(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0104276
(43) 공개일자 2019년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) *H01L 33/00* (2010.01)
H01L 33/62 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 33/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0101594
(22) 출원일자 2019년08월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
장원재
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
고지수
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 방해철

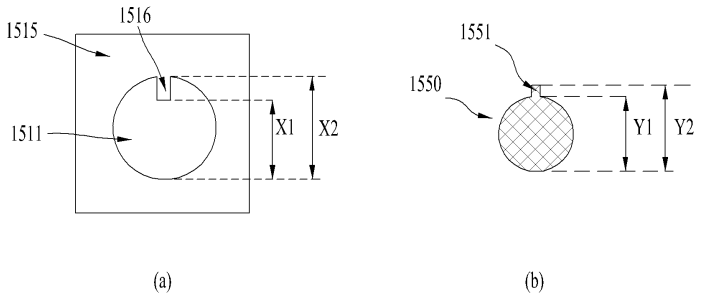
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로 LED를 이용한 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 명세서에서는 다양한 색상을 가지는 반도체 발광 소자들을 동시에 기판 상에 조립하기 위한 배타적인 디자인을 가지는 기판 구조 및 새로운 형태의 반도체 발광 소자를 제공함으로써, 혼색 우려없이, 신속 정확하게 상기 반도체 발광 소자들을 기판 상에 조립할 수 있다. 여기서 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 반도체 발광 소자들 중 적어도 하나는 조립되는 면의 측면 방향으로 위치하는 범프부를 포함하고, 상기 범프부를 포함하는 반도체 발광 소자가 조립되는 조립 홈은 상기 조립 홈의 내부 방향으로 향하는 돌기부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도15



(52) CPC특허분류
H01L 33/62 (2013.01)
(72) 발명자
양혜영
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
조현우
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

명 세 서

청구범위

청구항 1

반도체 발광 소자들을 이용하는 디스플레이 장치에 있어서,

기판;

상기 기판 상에 위치하는 조립 전극;

상기 조립 전극 상에 위치하는 절연층;

상기 절연층 상에 위치하는 격벽;

상기 격벽에 의해 정의되는 제 1조립 홈; 및

상기 제 1조립 홈에 조립되고, 조립 면의 측면 방향으로 위치하는 범프(bump)부를 구비하는 제 1반도체 발광 소자를 포함하고,

상기 제 1조립 홈을 둘러싸는 상기 격벽은 상기 제 1조립 홈의 내부 방향으로 향하는 돌기부를 구비하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1조립 홈의 최단 폭 X1은 상기 제 1반도체 발광 소자의 최단 폭 Y1과 같거나 크고,

상기 제 1조립 홈의 최장 폭 X2은 상기 제 1반도체 발광 소자의 최장 폭 Y2와 같거나 크고,

상기 Y2는 상기 X1보다 큰 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 범프부를 제외한 상기 제 1반도체 발광 소자의 조립 면은 원형인 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 돌기부를 제외한 상기 격벽에 의해 정의되는 상기 제 1조립 홈의 형상은 원형인 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제 1반도체 발광 소자의 상기 범프부의 개수는 상기 격벽의 상기 돌기부의 개수와 동일한 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

제 2반도체 발광 소자 및 상기 제 2반도체 발광 소자가 조립되는 제 2조립 홈을 더 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 제 2반도체 발광 소자는 상기 제 1반도체 발광 소자와 다른 형상을 가지며, 상기 제 2조립 홈은 상기 제 2 반도체 발광 소자의 형상에 대응하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제 1반도체 발광 소자는 제 1색상을 발광하고, 상기 제 2반도체 발광 소자는 상기 제 1색상과 다른 제 2색상을 발광하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제 1반도체 발광 소자 및 상기 제 2반도체 발광 소자는 자성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 10

개별 성장 기판에서 서로 다른 형상을 갖는 복수의 반도체 발광 소자들을 형성하는 단계;

상기 반도체 발광 소자들이 조립되기 위한 조립 홈들을 구비하는 조립 기판을 준비하는 단계;

상기 성장 기판의 반도체 발광 소자들을 분리하여, 유체가 채워진 챔버에 투입하는 단계; 및

상기 챔버의 상면에 상기 조립 기판을 위치시키고, 자기장 및 전기장을 이용하여 상기 반도체 발광 소자를 상기 기판의 조립 홈에 조립하는 단계를 포함하고,

상기 반도체 발광 소자들 중 적어도 하나의 반도체 발광 소자는 조립되는 면의 측면 방향으로 하나 이상의 범프(bump)부를 구비하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 범프부를 구비하는 반도체 발광 소자가 조립되는 제 1조립 홈은 상기 제 1조립 홈을 둘러싸는 격벽에 의해 정의되고,

상기 격벽은 상기 제 1조립 홈의 내부 방향으로 돌출되어 위치하는 적어도 하나의 돌기부를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 반도체 발광 소자들은 자성층을 포함하고,

상기 조립하는 단계는,

상기 조립 홈들이 위치하지 않는 상기 기판의 후면부에 자성체를 구비한 조립 장치를 위치시키고, 상기 조립 장치의 움직임에 따라 발생하는 자기장에 의해, 상기 반도체 발광 소자들이 상기 기판의 상기 조립 홈들에 접촉하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 조립 장치의 움직임은 회전운동을 포함하고,

상기 접촉하는 단계는,

상기 조립 장치의 회전운동에 따라 상기 반도체 발광 소자들이 상기 기판의 상기 조립 홈 내에서 회전하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 14

제 10항에 있어서,

상기 조립 기판 상에 조립된 상기 반도체 발광 소자들을 전사 기판으로 전사하는 단계 및

전사 기판으로 전사된 반도체 발광 소자들을 배선 기판으로 전사하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 배선 기판으로 전사하는 단계는,

상기 배선 기판에 배선 전극 및 전도성 접착층을 형성하는 단계 및 상기 전사 기판의 상기 반도체 발광 소자를 상기 배선 기판의 상기 전도성 접착층에 부착하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 16

제 10항에 있어서,

상기 반도체 발광 소자들은 마이크로미터 단위의 크기를 가진 LED(Micro-LED)인 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

[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 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 갖는다.

[0005] 하지만 반도체 발광 소자를 이용하여 대면적 고화소 디스플레이 장치를 구현하기 위해서는 매우 많은 수의 반도체 발광 소자들이 상기 디스플레이 장치의 배선 기판에 빠르고 정확하게 조립 또는 전사되어야 한다.

[0006] 이에, 본 발명에서는 다양한 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들이 기판 내에서 신속 정확하게 조립될 수 있는 새로운 형태의 반도체 발광 소자 및 기판 구조를 제시한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예의 목적은, 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 일 실시예의 다른 목적은, 다양한 색상의 반도체 발광 소자들을 기판에 조립할 때, 조립 속도를 향상시킬 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 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

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치는, 기판; 상기 기판 상에 위치하는 조립 전극; 상기 조립 전극 상에 위치하는 절연층; 상기 절연층 상에 위치하는 격벽; 상기 격벽에 의해 정의되는 제 1조립 홈; 및 상기 제 1조립 홈에 조립되고, 조립 면의 측면 방향으로 범프(bump)부를 구비하는 제 1반도체 발광 소자를 포함하고, 상기 제 1조립 홈을 둘러싸는 상기 격벽은 상기 제 1조립 홈의 내부 방향으로 향하는 돌기부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 실시예로서, 상기 제 1조립 홈의 최단 폭 X1은 상기 제 1반도체 발광 소자의 최단 폭 Y1과 같거나 크고, 상기 제 1조립 홈의 최장 폭 X2은 상기 제 1반도체 발광 소자의 최장 폭 Y2와 같거나 크고, 상기 Y2는 상기 X1보다 큰 것을 특징으로 한다.

[0012] 실시예로서, 상기 범프부를 제외한 상기 제 1반도체 발광 소자의 조립 면은 원형인 것을 특징으로 한다.

[0013] 실시예로서, 상기 돌기부를 제외한 상기 격벽에 의해 정의되는 상기 제 1조립 홈의 형상은 원형인 것을 특징으로 한다.

[0014] 실시예로서, 상기 제 1반도체 발광 소자의 상기 범프부의 개수는 상기 격벽의 상기 돌기부의 개수와 동일한 것을 특징으로 한다.

[0015] 실시예로서, 제 2반도체 발광 소자 및 상기 제 2반도체 발광 소자가 조립되는 제 2조립 홈을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 실시예로서, 상기 제 2반도체 발광 소자는 상기 제 1반도체 발광 소자와 다른 형상을 가지며, 상기 제 2조립 홈은 상기 제 2반도체 발광 소자의 형상에 대응하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 실시예로서, 상기 제 1반도체 발광 소자는 제 1색상을 발광하고, 상기 제 2반도체 발광 소자는 상기 제 1색상과 다른 제 2색상을 발광하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 실시예로서, 상기 제 1반도체 발광 소자 및 상기 제 2반도체 발광 소자는 자성층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 반도체 발광 소자들을 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법은, 개별 성장 기판에서 서로 다른 형상을 갖는 복수의 반도체 발광 소자들을 형성하는 단계; 상기 반도체 발광 소자들이 조립되기 위한 조립 홈들을 구비하는 조립 기판을 준비하는 단계; 상기 성장 기판의 반도체 발광 소자들을 분리하여, 유체가 채워진 챔버에 투입하는 단계; 및 상기 챔버의 상면에 상기 조립 기판을 위치시키고, 자기장 및 전기장을 이용하여 상기 반도체 발광 소자를 상기 기판의 조립 홈에 조립하는 단계를 포함하고, 상기 반도체 발광 소자들 중 적어도 하나의 반도체 발광 소자는 조립되는 면의 측면 방향으로 하나 이상의 범프(bump)부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 실시예로서, 상기 범프부를 구비하는 반도체 발광 소자가 조립되는 제 1조립 홈은 상기 제 1조립 홈을 둘러싸는 격벽에 의해 정의되고, 상기 격벽은 상기 제 1조립 홈의 내부 방향으로 돌출되어 위치하는 적어도 하나의 돌기부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 실시예로서, 상기 반도체 발광 소자들은 자성층을 포함하고, 상기 조립하는 단계는, 상기 조립 홈들이 위치하지 않는 상기 기판의 후면부에 자성체를 구비한 조립 장치를 위치시키고, 상기 조립 장치의 움직임에 따라 발생하는 자기장에 의해, 상기 반도체 발광 소자들이 상기 기판의 상기 조립 홈들에 접촉하는 단계를 포함한다.

[0022] 실시예로서, 상기 조립 장치의 움직임은 회전운동을 포함하고, 상기 접촉하는 단계는, 상기 조립 장치의 회전운동에 따라 상기 반도체 발광 소자들이 상기 기판의 상기 조립 홈 내에서 회전하는 단계를 포함한다.

[0023] 실시예로서, 상기 조립 기판 상에 조립된 상기 반도체 발광 소자들을 전사 기판으로 전사하는 단계 및 전사 기판으로 전사된 반도체 발광 소자들을 배선 기판으로 전사하는 단계를 포함한다.

[0024] 실시예로서, 기 배선 기판으로 전사하는 단계는, 상기 배선 기판에 배선 전극 및 전도성 접착층을 형성하는 단계 및 상기 전사 기판의 상기 반도체 발광 소자를 상기 배선 기판의 상기 전도성 접착층에 부착하는 단계를 포함한다.

[0025] 실시예로서, 상기 반도체 발광 소자들은 마이크로미터 단위의 크기를 가진 LED(Micro-LED)인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0027] 구체적으로, 다양한 색상을 가지는 반도체 발광 소자들을 동시에 기판 상에 조립하기 위한 배타적인 디자인을 가지는 기판 구조 및 새로운 형태의 반도체 발광 소자를 제공함으로써, 혼색 우려없이, 신속 정확하게 상기 반도체 발광 소자들을 기판 상에 조립할 수 있다.

[0028] 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

[0029] 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 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 소자가 자가 조립 공정에 의해 기판에 조립되는 방법의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도 11은 도 10의 E부분을 확대한 도면이다.

도 12는 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 대해 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 13은 복수 개의 형상을 가지는 반도체 발광 소자들을 동시에 기판에 조립하기 위한 일반적인 기판 구조 및 반도체 발광 소자들의 형상을 나타내는 도면이다.

도 14는 복수 개의 형상을 가지는 반도체 발광 소자들을 동시에 기판에 조립하기 위한 본 발명의 기판 구조 및 반도체 발광 소자들의 형상을 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명에 따른 기판 구조 및 반도체 발광 소자의 형상을 구체적으로 나타내는 도면이다.

도 16은 도 15의 기판 구조의 제조 방법 및 상기 기판에 본 발명의 반도체 발광 소자가 조립된 모습을 나타내는 도면이다.

도 17은 본 발명이 종래 기술 대비 가지는 조립 속도의 효과를 표현하는 도면이다.

도 18은 본 발명의 다양한 실시예를 나타내는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 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 혼용

되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 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.

[0031] 나아가, 설명의 편의를 위해 각각의 도면에 대해 설명하고 있으나, 당업자가 적어도 2개 이상의 도면을 결합하여 다른 실시예를 구현하는 것도 본 발명의 권리범위에 속한다.

[0032] 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.

[0033] 본 명세서에서 설명되는 디스플레이 장치는 단위 화소 또는 단위 화소의 집합으로 정보를 표시하는 모든 디스플레이 장치를 포함하는 개념이다. 따라서 완성품에 한정하지 않고 부품에도 적용될 수 있다. 예를 들어 디지털 TV의 일 부품에 해당하는 패널도 독자적으로 본 명세서 상의 디스플레이 장치에 해당한다. 완성품으로는 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.

[0034] 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.

[0035] 또한, 당해 명세서에서 언급된 반도체 발광 소자는 LED, 마이크로 LED 등을 포함하는 개념이며, 혼용되어 사용될 수 있다.

[0036] 도 1은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 일실시예를 나타내는 개념도이다.

[0037] 도 1에 도시된 바와 같이, 디스플레이 장치(100)의 제어부(미도시)에서 처리되는 정보는 플렉서블 디스플레이(flexible display)를 이용하여 표시될 수 있다.

[0038] 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.

[0039] 나아가, 플렉서블 디스플레이는, 예를 들어 기존의 평판 디스플레이의 디스플레이 특성을 유지하면서, 종이와 같이 휘어지거나, 또는 구부리거나, 또는 접을 수 있거나 또는 말 수 있는 얇고 유연한 기판 위에 제작되는 디스플레이가 될 수 있다.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 상기 발광 다이오드를 이용하여 구현된 플렉서블 디스플레이에 대하여, 이하 도면들을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[0043] 도 2는 도 1의 A부분의 부분 확대도 이다.

[0044] 도 3a 및 도 3b는 도 2의 라인 B-B 및 C-C를 따라 절단된 단면도들이다.

[0045] 도 4는 도 3의 플립 칩 타입 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.

[0046] 도 5a 내지 도 5c는 플립 칩 타입 반도체 발광 소자와 관련하여 컬러를 구현하는 여러 가지 형태를 나타내는 개념도들이다.

[0047] 도 2, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치(100)로서 패시브 매트

릭스(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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 상기 기판(110)은 제1전극(120)이 배치되는 배선기판이 될 수 있으며, 따라서 상기 제1전극(120)은 기판(110) 상에 위치할 수 있다.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 이러한 예로서, 전도성 접착층(130)은 이방성 전도성 필름(anistropy conductive film, ACF), 이방성 전도 페이스트(paste), 전도성 입자를 함유한 솔루션(solution) 등이 될 수 있다. 상기 전도성 접착층(130)은 두께를 관통하는 Z 방향으로는 전기적 상호 연결을 허용하나, 수평적인 X-Y 방향으로는 전기 절연성을 가지는 레이어로서 구성될 수 있다. 따라서 상기 전도성 접착층(130)은 Z축 전도층으로 명명될 수 있다(다만, 이하 '전도성 접착층'이라 한다).

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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, 상기 반도체 발광 소자(150)는 제1전극(120) 및 제2전극(140)과 전기적으로 연결된다.

[0064] 도 4를 참조하면, 상기 반도체 발광 소자는 플립 칩 타입(flip chiptype)의 발광 소자가 될 수 있다.

[0065] 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 p형 전극(156)과 수평방향으로 이격 배치되는 n형 전극(152)을 포함한다. 이 경우, p형 전극(156)은 도3에 도시된, 보조전극(170)과 전도성 접착층(130)에 의하여 전기적으로 연결될 수 있고, n형 전극(152)은 제2전극(140)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0066] 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.

[0067] 보다 구체적으로, 열 및 압력에 의하여 전도성 접착층(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 접착층(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.

[0068] 또한, 복수의 반도체 발광 소자(150)는 발광 소자 어레이(array)를 구성하며, 발광 소자 어레이에는 형광체층(180)이 형성된다.

[0069] 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.

[0070] 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.

[0071] 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 접착층(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.

[0072] 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.

[0073] 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.

[0074] 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.

[0075] 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.

[0076] 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.

[0077] 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.

[0078] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 청색, 적색, 녹색을 구현하기 위한 다른 구조가 적용될 수 있다.

[0079] 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 고출력의 발광 소자로 구현될 수 있다.

[0080] 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.

[0081] 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.

[0082] 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.

[0083] 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.

[0084] 이와 같은 개별 반도체 발광 소자(150)의 크기는 예를 들어, 한 변의 길이가 80㎛ 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 20 X 80㎛ 이하의 크기가 될 수 있다.

[0085] 또한, 한 변의 길이가 10㎛인 정사각형의 반도체 발광 소자(150)를 단위 화소로 이용하여도 디스플레이 장치를 이루기 위한 충분한 밝기가 나타난다.

[0086] 따라서, 단위 화소의 크기가 한 변이 600㎛, 나머지 한 변이 300㎛인 직사각형 화소인 경우를 예로 들면, 반도체 발광 소자의 거리가 상대적으로 충분히 크게 된다.

[0087] 따라서, 이러한 경우, HD화질 이상의 고화질을 가지는 플렉서블 디스플레이 장치를 구현할 수 있게 된다.

[0088] 상기에서 설명된 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치는 새로운 형태의 제조방법에 의하여 제조될 수 있다. 이하, 도 6을 참조하여 상기 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0089] 도 6은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.

[0090] 도 6에 도시된 바와 같이, 먼저, 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 위치된 절연층(160) 상에 전도성 접착층(130)을 형성한다. 배선기판(110)에 절연층(160)이 적층되며, 상기 배선기판(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 배선기판(110) 및 절연층(160)은 각각 유리 또는 폴리이미드(PI)를 포함할 수 있다.

[0091] 상기 전도성 접착층(130)은 예를 들어, 이방성 전도성 필름에 의하여 구현될 수 있으며, 이를 위하여 절연층(160)이 위치된 기판에 이방성 전도성 필름이 도포될 수 있다.

[0092] 다음에, 보조전극(170) 및 제2전극(140)들의 위치에 대응하고, 개별 화소를 구성하는 복수의 반도체 발광 소자(150)가 위치된 임시기판(112)을, 상기 반도체 발광 소자(150)가 보조전극(170) 및 제2전극(140)와 마주하도록 배치한다.

[0093] 이 경우에, 임시기판(112)은 반도체 발광 소자(150)를 성장시키는 성장 기판으로서, 사파이어(spire) 기판 또는 실리콘(silicon) 기판이 될 수 있다.

[0094] 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.

[0095] 그 다음에, 배선기판과 임시기판(112)을 열 압착한다. 예를 들어, 배선기판과 임시기판(112)은 ACF 프레스 헤드를 적용하여 열 압착할 수 있다. 상기 열 압착에 의하여 배선기판과 임시기판(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.

[0096] 그 다음에, 상기 임시기판(112)을 제거한다. 예를 들어, 임시기판(112)은 레이저 리프트 오프법(Laser Lift-off, LLO) 또는 화학적 리프트 오프법(Chemical Lift-off, CLO)을 이용하여 제거할 수 있다.

[0097] 마지막으로, 상기 임시기판(112)을 제거하여 반도체 발광 소자들(150)을 외부로 노출시킨다. 필요에 따라, 반도체 발광 소자(150)가 결합된 배선기판 상을 실리콘 옥사이드(SiOx) 등을 코팅하여 투명 절연층(미도시)을 형성할 수 있다.

[0098] 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.

[0099] 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.

[0100] 또한, 이하 설명되는 변형예 또는 실시예에서는 앞선 예와 동일 또는 유사한 구성에 대해서는 동일, 유사한 참조번호가 부여되고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음된다.

[0101] 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.

[0102] 본 도면들을 참조하면, 디스플레이 장치는 패시브 매트릭스(Passive Matrix, PM) 방식의 수직형 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치가 될 수 있다.

[0103] 상기 디스플레이 장치는 기판(210), 제1전극(220), 전도성 접착층(230), 제2전극(240) 및 적어도 하나의 반도체 발광 소자(250)를 포함한다.

[0104] 기판(210)은 제1전극(220)이 배치되는 배선기판으로서, 플렉서블(flexible) 디스플레이 장치를 구현하기 위하여 폴리이미드(PI)를 포함할 수 있다. 이외에도 절연성이 있고, 유연성 있는 재질이면 어느 것이라도 사용 가능할 것이다.

[0105] 제1전극(220)은 기판(210) 상에 위치하며, 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있다. 상기 제1전극(220)은 데이터 전극의 역할을 하도록 이루어질 수 있다.

[0106] 전도성 접착층(230)은 제1전극(220)이 위치하는 기판(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.

[0107] 기판(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.

[0108] 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.

[0109] 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.

[0110] 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㎛ 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 예를 들어, 20 X 80㎛ 이하의 크기가 될 수 있다.

[0111] 상기 반도체 발광 소자(250)는 수직형 구조가 될 수 있다.

[0112] 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.

[0113] 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 접착층(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.

[0114] 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.

[0115] 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.

[0116] 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.

[0117] 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.

[0118] 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자(250) 사이의 거리가 충분히 크기 때문에 제2전극(240)은 반도체 발광 소

자들(250) 사이에 위치될 수 있다.

[0119] 제2전극(240)은 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있으며, 제1전극과 상호 수직한 방향으로 배치될 수 있다.

[0120] 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.

[0121] 다시 도 8을 참조하면, 상기 제2전극(240)은 전도성 접착층(230) 상에 위치될 수 있다. 경우에 따라, 반도체 발광 소자(250)가 형성된 기판(210) 상에 실리콘 옥사이드(SiOx) 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 접착층(230) 또는 투명 절연층에 이격되어 형성될 수도 있다.

[0122] 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.

[0123] 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, 상기 전도성 접착층(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.

[0124] 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.

[0125] 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.

[0126] 만일 제2전극(240)이 반도체 발광 소자(250) 사이의 전도성 접착층(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.

[0127] 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.

[0128] 도 10은 반도체 발광 소자가 자가 조립 공정에 의해 기판에 조립되는 방법의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

[0129] 또한, 도 11은 도 10의 E부분을 확대한 도면이다.

[0130] 도 10과 도 11를 참조하면, 반도체 발광 소자(1050)는 유체(1020)가 채워진 챔버(1030)에 투입될 수 있다.

[0131] 이 후, 조립 기판(1010)이 챔버(1030) 상에 배치될 수 있다. 실시 예에 따라, 조립 기판(1010)은 챔버(1030) 내로 투입될 수도 있다. 이때 조립 기판(1010)이 투입되는 방향은 상기 조립 기판(1010)의 조립 홈(1011)이 유체(1020)를 마주보는 방향이다.

[0132] 조립 기판(1010)에는 조립될 반도체 발광 소자(1050) 각각에 대응하는 한 쌍의 전극(1012,1013)이 형성될 수 있다. 상기 전극(1012,1013)은 투명 전극(ITO)으로 구현되거나, 기타 일반적인 재료를 이용해 구현될 수 있다. 상기 전극(1012,1013)은 전압이 인가됨에 따라 전기장을 생성함으로써, 조립 홈(1012,1013)에 접촉한 반도체 발광 소자(1050)를 안정적으로 고정시키는 조립 전극에 해당한다.

[0133] 구체적으로 상기 전극(1012,1013)에는 교류 전압이 인가될 수 있으며, 상기 전극(1012,1013) 주변부에는 부유하

는 반도체 발광 소자(1050)는 유전 분극에 의해 극성을 가질 수 있다. 또한, 유전 분극된 반도체 발광 소자의 경우, 상기 전극(1012,1013) 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(1011)에 반도체 발광 소자(1050)를 안정적으로 고정할 수 있다.

[0134] 또한, 상기 조립 전극(1012,1013)간의 간격은 예를 들어, 반도체 발광 소자(1050)의 너비 및 조립 홈(1011)의 직경보다 작게 형성되어, 전기장을 이용한 반도체 발광 소자(1050)의 조립 위치를 보다 정밀하게 고정할 수 있다.

[0135] 또한, 상기 조립 전극(1012,1013) 상에는 절연층(1014)이 형성되어, 전극(1012,1013)을 유체(1020)로부터 보호하고, 상기 조립 전극(1012,1013)에 흐르는 전류의 누출을 방지할 수 있다. 예컨대, 절연층(1014)은 실리카, 알루미나 등의 무기물 절연체 또는 유기물 절연체가 단일층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 또한, 절연층(1014)은 반도체 발광 소자(1050) 조립 시 상기 조립 전극(1012,1013)의 손상을 방지하기 위한 최소 두께를 가질 수 있고, 상기 반도체 발광 소자(1050)가 안정적으로 조립되기 위한 최대 두께를 가질 수 있다.

[0136] 절연층(1014)의 상부에는 격벽(1015)이 형성될 수 있다. 상기 격벽(1015)의 일부 영역은 상기 조립 전극(1012,1013)의 상부에 위치하고, 나머지 영역은 상기 조립 기판(1010)의 상부에 위치할 수 있다.

[0137] 예컨대, 조립 기판(1010)의 제조 시, 절연층(1014) 상부 전체에 형성된 격벽 중 일부가 제거됨으로써, 반도체 발광 소자(1050)들 각각이 상기 조립 기판(1010)에 결합되는 조립 홈(1011)이 형성될 수 있다.

[0138] 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 조립 기판(1010)에는 반도체 발광 소자(1050)가 결합되는 조립 홈(1011)이 형성되고, 상기 조립 홈(1011)이 형성된 면은 유체(1020)와 접촉할 수 있다. 상기 조립 홈(1011)은 반도체 발광 소자(1050)의 정확한 조립 위치를 가이드할 수 있다.

[0139] 한편, 상기 조립 홈(1011)은 조립되는 반도체 발광 소자(1050)의 형상에 대응하는 형상 및 크기를 가질 수 있다. 이에 따라, 조립 홈(1011)에 다른 반도체 발광 소자가 조립되거나 복수의 반도체 발광 소자들이 조립되는 것을 방지할 수 있다.

[0140] 또한 상기 조립 홈(1011)의 깊이는, 상기 반도체 발광 소자(1050)의 세로 높이보다 작게 형성할 수 있다. 이를 통해 상기 반도체 발광 소자(1050)는 격벽(1015)들 사이로 돌출되는 구조를 가질 수 있고, 조립 이후 발생할 수 있는 전사 과정에서 전사 기판의 돌기부와 쉽게 접촉할 수 있다.

[0141] 또한, 도 10에 도시된 바와 같이, 조립 기판(1010)이 배치된 후, 자성체를 포함하는 조립 장치(1040)가 상기 조립 기판(1010)을 따라 이동할 수 있다. 상기 조립 장치(1040)는 자기장이 미치는 영역을 유체(1020) 내로 최대화하기 위해, 조립 기판(1010)과 접촉한 상태로 이동할 수 있다. 예를 들어, 조립 장치(1040)는 복수의 자성체를 포함하거나, 조립 기판(1010)과 대응하는 크기의 자성체를 포함할 수도 있다. 이 경우, 조립 장치(1040)의 이동 거리는 소정 범위 이내로 제한될 수도 있다.

[0142] 조립 장치(1040)에 의해 발생하는 자기장에 의해, 챔버(1030) 내의 반도체 발광 소자(1050)는 조립 장치(1040)를 향해 이동할 수 있다.

[0143] 반도체 발광 소자(1050)는 조립 장치(1040)를 향해 이동 중, 도 11에 도시된 바와 같이, 조립 홈(1011)으로 진입하여 조립 기판(1010)과 접촉될 수 있다.

[0144] 또한 상기 반도체 발광 소자(1050)는 자가 조립 공정이 수행될 수 있도록, 상기 반도체 발광 소자 내부에 자성층을 포함할 수 있다.

[0145] 한편, 조립 기판(1010)의 조립 전극(1012,1013)에 의해 생성된 전기장으로 인해, 조립 기판(1010)에 접촉된 반도체 발광 소자(1050)는 조립 장치(1040)의 이동에 의해 이탈되는 현상을 방지할 수 있다.

[0146] 따라서, 도 10및 도 11에 도시한 전자기장을 이용한 자가 조립 방식에 의해, 복수 개의 반도체 발광 소자(1050)들은 동시 다발적으로 상기 조립 기판(1010)에 조립된다.

[0147] 도 12는 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 대해 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0148] 먼저 성장 기판에서 반도체 발광 소자들을 형성한다(S1210). 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.

[0149] 상기 반도체 발광 소자들은 수평형 반도체 발광 소자 또는 수직형 반도체 발광 소자 모두 가능하나, 수직형 반도체 발광 소자의 경우, 상기 제1도전형 전극과 상기 제 2도전형 전극은 마주보는 구조이기 때문에, 성장기판에서 반도체 발광 소자를 분리하고, 후속 공정에서 일단의 도전형 전극을 형성하는 공정을 추가한다. 또한 전술하였듯이 자가 조립 공정을 위해서는 반도체 발광 소자에 자성층이 포함되어야 한다.

[0150] 상기 반도체 발광 소자들을 디스플레이 장치에 활용하기 위해서는 일반적으로 Red, Green, Blue에 해당하는 색상을 발광하는 3가지 종류의 반도체 발광 소자들이 필요하다. 하나의 성장 기판에는 하나의 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들이 형성되므로, 상기 3가지 종류의 반도체 발광 소자들을 이용하여 개별 단위 화소를 구현하는 디스플레이 장치를 위해서는 별도의 기판이 요구된다. 따라서, 개별 반도체 발광 소자들은 성장 기판에서 분리되어 최종 기판에 조립 또는 전사되어야 한다. 상기 최종 기판은 반도체 발광 소자가 발광할 수 있도록 상기 반도체 발광 소자에 전압을 인가하는 배선 전극이 형성되는 공정이 수행되는 기판이다.

[0151] 따라서 각 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들은 일단 전사 기판 또는 조립 기판으로 이동한 후(S1220) 최종 기판으로 다시 전사될 수 있다. 경우에 따라 상기 전사 기판 또는 조립 기판에 배선 공정을 수행하는 경우, 상기 전사 기판 또는 조립 기판은 최종 기판으로서 역할을 수행한다.

[0152] 전사 기판 또는 조립 기판에 반도체 발광 소자가 배치(S1220)되는 방법은 크게 3가지로 나뉠 수 있다.

[0153] 첫째, 스탬프 공정에 의해 성장 기판에서 전사 기판으로 반도체 발광 소자를 이동하는 방법이다(S1221). 스탬프 공정이란 접착력이 있는 돌기부를 지닌 유연한 소재의 기판을 이용하여, 상기 돌기부를 통해 성장 기판에서 반도체 발광 소자를 분리하는 공정을 말한다. 돌기부의 간격 및 배치를 조절하여 성장 기판의 반도체 발광 소자를 선택적으로 분리할 수 있다.

[0154] 두번째로, 전술하였듯이 자가 조립 공정을 이용하여 반도체 발광 소자를 조립 기판에 조립하는 방법이다(S1222). 자가 조립 공정을 위해서는 반도체 발광 소자가 성장 기판으로부터 분리되어 낱개로 존재해야 하는 바, 필요한 반도체 발광 소자의 수만큼 레이저 리프트 오프(LLO) 공정 등을 통해 상기 반도체 발광 소자들을 성장 기판으로부터 분리시킨다. 이후 상기 반도체 발광 소자들을 유체 내에 분산하고 전자기장을 이용하여 조립 기판에 조립한다.

[0155] 상기 자가 조립 공정은 하나의 조립 기판에 R,G,B 색상을 구현하는 각각의 반도체 발광 소자들을 동시에 조립하거나, 개별 조립 기판을 통해 개별 색상의 반도체 발광 소자를 조립할 수 있다.

[0156] 세번째로는, 상기 스탬프 공정과 자가 조립 공정을 혼용하는 방법이다(S1223). 먼저 자가 조립 공정을 통해 반도체 발광 소자들을 조립 기판에 위치시킨 후 다시 스탬프 공정을 통해 최종 기판으로 상기 반도체 발광 소자들을 이동시킨다. 조립 기판의 경우, 자가 조립 공정 시 배치되는 조립 기판의 위치 및 유체와의 접촉, 전자기장의 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.

[0157] 최종 기판에 개별 단위 화소를 구성하는 복수 개의 반도체 발광 소자들이 배치되면, 상기 반도체 발광 소자들을 전기적으로 연결하는 배선 공정을 수행한다(S1230).

[0158] 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.

[0159] 도 13은 복수 개의 형상을 가지는 반도체 발광 소자들을 동시에 기판에 조립하기 위한 일반적인 기판 구조 및 반도체 발광 소자들의 형상을 나타내는 도면이다.

[0160] 도 13(a)는 복수 개의 형상을 가지는 반도체 발광 소자들에 대응하는 조립 홈들(1311,1312,1313)을 도시한다. 상기 조립 홈들(1311,1312,1313)은 격벽(1315)에 의해 둘러 쌓여 정의된다.

[0161] 도 13(b)는 도 13(a)의 조립 홈들(1311,1312,1313)에 대응하는 반도체 발광 소자들(1351,1352,1353)을 도시한다.

[0162] 개별 반도체 발광 소자들은 동일한 형상의 조립 홈이 아니면, 조립이 완료되지 않는다. 예를 들어, 원형의 반도체 발광 소자(1351)는 원형의 조립 홈(1311)에만 조립되고, 정사각형의 반도체 발광 소자(1353)는 정사각형의 조립 홈(1313)에만 조립된다. 다만, 원형의 반도체 발광 소자(1351)의 경우, 원의 중심점을 기준으로 좌우방향

으로 회전하더라도 연속적인 대칭점을 가지는 바, 상기 원형의 조립 홈(1311)의 상부에 상기 원형의 반도체 발광 소자(1351)가 위치하기만 하면 바로 원형의 조립 홈(1311)에 조립이 가능하다

[0163] 하지만 예를 들어, 정삼각형의 조립홈(1313)의 상부에 정삼각형의 구조를 갖는 반도체 발광 소자(1353)가 위치한다면, 바로 조립될 가능성은 크지 않다. 정삼각형은 세 개의 꼭지점을 가지고, 각 꼭지점이 정삼각형의 중심점과 연속되는 방향으로 대칭축을 가지는 바, 세 방향의 대칭축이 존재한다. 즉, 정삼각형의 중심점을 기준으로 120도 또는 240도 회전해야 동일한 형상이 구현된다. 따라서 정삼각형의 조립홈(1313)의 상부에 정삼각형의 구조를 갖는 반도체 발광 소자(1353)가 위치하더라도, 상기 반도체 발광 소자(1353)의 꼭지점의 위치가 정삼각형의 조립홈(1313)의 꼭지점의 위치와 다르다면 바로 조립되지 않고 별도의 위치 변화가 필요하다.

[0164] 이와 유사하게, 정사각형 구조의 반도체 발광 소자(1352)의 경우도, 네 개의 꼭지점 및 대칭축을 갖는 바, 상기 반도체 발광 소자(1352)의 꼭지점의 위치가 정사각형의 조립홈(1312)의 꼭지점의 위치와 다르다면 바로 조립되지 않고 별도의 위치 변화가 필요하다. 또한 상기 반도체 발광 소자들이(1352,1353)이 정사각형이나 정삼각형이 아닌 단순한 사각형 또는 삼각형이라면, 대칭축이 존재하지 않을 수 있어, 조립 홈에 정확히 조립되기 위한 위치 변화 및 이에 따른 조립 시간은 추가될 수 있다.

[0165] 전술하였듯이, 대화면 디스플레이 장치의 구현을 위해서는 소수의 반도체 발광 소자가 아닌 무수히 많은 수의 반도체 발광 소자가 필요하다. 따라서 도 13에 도시된 바와 같은 일반적인 구조의 차이를 통해 반도체 발광 소자들을 디자인하고, 조립하는 것은 조립 효율 및 속도 면에서 개선할 필요가 있다.

[0166] 도 14는 복수 개의 형상을 가지는 반도체 발광 소자들을 동시에 기판에 조립하기 위한 본 발명의 기판 구조 및 반도체 발광 소자들의 형상을 나타내는 도면이다.

[0167] 상기 각각의 반도체 발광 소자는 각 형상에 따라 서로 다른 색상을 발광한다.

[0168] 도 14(a)는 복수 개의 형상을 가지는 반도체 발광 소자들에 대응하는 조립 홈들(1411,1412,1413)을 도시한다. 상기 조립 홈들(1411,1412,1413)은 격벽(1415)에 의해 둘러 쌓여 정의된다.

[0169] 도 14(b)는 도 14(a)의 조립 홈들(1411,1412,1413)에 대응하는 반도체 발광 소자들(1451,1452,1453)을 도시한다.

[0170] 전술하였듯이, 원형의 반도체 발광 소자(1451)의 경우, 원의 중심점을 기준으로 좌우방향으로 회전하더라도 연속적인 대칭점을 가지는 바, 상기 원형의 조립 홈(1411)의 중심점에 상기 반도체 발광 소자(1451)가 위치하기만 하면 바로 조립된다. 따라서 조립 속도 관점에서는 다른 형태의 반도체 발광 소자에 비해 월등히 빠르다.

[0171] 다만, 하나의 색상의 반도체 발광 소자의 형상을 원형을 사용하면, 다른 색상의 반도체 발광 소자의 형상을 다시 원형으로 사용하는 것은 어렵다. 원의 크기를 달리하고 이와 대응하는 조립 홈들을 구비하더라도, 자가 조립이 동시에 수행되는 경우, 작은 원의 반도체 발광 소자가 큰 원의 조립 홈에 조립될 수 있기 때문이다. 이러한 경우, 혼색이 발생하여 단위 픽셀로 RGB를 구현하기 어렵고, 결국 원하는 색상의 디스플레이를 할 수 없는 바 불량을 유발하게 된다. 또한 원형의 구조가 아니고, 매우 많은 대칭축을 갖는 반도체 발광 소자라도, 예를 들어 팔각형의 반도체 발광 소자의 구조라고 하더라도, 다른 색상의 반도체 발광 소자가 조립되는 조립 홈의 구조가 원형이라면, 상기 원형의 조립 홈에 조립되거나, 상기 원형의 반도체 발광 소자가 팔각형의 조립 홈에 조립될 수 있다.

[0172] 따라서 조립 홈의 중심점을 기준으로 다양한 대칭축이 존재하는 형상 이외의 새로운 형상의 고안이 필요하다.

[0173] 도 14(a)의 조립 홈(1412) 및 도 14(b)의 반도체 발광 소자(1452)는 원형의 반도체 발광 소자가 가지는 조립 속도를 최대한 유지하면서도 원형의 반도체 발광 소자와 배타적인 구조를 가지는 형상을 도시한다.

[0174] 도 14(a)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 조립 홈(1412)은 격벽(1415)에 의해 둘러 쌓여 정의되며, 전체적으로 원형의 형상을 가지나, 격벽(1415)의 일부가 상기 조립 홈(1412)의 내부 방향으로 돌출되는 돌출부를 구비한다.

[0175] 또한 도 14(b)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 조립 홈(1412)에 조립되는 반도체 발광 소자(1452)는 전체적으로 원형의 형상을 가지면서, 상기 반도체 발광 소자(1452)의 조립 면의 측면 방향으로 돌출되는 범프(bump)부를 구비한다.

[0176] 상기 반도체 발광 소자(1452)와 원형의 반도체 발광 소자(1451)를 비교하면, 원형의 반도체 발광 소자(1451)의 직경은 상기 본 발명의 조립 홈(1412)의 최단 폭보다 크게 형성하여 상기 원형의 반도체 발광 소자(1451)는 상기 본 발명의 조립 홈(1412)에 조립되기 어렵게 형성할 수 있다. 여기서 상기 본 발명의 조립 홈(1412)의 최단

폭은 상기 조립 홈(1412)의 내부 방향으로 돌출되는 돌기부의 끝단에서 조립 홈(1412)의 반대편까지의 직선 거리를 의미한다.

[0177] 또한 범프부를 포함하는 본 발명의 반도체 발광 소자(1452)의 최대 직경은 원형의 조립 홈(1411)의 직경보다 크게 형성하여, 상기 반도체 발광 소자(1452)는 원형의 조립 홈(1411)에 조립되기 어렵게 형성할 수 있다. 따라서 상기 두 개의 발광 소자들은(1451, 1452)는 서로 배타적인 구조를 가지면서 개별 조립 홈들(1411,1412)에만 조립될 수 있다.

[0178] 한편, 도 14(a) 및 도 14(b)에서 도시하는 정삼각형 구조의 반도체 발광 소자(1453) 및 이에 대응하는 조립 홈(1413)은 다양한 형상의 반도체 발광 소자를 표현하기 위한 예시에 불과하다. 따라서 본 발명의 기판 구조 및 반도체 발광 소자의 형상은 이에 한정하지 않는다. 예를 들어, 하나의 기판에 RGB 삼원색에 해당하는 세가지 형상의 반도체 발광 소자를 조립하기 위해, 원형 반도체 발광 소자, 측면에 범프부를 구비한 제 1원형 반도체 발광 소자 및 측면에 범프부를 구비한 제 2원형 반도체 발광 소자가 요구될 수 있다. 상기 범프부를 구비한 반도체 발광 소자들 및 이에 대응하는 조립 홈들은 각각의 최장 폭과 최단 폭을 조절하여 배타적으로 조립될 수 있다. 범프부를 구비한 원형의 반도체 발광 소자들이 사용되는 이유는 조립 속도 관점에서 종래 원형 반도체 발광 소자와 큰 차이가 없으면서 상호 배타적으로 조립될 수 있기 때문이다. 이에 대한 보다 구체적인 효과는 도 17에서 후술한다.

[0179] 도 15는 본 발명에 따른 기판 구조 및 반도체 발광 소자의 형상을 구체적으로 나타내는 도면이다.

[0180] 도 15(a)에 도시된 바와 같이, 격벽(1515)에 의해 반도체 발광 소자가 조립되는 조립 홈(1511)이 정의된다. 또한 상기 격벽(1515)은 상기 조립 홈(1511)의 내부 방향으로 돌출되는 돌기부(1516)을 포함한다. 또한, 상기 돌기부(1516)을 제외한 조립 홈(1511)의 형상은 원형이다. 따라서 상기 조립 홈(1511)의 최단 폭(X1) 또는 최단 너비는 상기 돌기부(1516)에서 수직하여 연장되는 직선이 조립 홈(1511)의 반대 면과 교차하기까지의 거리에 해당한다. 또한 상기 조립 홈(1511)의 최장 폭(X2) 또는 최장 너비는 상기 원형의 직경에 해당한다.

[0181] 나아가, 도 15(b)에 도시된 바와 같이 상기 조립 홈(1511)에 조립되는 반도체 발광 소자(1550)는 측면 방향으로 돌출되는 범프부(1511)를 포함한다. 또한, 상기 범프부(1551)을 제외한 반도체 발광 소자(1550)의 형상은 원형이다. 따라서 상기 반도체 발광 소자(1550)의 최단 폭(Y1)은 상기 반도체 발광 소자(1550)의 원형 형상의 직경에 해당하고, 상기 반도체 발광 소자(1550)의 최장 폭(Y2)은 상기 범프부 수직하여 연장되는 직선이 반도체 발광 소자 홈(1550)의 반대 면과 교차하기까지의 거리에 해당한다.

[0182] 또한 상기 반도체 발광 소자(1550)가 상기 조립 홈(1511)에 조립되기 위해서는 다음과 같은 길이 제한이 요구될 수 있다. 예를 들어, 먼저 조립 홈(1511)의 최단 폭(X1)은 반도체 발광 소자(1550)의 최단 폭 Y1과 같거나 커야 한다. 또한 조립 홈(1511)의 최장 폭(X2)은 반도체 발광 소자(1550)의 최장 폭(Y2)과 같거나 커야 한다.

[0183] 마지막으로 반도체 발광 소자(1550)의 최장 폭(Y2)는 조립 홈(1511)의 최단 폭(X1) 보다 커야 한다. 예를 들어, Y2가 X1보다 작으면 조립 홈(1511) 내 반도체 발광 소자(1550)이 조립되더라도 조립 홈(1511) 내 많은 여유 공간 생기게 되고, 상기 여유 공간에서 상기 반도체 발광 소자들이 움직일 여지가 클 수 있다. 이에 따라 조립 홈 내 반도체 발광 소자의 조립 위치가 명확하게 한정되지 않아, 후속 배선 공정 시 정확한 위치에 배선 전극을 형성하는 데 어려움이 발생한다. 하지만 Y2가 X1보다 크고, X1과 Y1이 유사한 길이를 가진다면, 조립 홈(1511) 내 범프부(1551)을 제외한 반도체 발광 소자(1550)는 상기 조립 홈(1511)의 최단 폭(X1) 사이에 위치하게 된다. 따라서 조립 위치가 명확히 특정되는 바 후속 배선 공정이 용이할 수 있다.

[0184] 또한 상기 길이 제한을 통해 반도체 발광 소자(1550)는 조립 홈(1511) 내에서 조립되며, 상기 조립 홈(1511)의 최단 폭(X1) 내에서 회전 운동이 가능하다. 상기 회전 운동이 필요한 이유는 자가 조립을 통해 반도체 발광 소자(1510)가 조립 홈(1511)에 조립되는 과정에서 발생한다. 예를 들어, 상기 격벽(1515)의 돌기부(1516)와 상기 범프부(1551)가 오버랩될 때, 상기 범프부(1551)의 회전에 의한 약간의 위치 변화만으로도 상기 반도체 발광 소자(1550)는 조립 홈(1511)의 바닥 면과 안정적으로 접촉할 수 있다.

[0185] 한편, 도 15는 반도체 발광 소자(1550)가 조립 홈(1511)에 조립되는 경우, 상부에서 관찰할 때의 구조적 특징에 대한 제한이며, 단면으로 관찰할 때, 상기 범프부(1551)와 돌기부(1516)의 형상 및 높이는 도 15에 의해 제한되지 않는다.

[0186] 도 16은 도 15의 기판 구조의 제조 방법 및 상기 기판에 본 발명의 반도체 발광 소자가 조립된 모습을 나타내는 도면이다.

[0187] 도 16(a)에 도시된 바와 같이, 기판(1510)에 조립 전극(1512,1513)을 형성한다. 상기 기판(1510)은 플렉서블 기판일 수 있다. 예를 들어, 플렉서블(flexible) 디스플레이 장치를 구현하기 위하여 기판은 유리나 폴리이미드(PI, Polyimide)를 포함할 수 있다.

[0188] 또한 상기 조립 전극(1512,1513)은 예를 들어, 투명 전극(ITO)으로 구현되거나, 몰리브덴 단일층 또는 몰리브덴과 알루미늄의 다층구조로 구현될 수 있다.

[0189] 또한 상기 조립 전극(1512,1513)은 한 쌍으로 구성되어, 상기 조립 전극(1512,1513) 간에 전압 차이를 유발한다.

[0190] 상기 조립 전극(1512,1513) 형성의 목표는 자가 조립 시 전기장에 의한 유전 영동(Dielectrophoresis; DEP) 현상을 유발하여 반도체 발광 소자를 조립 홈에 고정시키기 위함이다.

[0191] 상기 기판에 조립 전극(1512,1513)이 형성되면, 도 16(b)에 도시된 바와 같이, 상기 조립 전극(1512,1513)의 상부에 절연층(1514)을 증착한다. 전술하였듯이, 절연층(1514)은 자가 조립 시 유체로부터 조립 전극(1512,1513)을 보호하고, 상기 조립 전극(1512,1513)에 전압을 인가하는 과정에서 누설 전류를 방지한다.

[0192] 이후, 도 16(c)에 도시된 바와 같이, 상기 절연층의 상부에 조립 홈(1511)을 형성한다. 상기 조립 홈(1511)은 격벽(1515)에 의해 둘러싸여 정의되며, 상기 격벽(1515)의 일부가 상기 조립 홈(1511)의 내부 방향으로 돌출된 돌기부(1516)을 구비한다.

[0193] 상기 격벽(1515) 및 조립 홈(1511)은 감광성 물질을 코팅하여 포토리소그라피 (Photolithography) 방법으로 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 기판에 유리, SOG(Spin On Glass), 고분자 소재를 먼저 코팅하고, 감광성 물질을 코팅하여 포토리소그라피 방법으로 패턴을 형성한다. 그리고 건식 식각(Dry etching)또는 습식 식각(Wet etching)을 통해 감광성 물질을 선택적으로 제거하여 상기 격벽(1515)의 돌기부(1516) 및 조립 홈(1511) 형성할 수 있다.

[0194] 또한, 상기 조립 홈(1511)을 형성하는 과정에서, 상기 조립 홈(1511)의 하부에 금속 반사막을 형성할 수 있다. 상기 금속 반사막은 반도체 발광 소자의 하부로 방출되는 빛을 반사하도록, 서로 다른 굴절률을 가지는 복수의 레이어를 구비할 수 있다. 또한, 상기 복수의 레이어는 상대적으로 굴절률이 높은 물질과 낮은 물질이 반복하여 적층될 수 있다.

[0195] 또한, 상기 조립 홈(1511)의 하부에는 반도체 발광 소자를 안정적으로 고정하기 위한 접착층이 포함될 수 있다. 상기 접착층은 예를 들어, PDMS(Polydimethylsiloxane)이나 PET(Polyethylene Terephthalate) 또는 폴리우레탄 필름과 같은 유기물 소재일 수 있다.

[0196] 나아가, 상기 조립 홈(1511)의 하부 또는 조립 홈(1511)을 둘러싸는 격벽(1515)에는 전기장을 차폐하는 금속막이 형성될 수 있다. 상기 금속막은 조립 전극을 통한 전기장의 생성 과정에서, 조립 홈(1511) 내부로만 전기장이 집중되도록 하여, 반도체 발광 소자의 자가조립 효율을 향상시킬 수 있다.

[0197] 이후, 전술하였듯이 유체 내에서 자가 조립 공정이 수행되면, 도 16(d)에 도시된 바와 같이, 격벽(1515)의 돌기부(1516)과 오버랩되지 않고, 조립 홈 내에 안정적으로, 범프부(1551)를 구비하는 반도체 발광 소자(1550)가 조립되게 된다.

[0198] 상기 범프부(1551)는 반도체 발광 소자의 성장 과정에서 다양한 방법으로 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 반도체 발광 소자(1550)의 특정 도전형 반도체층을 일부 식각하여 형성할 수도 있으며, 도전형 반도체층 상에 전기적으로 연결을 위한 도전형 전극을 범프부로 활용할 수 있다. 또한 반도체 발광 소자(1550)의 내부 반도체층을 보호하기 위한 패시베이션층을 일부 변형하여 범프부로 활용할 수 있다. 따라서 상기 열거된 형성 방법 이외에도 통상의 기술자가 용이하게 도출할 수 있는 범위 내의 다양한 형성 방법들도 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[0199] 한편, 상기 반도체 발광 소자(1550)는 자성층을 구비하고 있어, 조립 기판의 후면부에 자성체를 구비한 조립 장치를 이용하여, 조립 홈에 상기 반도체 발광 소자(1550)이 접촉더라도 위치를 변화시킬 수 있다. 구체적으로 자성체를 구비한 조립 장치는 기판의 후면부에서 전후좌우에 대한 직선운동 및 회전운동을 수행할 수 있다. 따라서 반도체 발광 소자들은 상기 조립 장치에서 발생한 자기장에 의해 전후좌우에 대한 직선 방향으로 움직일 수 있으며, 회전할 수 있다.

[0200] 또한, 도 16에서는 조립 기판에 새로운 구조를 가지는 반도체 발광 소자가 조립되는 과정을 도시하였지만, 본

발명이 이에 한정되지 않는다. 전술하였듯이, 상기 조립 기판에는 다른 색상들을 발광하는 반도체 발광 소자들이 조립될 수 있으며, 이에 따른 다른 형상의 반도체 발광 소자 및 대응하는 조립 홈들이 추가 형성되어 조립될 수 있다.

[0201] 한편, 기판에 조립된 반도체 발광 소자(1550) 상에, 상기 기판과 전기적으로 연결되도록 배선 전극을 형성할 수 있다.

[0202] 또한, 상기 기판을 제 1기판으로 하여, 상기 제 1기판 상에 조립된 상기 반도체 발광 소자(1550)를 제 2기판으로 전사할 수 있다. 이 경우, 제 2기판은 또 다른 기판으로 전사를 위한 도너 기판 또는 전사 기판일 수 있고, 배선전극이 이미 형성되어 있는 배선 기판 또는 최종 기판일 수 있다. 상기 최종 기판에는 액티브 매트릭스(Active Matrix) 구동을 위한 트랜지스터가 구비될 수 있다.

[0203] 또한 상기 전사 과정은, 상기 제 2기판에 배선 전극 및 전도성 접착층을 형성하는 단계 및 상기 제 1기판의 상기 반도체 발광 소자가 상기 배선 전극에 얼라인(Align)되도록 상기 제 1기판을 상기 전도성 접착층에 부착하는 얼라인먼트(Alignment) 단계를 포함할 수 있다.

[0204] 상기 얼라인먼트(Alignment)하는 단계는, 예를 들어, 도너 기판 및 배선 기판 중 어느 하나를 다른 하나에 대해 수평 이동시킨 후, 상기 다른 하나에 대해 수직 이동 시킴으로써 수행된다. 이후, 카메라 센서 등에 의해 도너 기판의 반도체 발광 소자와 상기 반도체 발광 소자에 대응하는 배선 기판의 조립 홈의 위치가 중첩되는지 검사하고, 중첩된다면 조립 홈에 맞게 반도체 발광 소자를 조립하게 된다.

[0205] 도 17은 본 발명이 종래 기술 대비 가지는 조립 속도의 효과를 표현하는 도면이다.

[0206] 도 17(a)는 정삼각형의 모양을 가지는 반도체 발광 소자(1750) 및 이에 대응하는 조립 홈(1711)을 도시한다. 또한, 상기 조립 홈(1711)은 격벽(1715)에 의해 정의된다.

[0207] 도 17(a)와 같이 상기 반도체 발광 소자(1750)가 상기 조립 홈(1711) 상부에 위치하더라도 조립 홈(1711)과 반도체 발광 소자(1750)의 꼭지점이 방향이 같지 않으면 조립이 완료되지 않는바, 기판 외부의 자성체를 가진 조립 장치를 활용하여 상기 반도체 발광 소자(1750)을 회전시켜 상기 반도체 발광 소자(1750)을 조립 홈(1711)에 조립시킬 수 있다. 다만 이때 조립에 필요한 반도체 발광 소자(1750)가 움직이는 각도의 범위는 넓다. 예를 들어 도17(a)와 같은 배치에는 반도체 발광 소자(1750)가 60도의 각도를 회전하여야 상기 조립 홈(1711)에 조립된다.

[0208] 하나의 반도체 발광 소자에 회전 등의 움직임이 요구되는 경우, 조립에 소요되는 시간은 크지 않을 수 있으나, 무수히 많은 반도체 발광 소자가 조립되는 경우에는 조립을 위한 회전 등의 움직임이 작을수록 유리하다.

[0209] 이러한 관점에서, 도 17(b)에 도시된 바와 같이 본 발명의 돌기부(1816)를 가지는 격벽(1815)에 의해 정의되는 조립 홈(1811) 및 범프부(1851)를 구비하는 반도체 발광 소자(1850)는 17(a)의 반도체 발광 소자(1750)에 비해 조립 속도를 개선할 수 있다.

[0210] 예를 들어, 도 17(b)와 같은 배치에서 상기 반도체 발광 소자(1850)는 상기 반도체 발광 소자(1850)의 범프부(1851)와 상기 격벽(1815)의 돌기부(1816)가 오버랩되어 조립이 완료되지 않은 상태이다. 하지만, 상기 범프부(1816)가 상기 돌기부(1816)와 겹치지 않을 만큼의 작은 회전으로도 상기 반도체 발광 소자(1850)은 안정적으로 상기 조립 홈(1811)의 바닥 면에 조립될 수 있다. 각도로 환산하면, 범프부를 제외한 원형의 반도체 발광 소자의 둘레와 상기 범프부가 원형의 반도체 발광 소자와 접촉하는 길이의 비율에 대응하여 나타낼 수 있다. 따라서 도 17(a)의 60도의 회전에 비해서는 매우 작은 회전각이 요구될 수 있어, 이에 따라 조립 속도의 개선이 이루어진다.

[0211] 도 18은 본 발명의 다양한 실시예를 나타내는 도면들이다.

[0212] 도14 내지 도 17의 본 발명의 반도체 발광 소자는 하나의 범프부 및 이에 대응하는 하나의 돌기부를 가진 격벽에 의해 형성된 조립 홈을 개시하였다. 다만 도 18에 도시된 바와 같이, 상기 범프부와 상기 돌기부의 개수는 다양하게 변형될 수 있다. 예를 들어, 도 18(a)는 하나의 범프부를 지닌 반도체 발광 소자가 조립되는 형상을 도시하고 있으나, 18(b)는 두 개의 범프부를 지닌 반도체 발광 소자가 조립되는 도면이고, 18(c)는 세 개의 범프부를 지닌 반도체 발광 소자가 조립되는 형상을 나타낸다. 상기 범프부와 상기 돌기부의 개수는 달리 형성할 수도 있으나, 동일한 개수로 형성하는 것이 조립 관점에서 유리하다.

[0213] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에

서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.

[0214] 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.

[0215] 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

[0216] 1510 : 조립 기판 1511 : 조립 홈

1512 : 제 1조립 전극 1513 : 제 2조립 전극

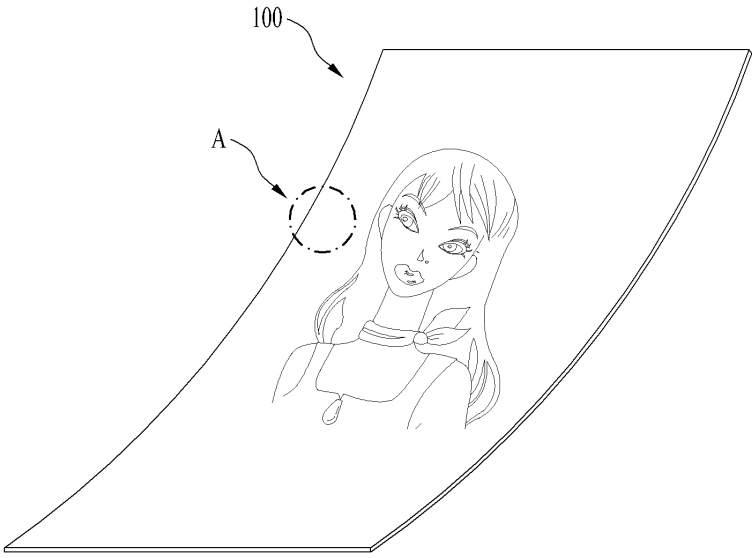
1514 : 절연층 1515 : 격벽

1516 : 돌기부 1550 : 반도체 발광 소자

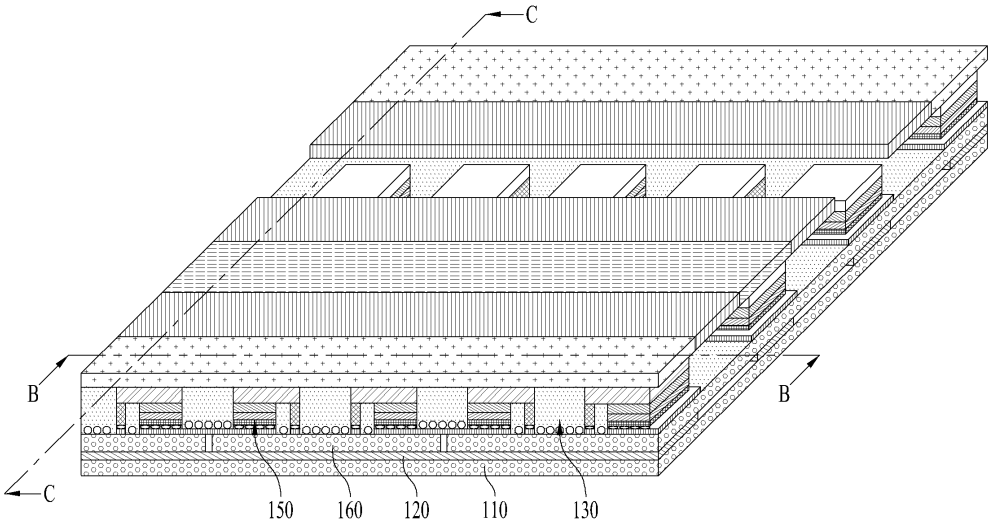
1556 : 범프부

도면

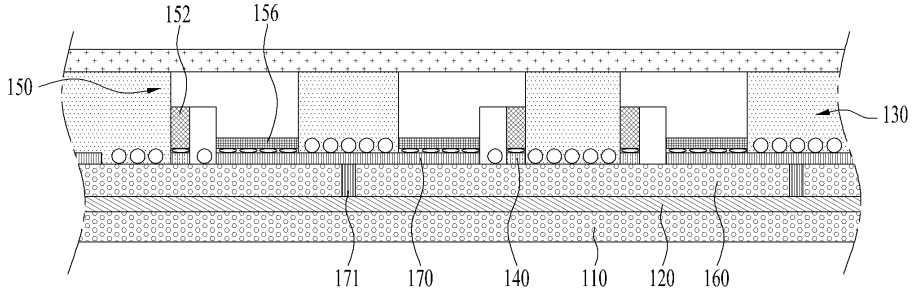
도면1



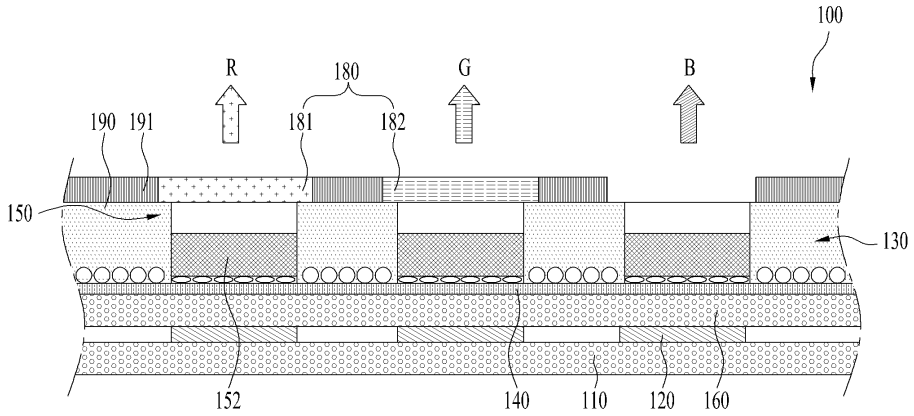
도면2



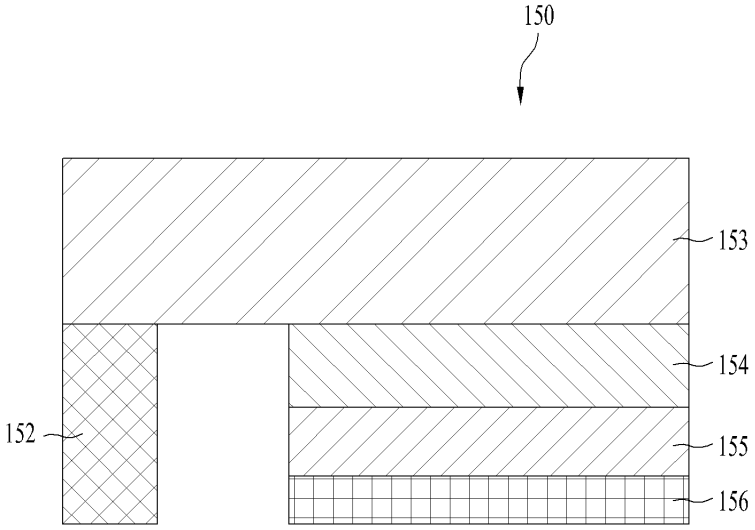
도면3a



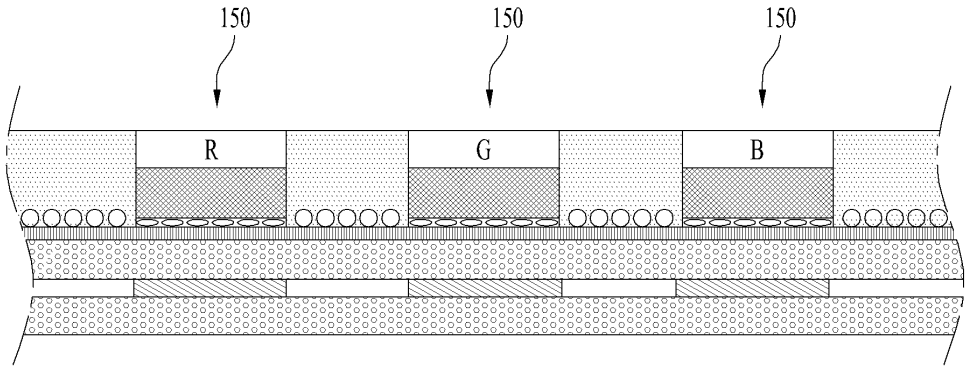
도면3b


100
R
180
G
B
190
191
181
182
150
130
152
140
110
120
160

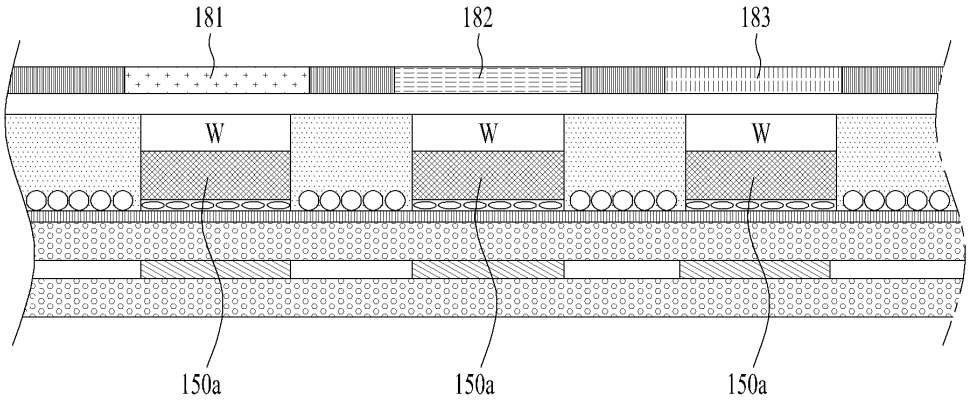
도면4


150
153
154
152
155
156

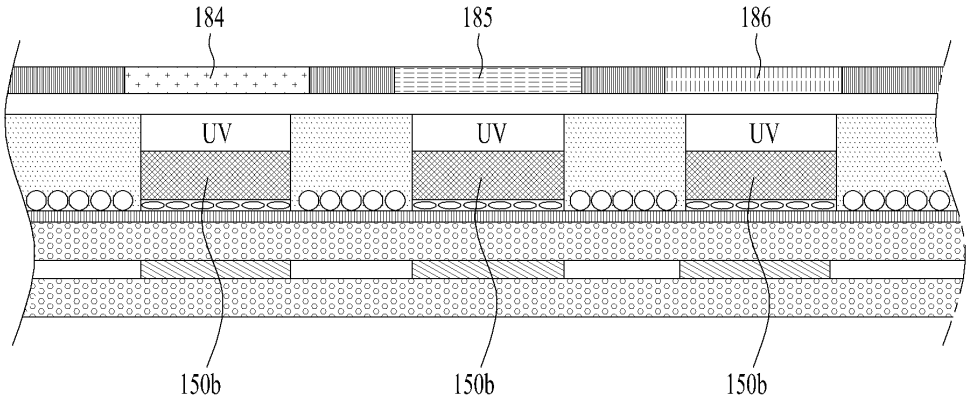
도면5a



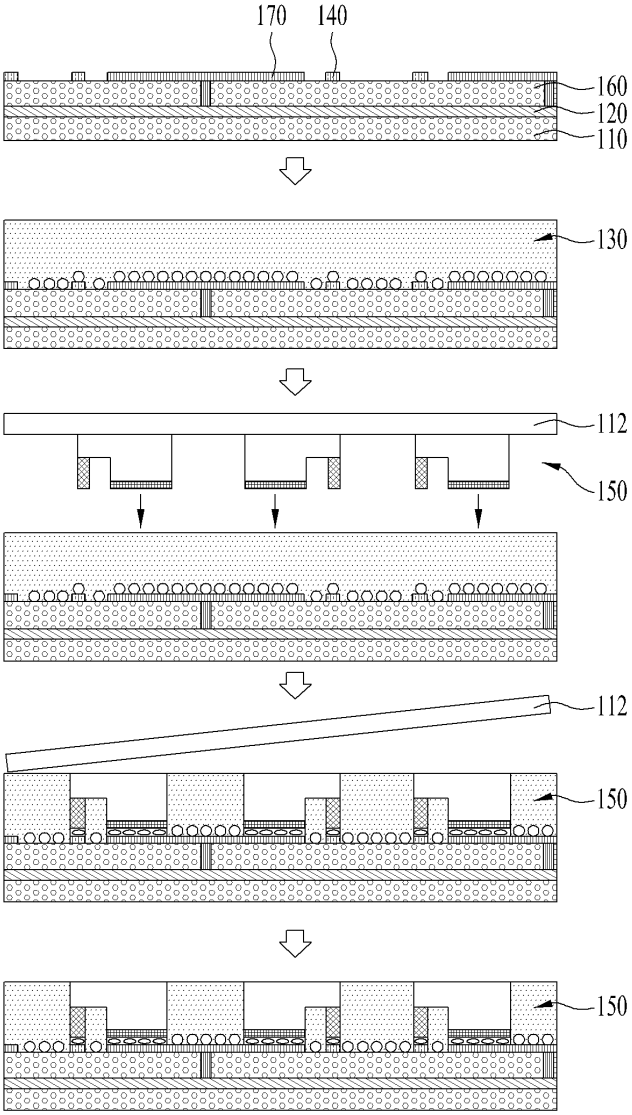
도면5b



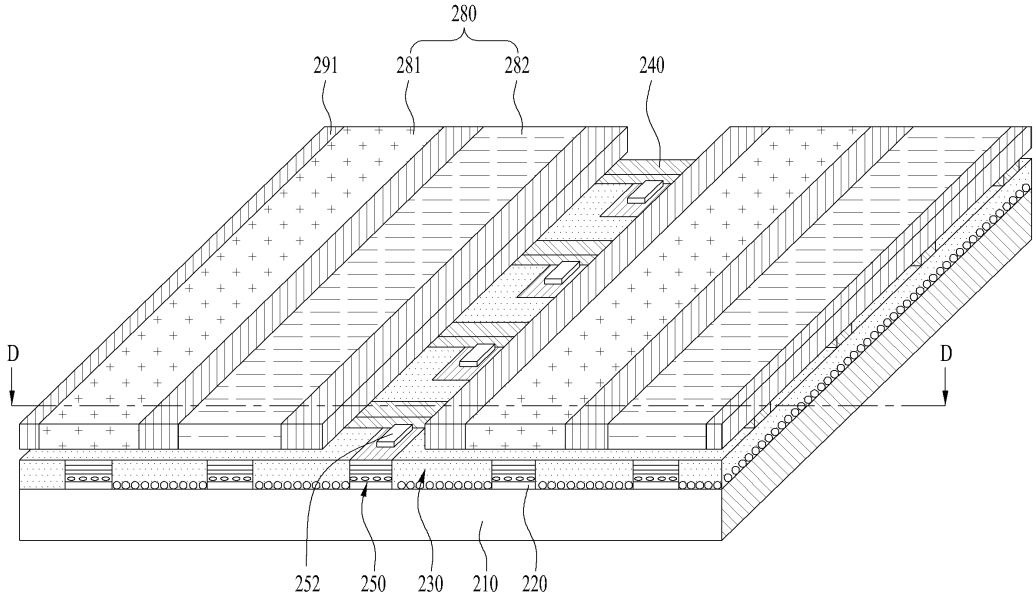
도면5c



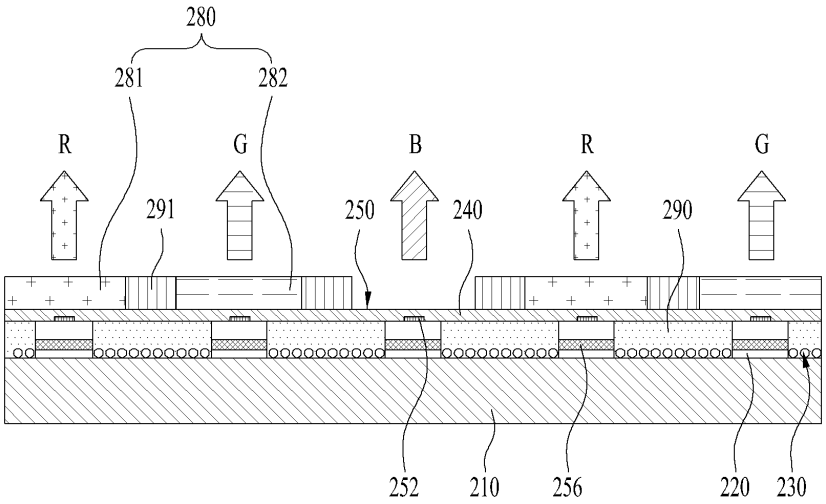
도면6



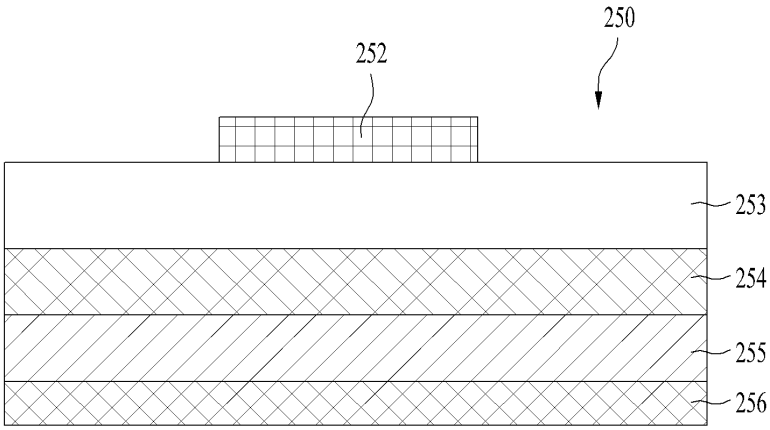
도면7


280
291
281
282
240
D
D
252
250
230
210
220

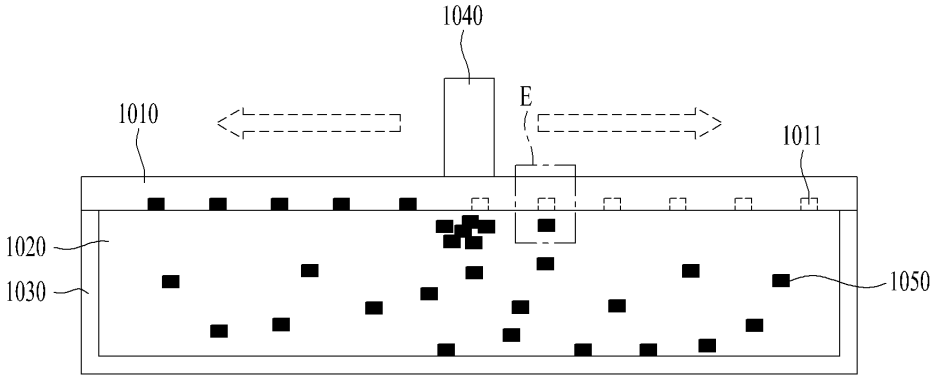
도면8


280
281
282
R
G
B
R
G
291
250
240
290
252
210
256
220
230

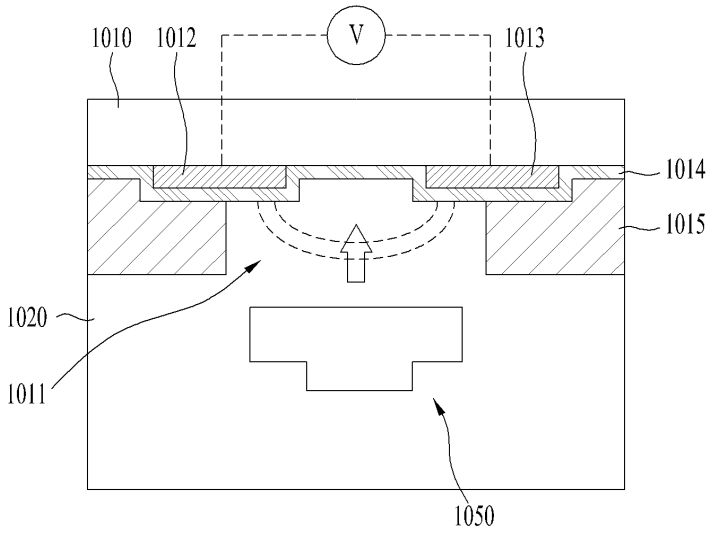
도면9



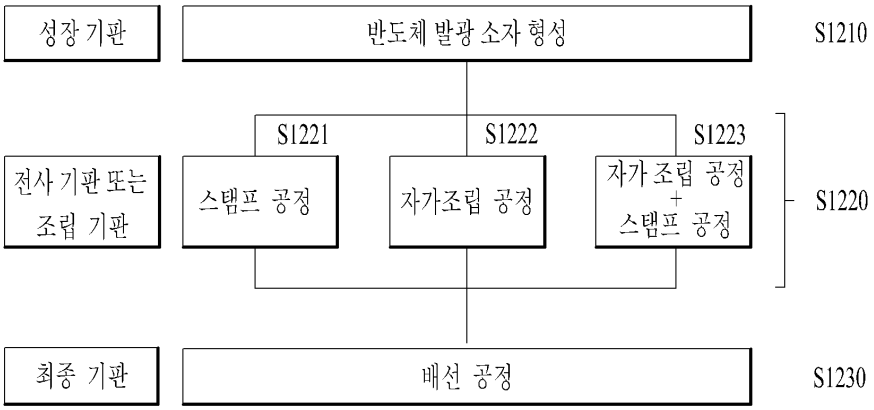
도면10



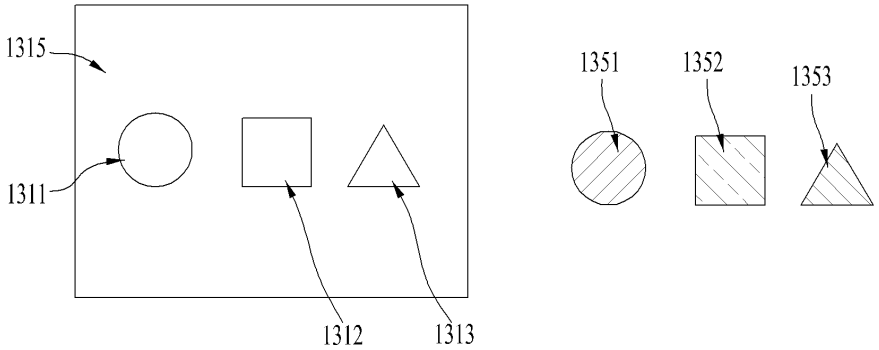
도면11


1010
1012
V
1013
1014
1015
1020
1011
1050

도면12

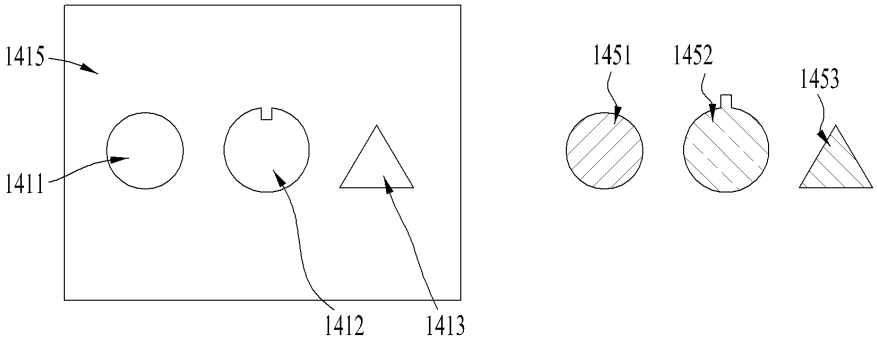

성장 기판
반도체 발광 소자 형성
S1210
S1221
S1222
S1223
전사 기판 또는
조립 기판
스탬프 공정
자가조립 공정
자가 조립 공정
+
스탬프 공정
S1220
최종 기판
배선 공정
S1230

도면13



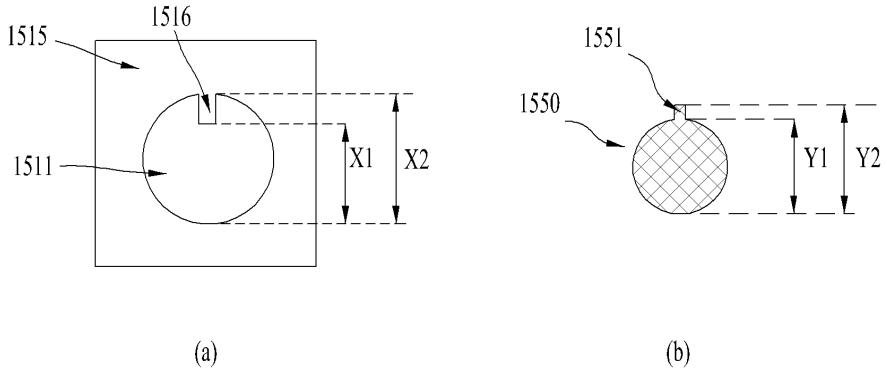
(a) (b)

도면14

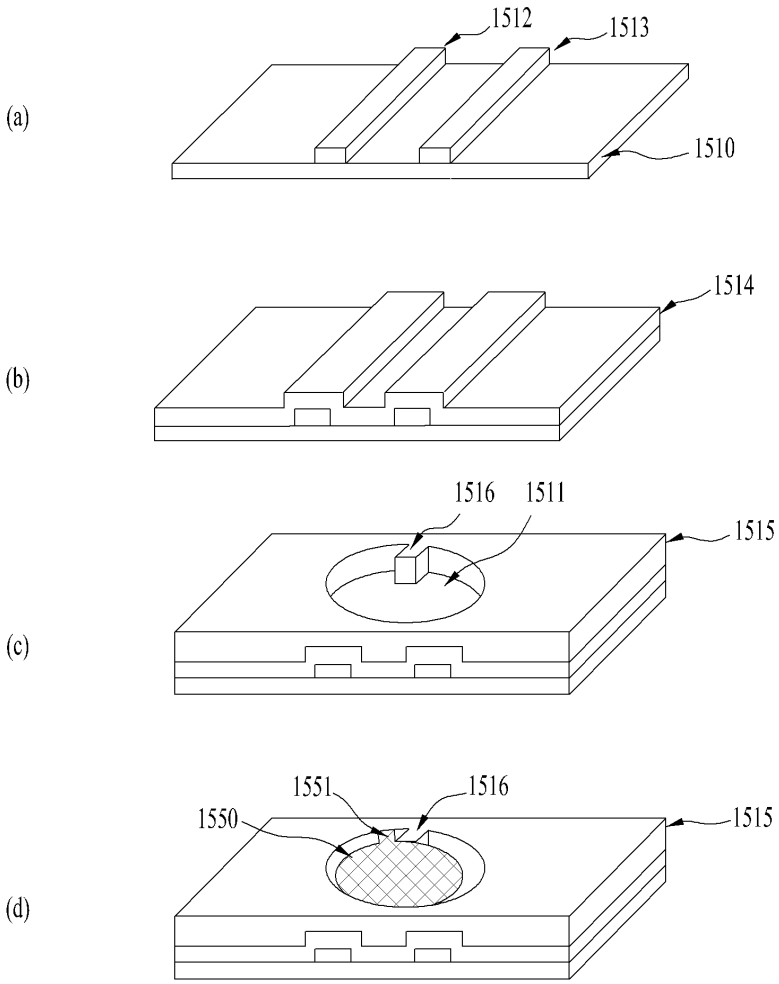


(a) (b)

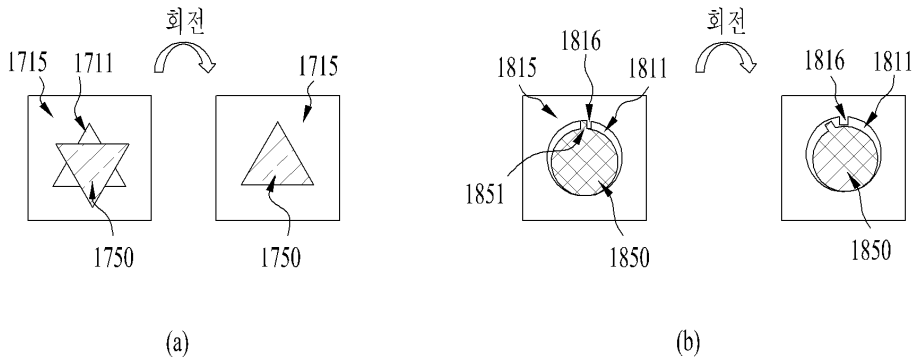
도면15



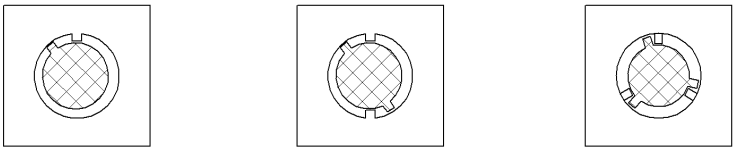
도면16


(a)
1512
1513
1510
(b)
1514
(c)
1516
1511
1515
(d)
1551
1516
1550
1515

도면17


회전
1715
1711
1715
1750
1750
(a)
회전
1816
1815
1811
1851
1850
1816
1811
1850
(b)

도면18



(a) (b) (c)