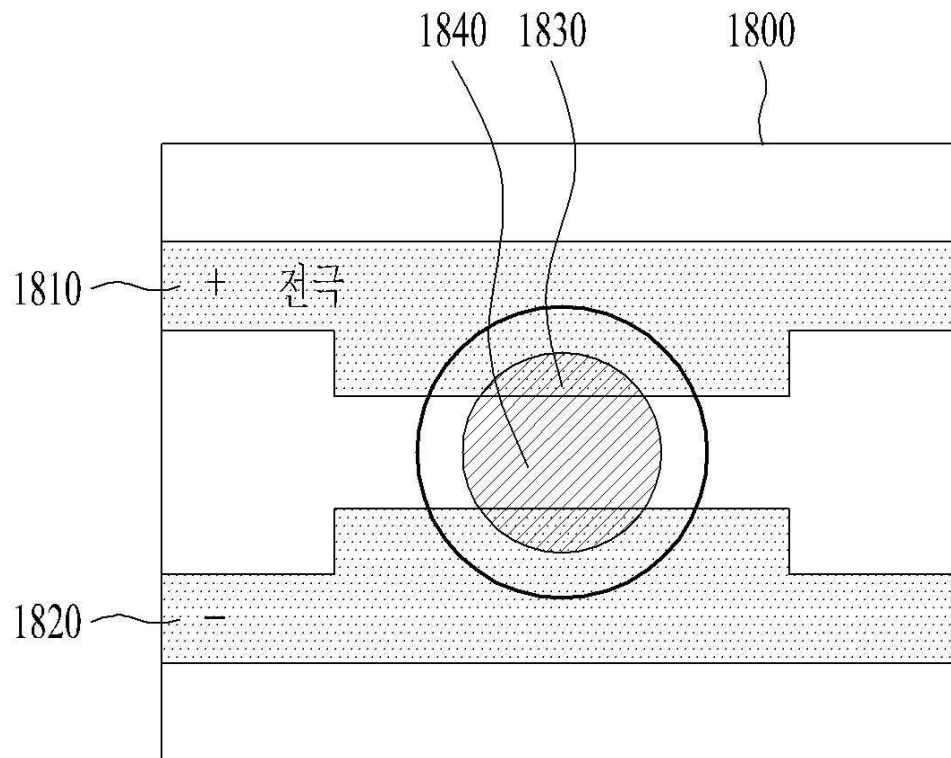
도면16



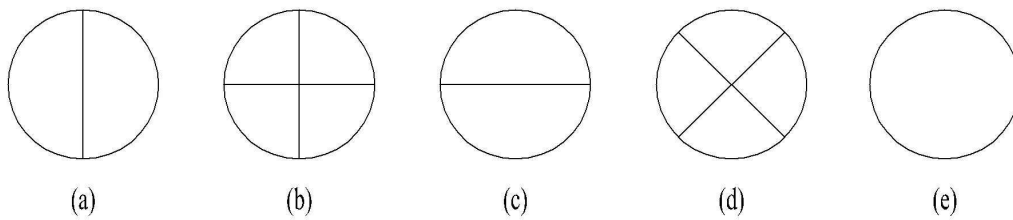
도면17



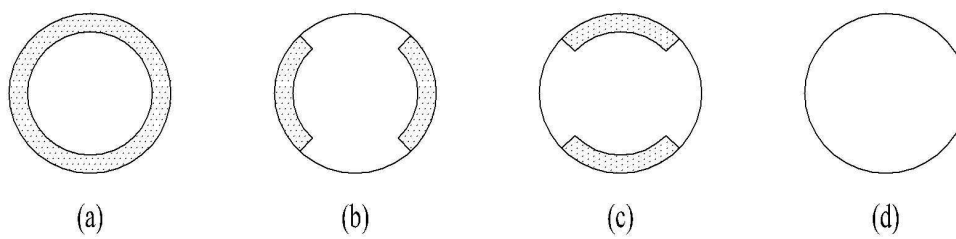
도면18



도면19



도면20



专利名称(译)	与微型LED有关的显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020190143840A	公开(公告)日	2019-12-31
申请号	KR1020190164326	申请日	2019-12-11
申请(专利权)人(译)	LG电子公司		
[标]发明人	장원재 심봉주 김건호		
发明人	장원재 심봉주 김건호		
IPC分类号	H01L25/075 H01L23/00 H01L33/22 H01L33/30		
CPC分类号	H01L25/0753 H01L24/89 H01L33/22 H01L33/30		
代理人(译)	Gimyongin 铁干扰		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的实施例，一种用于制造与微发光二极管（LED）有关的显示装置的方法包括以下步骤：使由磁性材料制成的组装装置与之接触或非接触地移动。组装基板（填充有流体并位于组装装置和组装基板的下端的腔室，以及腔室内具有的多个特定的半导体发光元件）；基于组装装置产生的磁场，使特定的半导体发光装置在腔室内沿着组装基板所处的方向移动。在特定的半导体发光器件中，将第一组的半导体发光器件布置在组装基板中的第一类型的组装凹槽中；在特定的半导体发光器件中，将第二组的半导体发光器件布置在组装基板中的第二类型的组装凹槽中。

