



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0118992
(43) 공개일자 2019년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/15 (2006.01) H01L 21/28 (2006.01)
H01L 21/768 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)
H01L 33/36 (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 27/156 (2013.01)
H01L 21/28 (2019.08)

(21) 출원번호 10-2019-0121374

(22) 출원일자 2019년10월01일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자

문성민

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

박창서

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

(74) 대리인

김용인, 방해철

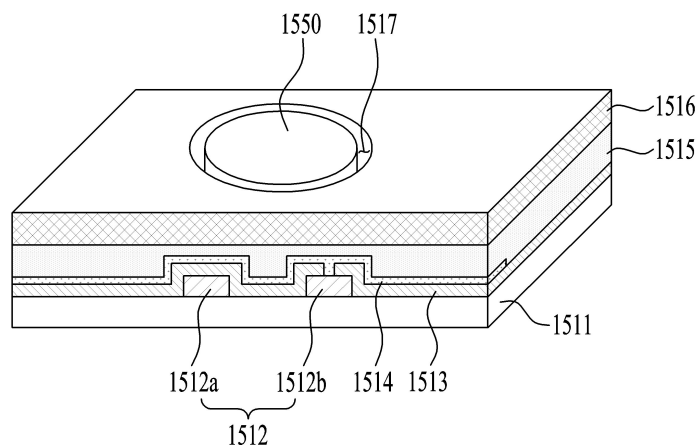
전체 청구항 수 : 총 18 항

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

(57) 요약

본 명세서에서는 유체 내에서 조립기판에 장착되는 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 이의 제조방법을 제공한다. 상기 반도체 발광 소자가 장착되는(조립되는) 조립기판은 제1 조립전극 및 상기 제1조립 전극과 교차하는 제2 조립전극을 포함한다. 상기 조립전극들에 전압을 인가하여 발생된 유전영동력에 의해, 반도체 발광 소자는 상기 조립전극들의 교차지점에 장착될 수 있다. 또한 상기 조립기판을 리페어 기판으로 이용하여, 반도체 발광 소자의 조립 또는 전사 이후, 기판 내 조립불량이 발생한 영역에 대해 리페어할 수 있다.

대표도 - 도19



(52) CPC특허분류

H01L 21/76895 (2013.01)

H01L 33/0045 (2013.01)

H01L 33/36 (2013.01)

H01L 2224/0344 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 위치하는 제1 조립전극;

상기 제1 조립전극 상에 위치하는 제1 절연층;

상기 제1 절연층의 일부가 식각되어 노출된 제1 조립전극의 일 영역과 전기적으로 연결되는, 상기 제1 절연층 상에 위치하는 제2 조립전극;

상기 제2 조립전극 상에 위치하는 제2 절연층;

상기 제2 절연층 상에 위치하여 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자가 장착되는 조립 홈을 정의하는 격벽;

상기 조립 홈의 조립 면에 장착되는 반도체 발광 소자를 이용하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 조립전극은 제1 방향에 위치하고, 상기 제2 조립전극은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 조립전극은 상기 제1 방향으로 수평하게 위치하는 한 쌍의 전극을 포함하고,

상기 한 쌍의 전극은,

조립 전압을 인가하는 작업전극(Working Electrode) 및 그라운드 전압을 인가하는 기준전극(Reference Electrode)으로 구성되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 조립전극은 상기 기준전극과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 작업전극은 상기 기관 상에서 긴 바(bar) 형태로 배치되며,

상기 기준전극은 상기 작업전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제2 조립전극은 상기 작업전극과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 기준전극은 상기 기판 상에서 긴 바 형태로 배치되며,

상기 작업전극은 상기 기준전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 제1 방향과 상기 제2 방향은 직교하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 조립 홈은 상기 작업전극 및 상기 기준전극과 중첩되어 위치하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치.

청구항 10

제1 기판의 복수 개의 반도체 발광 소자를 상기 제1 기판으로부터 분리하는 단계;

제1 조립전극 및 상기 제1 조립전극과 교차하는 제2 조립전극을 포함하는 제2 기판을 준비하는 단계; 및

상기 복수 개의 반도체 발광 소자를 유체 내에 분산하여, 전기장과 자기장을 이용하여 제2 기판으로 조립하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 기판을 준비하는 단계는,

기판 상에 제1 조립전극을 형성하는 단계;

상기 조립전극 상에 제1 절연층을 형성하는 단계;

상기 제1 절연층의 일부를 식각하여 노출된 제1 조립전극의 일 영역과 전기적으로 연결되도록 상기 제1 절연층 상에 제2 조립전극을 형성하는 단계;

상기 제2 조립전극 상에 제2 절연층을 형성하는 단계; 및

상기 제2 절연층 상에 위치하여 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자가 장착되는 복수 개의 조립 홈을 정의하는 격벽을 형성하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 조립전극은 제1 방향으로 수평하게 위치하는 작업전극 및 기준전극을 포함하고,

상기 제2 기판으로 조립하는 단계는,

상기 작업전극에 조립 전압을 인가하고, 상기 기준전극에 그라운드 전압을 인가하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 작업전극은 상기 기판 상에서 긴 바 형태로 배치되며, 상기 기준전극은 상기 작업전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치되는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 조립 홈은 상기 작업전극 및 상기 기준전극과 중첩되어 위치하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제2 기판으로 조립하는 단계는,

상기 복수 개의 조립 홈 중 일부 조립 홈에 반도체 발광 소자가 장착되지 않은 경우,

상기 작업전극에 조립 전압을 인가하고, 상기 반도체 발광 소자가 조립되지 않은 조립 홈에 대응하는 제2 조립 전극에 그라운드 전압을 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제2 기판으로 조립하는 단계 이후, 액티브 매트릭스 구동을 위한 트랜지스터가 형성된 제3 기판으로 전사하는 단계를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제3 기판의 특정 위치에 반도체 발광 소자가 전사되지 않은 경우, 상기 제2 기판에서 상기 특정 위치에 대응하는 반도체 발광 소자를 조립하는 단계 및 상기 제2 기판에 조립되는 반도체 발광 소자를 상기 제3 기판으로 전사하는 단계를 더 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 제1 기판은 상기 반도체 발광 소자가 형성되는 성장기판이거나 상기 성장기판으로부터 상기 반도체 발광 소자가 전사된 전사기판인 것을 특징으로 하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이 장치 관련 기술 분야에 적용 가능하며, 예를 들어 마이크로 LED(Light Emitting Diode)를 이용한 디스플레이 장치 및 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 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] 이러한 반도체 발광 소자들을 이용한 디스플레이 장치를 구현하기 위해서는, 매우 많은 수의 반도체 발광 소자들이 기판에 장착되어야 한다. 최근에는 전사기판을 이용한 픽애플레이스(Pick & Place) 방법이나 유체 내에서

반도체 발광 소자들을 기판에 조립하기 위한 방법들이 연구되고 있다.

[0006] 본 발명에서는 유체 내에서 반도체 발광 소자가 기판의 특정위치에 조립되는 디스플레이 장치 및 이의 제조 방법을 개시한다.

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, 유체 내에서 반도체 발광 소자가 기판에 조립되는 경우, 상기 기판의 특정 위치에 조립되도록 하는 새로운 형태의 조립기판을 이용한 디스플레이 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 일 실시예의 또 다른 목적은, 상기 조립기판을 리페어 기판으로 이용하여, 기판 내 조립불량이 발생한 영역에 대해 리페어할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 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

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치에서 기판; 상기 기판 상에 위치하는 제1 조립전극; 상기 제1 조립전극 상에 위치하는 제1 절연층; 상기 제1 절연층의 일부가 식각되어 노출된 제1 조립전극의 일 영역과 전기적으로 연결되는, 상기 제1 절연층 상에 위치하는 제2 조립전극; 상기 제2 조립전극 상에 위치하는 제2 절연층; 상기 제2 절연층 상에 위치하여 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자가 장착되는 조립 홈을 정의하는 격벽; 상기 조립 홈의 조립 면에 장착되는 반도체 발광 소자를 이용하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 실시예로서, 상기 제1 조립전극은 제1 방향에 위치하고, 상기 제2 조립전극은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향에 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 실시예로서, 상기 제1 조립전극은 상기 제1 방향으로 수평하게 위치하는 한 쌍의 전극을 포함하고, 상기 한 쌍의 전극은 조립 전압을 인가하는 작업 전극(Working Electrode) 및 그라운드 전압을 인가하는 기준 전극(Reference Electrode)으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 실시예로서, 상기 제2 조립전극은 상기 기준 전극과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 실시예로서, 상기 작업 전극은 상기 기판 상에서 긴 바 형태로 배치되며, 상기 기준 전극은 상기 작업 전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 실시예로서, 상기 제2 조립전극은 상기 작업 전극과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 실시예로서, 상기 기준 전극은 상기 기판 상에서 긴 바 형태로 배치되며, 상기 작업 전극은 상기 기준 전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 실시예로서, 상기 제1 방향과 상기 제2 방향은 직교하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 실시예로서, 상기 조립 홈은 상기 작업 전극 및 상기 기준 전극과 중첩되어 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법은, 제1 기판의 복수 개의 반도체 발광 소자를 상기 제1 기판으로부터 분리하는 단계; 제1 조립전극 및 상기 제1 조립전극과 교차하는 제2 조립전극을 포함하는 제2 기판을 준비하는 단계; 및 상기 복수 개의 반도체 발광 소자를 유체 내에 분산하여, 전기장과 자기장을 이용하여 제2 기판으로 조립하는 단계를 포함한다.

[0021] 실시예로서, 상기 제2 기판을 준비하는 단계는 기판 상에 제1 조립전극을 형성하는 단계; 상기 조립전극 상에 제1 절연층을 형성하는 단계; 상기 제1 절연층의 일부를 식각하여 노출된 제1 조립전극의 일 영역과 전기적으로 연결되도록 상기 제1 절연층 상에 제2 조립전극을 형성하는 단계; 상기 제2 조립전극 상에 제2 절연층을 형성하는 단계; 및 상기 제2 절연층 상에 위치하여 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자가 장착되는 복수 개의 조립 홈을 정의하는 격벽을 형성하는 단계를 포함한다.

[0022] 실시예로서, 상기 제1 조립전극은 제1 방향으로 수평하게 위치하는 작업전극 및 기준전극을 포함하고, 상기 제2

기관으로 조립하는 단계는 상기 작업전극에 조립 전압을 인가하고, 상기 기준전극에 그라운드 전압을 인가하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 실시예로서, 상기 작업전극은 상기 기관 상에서 긴 바 형태로 배치되며, 상기 기준전극은 상기 작업전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 실시예로서, 상기 조립 홈은 상기 작업전극 및 상기 기준전극과 중첩되어 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 실시예로서, 상기 제2 기관으로 조립하는 단계는 상기 복수 개의 조립 홈 중 일부 조립 홈에 반도체 발광 소자가 장착되지 않은 경우, 상기 작업전극에 조립 전압을 인가하고, 상기 반도체 발광 소자가 조립되지 않은 조립 홈에 대응하는 제2 조립 전극에 그라운드 전압을 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 실시예로서, 상기 제2 기관으로 조립하는 단계 이후, 액티브 매트릭스 구동을 위한 트랜지스터가 형성된 제3 기관으로 전사하는 단계를 포함한다.

[0027] 실시예로서, 상기 제3 기관의 특정 위치에 반도체 발광 소자가 전사되지 않은 경우, 상기 제2 기관에서 상기 특정 위치에 대응하는 반도체 발광 소자를 조립하는 단계 및 상기 제2 기관에 조립되는 반도체 발광 소자를 상기 제3 기관으로 전사하는 단계를 더 포함한다.

[0028] 실시예로서, 상기 제1 기관은 상기 반도체 발광 소자가 형성되는 성장기관이거나 상기 성장기관으로부터 상기 반도체 발광 소자가 전사된 전사기관인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치 및 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0030] 구체적으로, 제1 조립전극 및 상기 제1조립 전극과 교차하는 제2 조립전극을 포함하는 조립기관을 이용하여, 반도체 발광 소자가 상기 조립전극들의 교차지점에 장착될 수 있도록 제어한다. 이를 통해 복수의 반도체 발광 소자들은 기관 내 특정 위치에서 다양한 배열을 가질 수 있다.

[0031] 또한, 상기 조립기관을 리페어 기관으로 이용하여, 반도체 발광 소자의 조립 또는 전사 이후, 기관 내 조립불량이 발생한 영역에 대해 리페어할 수 있는 효과가 있다.

[0032] 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

[0033] 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 제조 방법을 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 기관에 조립되는 방법의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도 12는 도 11의 E부분을 확대한 도면이다.

도 13은 반도체 발광 소자 및 본 발명의 조립기관을 이용하여 디스플레이 장치를 제조하는 방법을 나타내는 순

서도이다.

도 14는 본 발명의 조립기판을 제작하는 방법을 나타내는 순서도이다.

도 15는 본 발명의 조립기판을 제작하는 방법을 나타내는 평면도이다.

도 16은 본 발명의 조립기판을 제작하는 방법을 나타내는 단면도이다.

도 17 내지 도 18은 조립기판 내 특정위치에 따른 단면도이다.

도 19는 본 발명의 조립기판에 반도체 발광 소자가 조립된 상태를 나타내는 단면도이다.

도 20은 본 발명의 조립기판의 다양한 실시예들이다.

도 21은 본 발명의 조립기판의 조립전국에 전압을 인가하는 방법을 나타내는 도면이다.

도 22는 일반적인 조립기판에서 조립되는 반도체 발광 소자 및, 배선기판에 전사된 이후의 반도체 발광 소자를 나타내는 도면들이다.

도 23은 본 발명의 조립기판에서 조립되는 반도체 발광 소자 및, 배선기판에 전사된 이후의 반도체 발광 소자를 나타내는 도면들이다.

도 24는 본 발명의 조립기판에서 조립될 수 있는 반도체 발광 소자의 배열의 다양한 실시예들이다.

도 25는 배선기판에 전사된 반도체 발광 소자들 중 일부 영역에 불량 발생한 경우, 본 발명의 조립기판을 리페어 기판으로 활용하여, 상기 불량 영역을 리페어하는 방법을 나타내는 평면도이다.

도 26은 배선기판에 전사된 반도체 발광 소자들 중 일부 영역에 불량 발생한 경우, 본 발명의 조립기판을 리페어 기판으로 활용하여, 상기 불량 영역을 리페어하는 방법을 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 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.
- [0035] 나아가, 설명의 편의를 위해 각각의 도면에 대해 설명하고 있으나, 당업자가 적어도 2개 이상의 도면을 결합하여 다른 실시예를 구현하는 것도 본 발명의 권리범위에 속한다.
- [0036] 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.
- [0037] 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.
- [0038] 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.
- [0039] 또한, 당해 명세서에서 언급된 반도체 발광 소자는 LED, 마이크로 LED 등을 포함하는 개념이며, 혼용되어 사용될 수 있다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 일실시예를 나타내는 개념도이다.
- [0041] 도 1에 도시된 바와 같이, 디스플레이 장치(100)의 제어부(미도시)에서 처리되는 정보는 플렉서블 디스플레이

(flexible display)를 이용하여 표시될 수 있다.

- [0042] 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.
- [0043] 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.
- [0044] 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.
- [0045] 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.
- [0046] 상기 발광 다이오드를 이용하여 구현된 플렉서블 디스플레이에 대하여, 이하 도면들을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0047] 도 2는 도 1의 A부분의 부분 확대도 이다.
- [0048] 도 3a 및 도 3b는 도 2의 라인 B-B 및 C-C를 따라 절단된 단면도들이다.
- [0049] 도 4는 도 3의 플립 칩 타입 반도체 발광 소자를 나타내는 개념도이다.
- [0050] 도 5a 내지 도 5c는 플립 칩 타입 반도체 발광 소자와 관련하여 컬러를 구현하는 여러 가지 형태를 나타내는 개념도들이다.
- [0051] 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.
- [0052] 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.
- [0053] 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.
- [0054] 상기 기판(110)은 제1전극(120)이 배치되는 배선기판이 될 수 있으며, 따라서 상기 제1전극(120)은 기판(110)상에 위치할 수 있다.
- [0055] 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.
- [0056] 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.
- [0057] 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. 전

도성 접착층(130)이 기판(110)상에 배치되는 구조에서는 전도성 접착층(130)이 절연층의 역할을 할 수 있다.

- [0058] 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.
- [0059] 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 방향으로 전기적 상호 연결을 허용하나, 수평적인 X-Y 방향으로 전기 절연성을 가지는 레이아웃으로 구성될 수 있다. 따라서 상기 전도성 접착층(130)은 Z축 전도층으로 명명될 수 있다(다만, 이하 '전도성 접착층'이라 한다).
- [0060] 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.
- [0061] 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.
- [0062] 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.
- [0063] 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.
- [0064] 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.
- [0065] 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.
- [0066] 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.
- [0067] 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.
- [0068] 도 4를 참조하면, 상기 반도체 발광 소자는 플립 칩 타입(flip chip type)의 발광 소자가 될 수 있다.
- [0069] 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.

- [0070] 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.
- [0071] 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.
- [0072] 또한, 복수의 반도체 발광 소자(150)는 발광 소자 어레이(array)를 구성하며, 발광 소자 어레이에는 형광체층(180)이 형성된다.
- [0073] 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.
- [0074] 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.
- [0075] 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.
- [0076] 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.
- [0077] 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.
- [0078] 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.
- [0079] 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.
- [0080] 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.
- [0081] 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.

- [0082] 다만, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 청색, 적색, 녹색을 구현하기 위한 다른 구조가 적용될 수 있다.
- [0083] 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.
- [0084] 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.
- [0085] 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.
- [0086] 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.
- [0087] 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.
- [0088] 이와 같은 개별 반도체 발광 소자(150)의 크기는 예를 들어, 한 변의 길이가 $80\mu\text{m}$ 이하일 수 있고, 직사각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 $20 \times 80\mu\text{m}$ 이하의 크기가 될 수 있다.
- [0089] 또한, 한 변의 길이가 $10\mu\text{m}$ 인 정사각형의 반도체 발광 소자(150)를 단위 화소로 이용하여도 디스플레이 장치를 이루기 위한 충분한 밝기가 나타난다.
- [0090] 따라서, 단위 화소의 크기가 한 변이 $600\mu\text{m}$, 나머지 한 변이 $300\mu\text{m}$ 인 직사각형 화소인 경우를 예로 들면, 반도체 발광 소자의 거리가 상대적으로 충분히 크게 된다.
- [0091] 따라서, 이러한 경우, HD화질 이상의 고화질을 가지는 플렉서블 디스플레이 장치를 구현할 수 있게 된다.
- [0092] 상기에서 설명된 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치는 새로운 형태의 제조방법에 의하여 제조될 수 있다. 이하, 도 6을 참조하여 상기 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0093] 도 6은 본 발명의 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법을 나타낸 단면도들이다.
- [0094] 도 6에 도시된 바와 같이, 먼저, 보조전극(170) 및 제2전극(140)이 위치한 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.
- [0095] 상기 전도성 접착층(130)은 예를 들어, 이방성 전도성 필름에 의하여 구현될 수 있으며, 이를 위하여 절연층(160)이 위치한 기관에 이방성 전도성 필름이 도포될 수 있다.
- [0096] 다음에, 보조전극(170) 및 제2전극(140)들의 위치에 대응하고, 개별 화소를 구성하는 복수의 반도체 발광 소자(150)가 위치한 임시기관(112)을, 상기 반도체 발광 소자(150)가 보조전극(170) 및 제2전극(140)와 마주하도록 배치한다.
- [0097] 이 경우에, 임시기관(112)은 반도체 발광 소자(150)를 성장시키는 성장기관으로서, 사파이어(spire) 기관 또는 실리콘(silicon) 기관이 될 수 있다.
- [0098] 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.
- [0099] 그 다음에, 배선기관과 임시기관(112)을 열 압착한다. 예를 들어, 배선기관과 임시기관(112)은 ACF 프레스 헤드

를 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.

- [0100] 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.
- [0101] 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.
- [0102] 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.
- [0103] 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.
- [0104] 또한, 이하 설명되는 변형예 또는 실시예에서는 앞선 예와 동일 또는 유사한 구성에 대해서는 동일, 유사한 참조번호가 부여되고, 그 설명은 처음 설명으로 같음된다.
- [0105] 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.
- [0106] 본 도면들을 참조하면, 디스플레이 장치는 패시브 매트릭스(Passive Matrix, PM) 방식의 수직형 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치가 될 수 있다.
- [0107] 상기 디스플레이 장치는 기관(210), 제1전극(220), 전도성 접착층(230), 제2전극(240) 및 적어도 하나의 반도체 발광 소자(250)를 포함한다.
- [0108] 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.
- [0109] 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.
- [0110] 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.
- [0111] 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.
- [0112] 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.
- [0113] 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.
- [0114] 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 크기에도 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, 직사

각형 또는 정사각형 소자일 수 있다. 직사각형인 경우에는 예를 들어, $20 \times 80\mu\text{m}$ 이하의 크기가 될 수 있다.

- [0115] 상기 반도체 발광 소자(250)는 수직형 구조가 될 수 있다.
- [0116] 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.
- [0117] 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.
- [0118] 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.
- [0119] 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.
- [0120] 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.
- [0121] 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.
- [0122] 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자(250) 사이의 거리가 충분히 크기 때문에 제2전극(240)은 반도체 발광 소자들(250) 사이에 위치될 수 있다.
- [0123] 제2전극(240)은 일 방향으로 긴 바(bar) 형태의 전극으로 형성될 수 있으며, 제1전극과 상호 수직한 방향으로 배치될 수 있다.
- [0124] 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.
- [0125] 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.
- [0126] 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.
- [0127] 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 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.

[0128] 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.

[0129] 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.

[0130] 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.

[0131] 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.

[0132] 도 10은 반도체 발광 소자를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 대해 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0133] 먼저 성장기판에서 반도체 발광 소자들을 형성한다(S1010). 상기 반도체 발광 소자들은 제1도전형 반도체층, 활성층, 제2도전형 반도체층을 포함할 수 있다. 또한 상기 제1도전형 반도체층 상에 형성되는 제1도전형 전극 및 제2도전형 반도체층 상에 형성되는 제2도전형 전극이 더 포함될 수 있다.

[0134] 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 제2도전형 전극은 마주보는 구조이기 때문에, 성장기판에서 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

[0135] 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 성장기판에는 하나의 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들이 형성되므로, 상기 3종류의 반도체 발광 소자들을 이용하여 개별 단위 화소를 구현하는 디스플레이 장치를 위해서는 별도의 기판이 요구된다. 따라서, 개별 반도체 발광 소자들은 성장기판에서 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.

[0136] 따라서 각 색상을 발광하는 반도체 발광 소자들은 일단 전사기판 또는 조립 기판으로 이동한 후(S1020) 최종 기판으로 다시 전사될 수 있다. 경우에 따라 상기 전사기판 또는 조립 기판에 바로 배선 공정을 수행하는 경우, 상기 전사기판 또는 조립 기판은 최종 기판으로서 역할을 수행한다.

[0137] 전사기판 또는 조립 기판에 반도체 발광 소자가 배치(S1020)되는 방법은 크게 3가지로 나눌 수 있다.

[0138] 첫째, 스탬프 공정에 의해 성장기판에서 전사기판으로 반도체 발광 소자를 이동하는 방법이다(S1021). 스탬프 공정이란 접착력이 있는 돌기부를 지닌 유연한 소재의 기판을 이용하여, 상기 돌기부를 통해 성장기판에서 반도체 발광 소자를 분리하는 공정을 말한다. 돌기부의 간격 및 배치를 조절하여 성장기판의 반도체 발광 소자를 선택적으로 분리할 수 있다.

[0139] 두 번째로, 자가 조립 공정을 이용하여 반도체 발광 소자를 조립 기판에 조립하는 방법이다(S1022). 자가 조립 공정을 위해서는 반도체 발광 소자가 성장기판으로부터 분리되어 날개로 존재해야 하는 바, 필요한 반도체 발광 소자의 수만큼 레이저 리프트 오프(LLO) 공정 등을 통해 상기 반도체 발광 소자들을 성장기판으로부터 분리시킨다. 이후 상기 반도체 발광 소자들을 유체 내에 분산하고 전자기장을 이용하여 조립 기판에 조립한다.

[0140] 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.

[0141] 세 번째로는, 상기 스탬프 공정과 자가 조립 공정을 혼용하는 방법이다(S1023). 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 소자

들을 조립한 후, 이후 스탬프 공정으로 대면적의 최종 기판에 여러 번 전사하는 과정이 수행될 수 있다.

- [0142] 최종 기판에 개별 단위 화소를 구성하는 복수 개의 반도체 발광 소자들이 배치되면, 상기 반도체 발광 소자들을 전기적으로 연결하는 배선 공정을 수행한다(S1030).
- [0143] 상기 배선 공정을 통해 형성된 배선 전극은 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 배선 전극은 상기 트랜지스터와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0144] 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.
- [0145] 도 11은 반도체 발광 소자가 자가 조립 공정에 의해 기판에 조립되는 방법의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0146] 도 12는 도 11의 E부분을 확대한 도면이다.
- [0147] 도 11과 도 12를 참조하면, 반도체 발광 소자(1150)는 유체(1120)가 채워진 챔버(1130)에 투입될 수 있다.
- [0148] 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.
- [0149] 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 조립 전극에 해당한다.
- [0150] 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 영동(Dielectrophoresis; DEP)이라 하며, 본 발명의 자가 조립 공정에서, 상기 유전 영동을 이용하여 조립 홈(1111)에 반도체 발광 소자(1150)를 안정적으로 고정할 수 있다. 상기 유전 영동의 세기(유전영동력, DEP force)는 전기장의 세기에 비례하는 바, 반도체 발광 소자 내에서 유전 분극되는 정도에 따라 달라진다.
- [0151] 또한, 상기 조립 전극(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.
- [0152] 또한, 상기 조립 전극(1112, 1113) 상에는 절연층(1114)이 형성되어, 전극(1112, 1113)을 유체(1120)로부터 보호하고, 상기 조립 전극(1112, 1113)에 흐르는 전류의 누출을 방지할 수 있다. 예컨대, 절연층(1114)은 실리카, 알루미늄 등의 무기물 절연체 또는 유기물 절연체가 단일층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 또한, 절연층(1114)은 반도체 발광 소자(1150) 조립 시 상기 조립 전극(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.
- [0153] 절연층(1114)의 상부에는 격벽(1115)이 형성될 수 있다. 상기 격벽(1115)의 일부 영역은 상기 조립 전극(1112, 1113)의 상부에 위치하고, 나머지 영역은 상기 조립 기판(1110)의 상부에 위치할 수 있다.
- [0154] 예컨대, 조립 기판(1110)의 제조 시, 절연층(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.
- [0155] 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.
- [0156] 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 개구

부의 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.

[0157] 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.

[0158] 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 전사기관의 돌기부와 쉽게 접촉할 수 있다.

[0159] 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 최대한 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.

[0160] 조립 장치(1140)에 의해 발생하는 자기장에 의해, 챔버(1130) 내의 반도체 발광 소자(1150)는 조립 장치(1140)를 향해 이동할 수 있다.

[0161] 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.

[0162] 또한 상기 반도체 발광 소자(1150)는 자가 조립 공정이 수행될 수 있도록, 상기 반도체 발광 소자 내부에 자성층을 포함할 수 있다.

[0163] 한편, 조립 기관(1110)의 조립 전극(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.

[0164] 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.

[0165] 도 13은 반도체 발광 소자 및 본 발명의 조립기관을 이용하여 디스플레이 장치를 제조하는 방법을 나타내는 순서도이다.

[0166] 먼저 제1 기관의 반도체 발광 소자를 상기 제1 기관으로부터 분리한다(S1310). 상기 제1 기관은 반도체 발광 소자가 형성되는 성장기관이거나 상기 성장기관으로부터 상기 반도체 발광 소자가 전사된 전사기관일 수 있다. 제1 기관이 성장기관인 경우, 전술하였듯이, 레이저 리프트 오프(LLO) 방법을 통해 선택적으로 성장기관으로부터 반도체 발광 소자를 분리할 수 있다. 또한 상기 제1 기관이 전사기관인 경우, 일반적으로 화학적 식각을 통해 반도체 발광 소자를 상기 전사기관으로부터 분리할 수 있다.

[0167] 이후, 제1 조립전극 및 상기 제1 조립전극과 교차하는 제2 조립전극을 포함하는 제2 기관을 준비한다(S1320). 이 때, 상기 제1 조립전극은 제1 방향에 위치하고, 상기 제2 조립전극은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향에 위치하게 된다. 또한 상기 제1 조립전극은 상기 제1 방향으로 수평하게 위치하는 한 쌍의 전극을 포함할 수 있다. 나아가 상기 한 쌍의 전극은, 조립 전압을 인가하는 작업전극(Working Electrode) 및 그라운드 전압을 인가하는 기준전극(Reference Electrode)으로 구성된다. 후술하겠지만, 상기 작업전극 또는 조립전극 중 하나의 전극은 상기 제2 조립전극과 전기적으로 연결된다. 또한 상기 제1 조립전극 중 어느 하나가 기관 상에서 제1 방향에 대해 긴 바 형태로 배치되면, 다른 제1 조립전극은 상기 긴 바 형태에 수평한 방향으로, 짧은 바 형태로 복수 개 배치될 수 있다.

[0168] 이후, 제1 기관으로부터 분리된 반도체 발광 소자를 유체 내에 분산시키고, 전기장 및 자기장을 이용하여 제2 기관에 조립한다(S1330). 상기 제2 기관은 조립기관에 해당하고 상기 조립단계(S1330)의 조립 방법은 도 11 내지 도 12에서 전술했던 자가조립 방법과 유사하다. 다만 조립기관에 교차되는 조립전극이 추가 형성됨으로써, 전압을 인가하는 방식이 차이가 있으며, 특정영역에 조립불량이 발생한 경우, 리페어(Repair)할 수 있는 효과가 있다.

[0169] 상기 조립단계(S1330) 이후, 조립기관에 조립된 반도체 발광소자를 이용하여 바로 디스플레이 장치의 패널로 활용할 수 있다. 이 경우, 상기 반도체 발광 소자에 추가적인 배선공정이 수행될 수 있다. 또한 상기 조립기관은

액티브 매트릭스 구동을 위한 트랜지스터가 기 형성된 배선기판일 수 있다.

- [0170] 한편, 유체 내에서 반도체 발광 소자가 조립되는 특성 상 상기 조립기판이 가질 수 있는 면적은 한정적이다. 예를 들어 20인치의 기판의 경우에, 유체 내에서 안정적으로 반도체 발광 소자가 상기 기판에 조립 가능하나, 60인치의 기판인 경우 유체 내에서 반도체 발광 소자를 안정적으로 기판에 조립하는 것은 어려움이 있다. 60인치와 같은 대면적의 기판이 도 11에 도시된 바와 같이 챔버의 상면에 위치하는 경우, 기판의 무게에 의해 휨이 발생할 수 있기 때문이다. 이에 따라 전기장 및 자기장에 의해 반도체 발광 소자에 작용하는 힘이 달라질 수 있으며, 기판의 원하는 위치에 반도체 발광 소자가 제대로 조립되지 않을 수 있다. 따라서 조립기판의 크기는 한정적일 수 있는 바, 대면적의 디스플레이 장치를 위해서는 별도의 대면적의 배선기판이 준비될 수 있다.
- [0171] 따라서, 선택적으로 조립기판인 제2 기판에 조립된 반도체 발광 소자는 제3 기판으로 전사될 수 있다(S1340). 상기 제3 기판은 액티브 매트릭스 구동을 위한 트랜지스터가 구비된 배선기판일 수 있다.
- [0172] 한편, 조립기판에 조립되는 반도체 발광 소자의 개수는 수백만 개 이상일 수 있다. 상기 조립기판은 반도체 발광 소자에 대응하는 조립 홈을 구비하며, 상기 조립단계(S1330)를 통해 상기 조립 홈에 반도체 발광 소자는 장착된다. 경우에 따라 상기 조립 홈 중 일부는 반도체 발광 소자가 조립되지 않을 수 있다. 일부 조립 홈에 반도체 발광 소자가 장착되지 않은 상태로 제3 기판에 전사되면, 상기 제3 기판으로 제작한 디스플레이 장치는 불량 화소를 가질 수 있다. 예를 들어, 수백만 개의 반도체 발광 소자가 제대로 위치하더라도 단 몇 개의 반도체 발광 소자가 불량이거나, 기판의 지정된 자리에 위치하지 않은 경우, 상기 디스플레이 장치는 제품화하기 어렵다. 따라서, 제3 기판에서 불량영역이 확인된 경우, 사후적으로 상기 불량영역을 리페어할 수 있는 방법이 필요하다.
- [0173] 따라서 선택적으로, 제3기판 내 일부 반도체 발광 소자의 전사가 불량한 경우, 제2 기판을 리페어 기판으로 이용하여 반도체 발광 소자를 제3 기판으로 재전사할 수 있다(S1350). 제2 기판의 경우, 교차되는 조립전극들로 인해 패시브 매트릭스 방식으로 X축 및 Y축에 대응하는 특정위치에서 개별적으로 반도체 발광 소자를 조립기판에 조립할 수 있다. 따라서 제2 기판의 특정위치에만 반도체 발광 소자를 조립하여, 다시 제3 기판으로 상기 반도체 발광 소자를 전사할 수 있다.
- [0174] 한편, 본 명세서의 전 취지에 비추어 보아, 당업자가 이해 가능한 수준에서, 도 13에 도시된 순서도의 일부 단계를 삭제, 변경하는 것도 본 발명의 다른 권리범위에 속한다.
- [0175] 도 14는 본 발명의 조립기판을 제작하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0176] 먼저 기판 상에 제1 조립전극을 형성한다(S1312). 상기 기판은 조립기판의 베이스부에 해당한다. 또한 상기 기판은 광투과성 물질일 수 있다. 이를 통해 반도체 발광 소자가 조립기판에 조립 이후 다른 기판으로 전사하는 경우, 광학 카메라를 통해 상기 조립기판과 다른 기판의 광학적 정렬을 가능하게 할 수 있다.
- [0177] 이후, 상기 제1 조립전극 상에 제1 절연층을 형성한다(S1322). 상기 제1 절연층은 상기 제1 조립전극을 보호하는 역할을 한다.
- [0178] 이후, 상기 제1 조립전극의 일부가 노출되도록 상기 제1 절연층의 일부 영역을 식각하여 비아 홀(Via hole)을 형성한다. 이후 상기 비아 홀을 통해 제1 조립전극 중 어느 하나와 전기적으로 연결되는 제2 조립전극을 제1 절연층 상에 형성한다.
- [0179] 이후, 상기 제2 조립전극 상에 제2 절연층을 형성한다(S1325). 상기 제2 절연층은 조립과정 시, 유체로부터 상기 제2 조립전극을 보호할 수 있다.
- [0180] 마지막으로 상기 제2 절연층 상에 위치하며, 개별 화소를 이루는 반도체 발광 소자가 장착되는 조립 홈을 정의하는 격벽을 형성한다(S1326). 상기 격벽의 재질은 상기 제2 절연층과 동일한 물질일 수 있다. 또는 상기 격벽의 물질은 감광성 성질을 지니는 포토레지스트일 수 있다.
- [0181] 한편, 본 명세서의 전 취지에 비추어 보아, 당업자가 이해 가능한 수준에서, 도 14에 도시된 순서도의 일부 단계를 삭제, 변경하는 것도 본 발명의 다른 권리범위에 속한다.
- [0182] 도 15는 본 발명의 조립기판을 제작하는 방법을 나타내는 평면도이다.
- [0183] 도 15(a)에 도시된 바와 같이, 기판(1511) 상에 제1 조립전극(1512)을 형성한다. 상기 제1 조립전극(1512)은 제1 방향으로 수평하게 위치하는 한 쌍의 전극(1512a, 1512b)을 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 전극은 조립 전압을 인가하는 작업 전극 및 그라운드 전압을 인가하는 기준 전극일 수 있다. 상기 전극들(1512a, 1512b)의 전압

차에 의해 전기장이 발생하고, 이후 유전영동력에 의해 반도체 발광소자가 조립기판의 조립 홈에 조립될 수 있다.

[0184] 한편, 도 15(a)에 도시된 바와 같이, 상기 제1 조립전극(1512) 중 어느 하나는 제1 방향에 대해 기판(1511) 상에서 긴 바(bar) 형태로 위치하며, 다른 하나는 상기 긴 바 형태에 대응하여 짧은 바 형태로 복수 개 배치될 수 있다.

[0185] 도 15(b)는 제1 조립전극 상에 제1 절연층(1513)을 형성하고, 이후 상기 제1 절연층(1513)의 일부를 식각하여 제1 조립전극의 일부 영역이 노출되도록 비아 홀(1513a)을 형성한 도면이다. 상기 비아 홀(1513a)은 짧은 바 형태의 제1 조립전극 상에만 형성될 수 있다. 또한 상기 비아 홀(1513a)을 통해 제2 조립전극이 짧은 바 형태의 제1 조립전극과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0186] 도 15(c)에 도시된 바와 같이, 제2 조립전극(1514)은 제1 절연층(1513) 상에 형성되며, 제2 방향으로 위치하며, 제1 조립전극(1512)과 교차될 수 있다. 또한 짧은 바를 지닌 제1 조립전극(1512b)과는 비아 홀을 통해 전기적으로 연결되며, 긴 바를 지닌 제1 조립전극(1512a)과는 제1 절연층(1513)에 의해 절연된다.

[0187] 또한, 상기 짧은 바를 지닌 제1 조립전극(1512b)은 작업전극 또는 기준전극일 수 있다. 상기 제1 조립전극(1512b)이 기준전극일 경우, 상기 제2 조립전극(1514)은 상기 기준전극과 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서 이후 조립공정에서 조립전극에 전압을 인가하는 경우, 제2조립전극(1514)에는 그라운드 전압이 인가될 수 있다. 한편 작업전극은 상기 조립 기판에서 긴 바의 형태로 배치되어, 조립공정에서 조립 전압이 인가될 수 있다.

[0188] 이와 반대로 긴 바 형태의 제1 조립전극(1512a)이 기준전극일 경우, 상기 제2 조립전극(1514)은 짧은 바 형태의 제1 조립전극(1512b)과 전기적으로 연결될 수 있다. 여기서 짧은 바 형태의 제1 조립전극(1512b)은 작업전극일 수 있다. 따라서 이후 조립공정에서 조립전극에 전압을 인가하는 경우, 제2조립전극(1514)에는 조립 전압이 인가될 수 있다.

[0189] 또한 상기 제1 조립전극(1512)이 위치하는 제1 방향과 상기 제2 조립전극(1514)이 위치하는 제2 방향은 직교할 수 있다. 후술하겠지만, 조립기판에서 조립전극을 배치하는 경우, 제1 조립전극과 제2 조립전극을 수직으로 교차하여 배치하는 것이 기판의 공간활용에 유리할 수 있다.

[0190] 도 15(d)는 제2조립전극까지 형성된 기판 상에 제2 절연층이 도포되고, 이후 격벽에 의해 조립 홈(1517)이 정의되는 경우를 나타내는 평면도이다. 도 15(d)에 도시된 바와 같이, 상기 조립 홈(1517)은 한 쌍의 제1 조립전극(1512) 사이에서 중첩되어 위치한다. 즉, 상기 조립 홈(1517)은 상기 작업 전극 및 상기 기준 전극과 중첩되어 위치한다고 볼 수 있다. 또한, 긴 바 형태의 제1 조립전극(1512)는 복수 개의 조립 홈을 공유하고, 짧은 바 형태의 제1조립전극(1512b)은 한 개의 바에 대응하여 하나의 조립 홈이 위치한다. 또한 상기 조립 홈(1517)과 인접하여 제2 조립전극(1514)이 위치한다. 이 때, 조립 홈(1517)과 상기 제2 조립전극(1517)은 중첩되지 않는다.

[0191] 도 16은 본 발명의 조립기판을 제작하는 방법을 나타내는 단면도이다.

[0192] 도 16(a)에 도시된 바와 같이, 기판(1511) 상에 한 쌍의 제1 조립전극(1512a, 1512b)이 형성될 수 있다. 또한 상기 조립전극들은(1512a, 1512b) 특정 방향에 대해 수평하게 형성될 수 있다.

[0193] 이후 도 16(b)에 도시된 바와 같이, 제1 조립전극을 보호하는 제1 절연층(1513)이 상기 제1 조립전극 및 기판 상에 형성된다.

[0194] 이후 도 16(c)에 도시된 바와 같이, 제1 조립전극 중 하나의 조립전극 상에 위치한 제1 절연층(1513)의 일영역을 식각하여, 비아 홀(Via hole, 1513a)을 형성한다. 상기 비아 홀(1513a)을 통해 후속해서 형성되는 제2 조립전극과 상기 제1 조립전극 중 하나의 조립전극이 전기적으로 연결될 수 있다. 또한 비아 홀(1513a)이 형성되는 제1 조립전극은 15(b)에서 확인하였듯이, 짧은 바 형태를 지닌다.

[0195] 이후 도 16(d)에 도시된 바와 같이, 상기 비아 홀을 통해 일부 제1 조립전극과 연결되는 제2 조립전극(1514)를 형성한다. 비아 홀이 형성되지 않은 나머지 제1 조립전극은 제1 절연층에 의해 제2 조립전극(1514)과 전기적으로 절연될 수 있다. 또한 제2 조립전극(1514)이 형성되는 방향은 제1 조립전극과는 교차하는 방향이다.

[0196] 이후, 도 16(e)에 도시된 바와 같이, 제2 조립전극(1514)을 보호하는 제2 절연층을 형성한다. 제2 절연층(1515)은 제2조립전극(1514)의 굴곡된 형상과 대응하도록 굴곡되어 형성될 수 있으나, 형성 두께에 따라 도 16(e)에 도시된 바와 같이 어느 정도 평탄도를 가지며 형성될 수도 있다. 다만 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0197] 마지막으로, 도 16(f)에 도시된 바와 같이, 상기 제2 절연층 상부에 조립 홈을 정의하는 격벽(1516)을

형성한다. 상기 격벽(1516)에 의해 둘러싸인 영역이 반도체 발광 소자가 장착되는 조립 홈에 해당한다. 다만, 단면의 방향에 따라 조립 홈이 관찰되지 않을 수 있다. 도 16(f)의 경우는 제2 조립전극이 위치하는 단면으로 조립 홈이 관찰되지 않는다. 한편 상기 격벽(1516)은 제2 절연층과 동일한 물질로 구성될 수 있다. 또한 상기 격벽(1516)은 감광성 물질인 포토레지스트일 수 있어, 조립 홈을 제작하기 위한 패턴 공정을 용이하게 할 수 있다.

[0198] 도 17 내지 도 18은 조립기관 내 특정위치에 따른 단면도를 나타내기 위한 도면들이다.

[0199] 도 17의 경우 도 16의 제작공정을 통해 제작된, 제1 조립전극, 제2 조립전극 및 상기 제1 조립전극과 중첩되어 위치하는 조립 홈을 단적으로 도시한 평면도이다. 직관적인 관찰을 위해 조립전극들 사이에 형성되는 절연층은 생략되어 있다.

[0200] 도 17에 도시된 바와 같이, 제1 조립전극은 긴 바 형태의 전극(1512a) 및 짧은 바 형태의 전극(1512b)으로 구성될 수 있다. 예를 들어 도 17에서는 하나의 긴 바(1512a)에 대해 2개의 짧은 바(1512b)가 형성되어 있다. 상기 전극들(1512a, 1512b)은 제1 방향으로 수평하게 위치하고 있으며, 이와 교차되는 방향으로 제2 조립전극(1514)이 위치한다. 상기 제2 조립전극(1514)은 복수 개 위치할 수 있으며, 짧은 바 형태의 전극(1512b)과 전기적으로 연결된다. 또한 제1 조립전극(1512a, 1512b)과 중첩되는 위치에 조립 홈(1517)이 위치한다. 상기 조립 홈(1517)의 일측면으로 제2 조립전극(1514)이 위치한다.

[0201] 도 18(a)는 도 17의 F-F라인을 절단하여 관찰한 조립기관의 단면도이다. 상기 F-F라인의 조립기관(1510)에서는 격벽(1516)에 의해 정의되는 조립 홈(1517)이 관찰되며, 그 대신 제2 조립전극은 확인되지 않는다. 구체적으로, 기관(또는 베이스부, 1511) 상에 한 쌍의 제1 조립전극(1512a, 1512b)이 위치하고, 상기 제1 조립전극(1512a, 1512b) 상에 제1 절연층(1513)이 위치한다. 또한 상기 제1절연층(1513)상에 제2 절연층(1515)이 위치하며, 상기 제2절연층(1515)의 상부로 격벽(1516)이 위치하게 된다.

[0202] 도 18(b)는 도 17의 F'-F' 라인을 절단하여 관찰한 조립기관의 단면도이다. 상기 F'-F'라인으로 절단한 조립기관(1510)에서는 조립 홈이 관찰되지 않은 대신, 제2 조립전극(1514)을 확인할 수 있다. 구체적으로, 기관(또는 베이스부, 1511) 상에 한 쌍의 제1 조립전극(1512a, 1512b)이 위치하고, 상기 제1 조립전극(1512a, 1512b) 상에 제1 절연층(1513)이 위치한다. 또한 상기 제1절연층(1513)의 일부가 식각되어 형성된 비아 홀을 통해 제1 조립전극(1512b)과 제2 조립전극(1514)이 전기적으로 연결된다. 또한 상기 제2 조립전극(1514) 상에 제2 절연층(1515)이 위치하며, 상기 제2절연층(1515)의 상부로 격벽(1516)이 위치하게 된다.

[0203] 도 19는 본 발명의 조립기관에 반도체 발광 소자가 조립된 상태를 나타내는 단면도이다.

[0204] 도 19를 통해, 조립기관 상에 제1 조립전극(1512), 제2 조립전극(1514) 및 조립 홈(1517)을 동시에 관찰할 수 있다.

[0205] 도 19에 도시된 바와 같이, 조립기관은 기관(또는 베이스부, 1511) 상에 한 쌍의 제1 조립전극(1512a, 1512b)이 위치하고, 상기 제1 조립전극(1512a, 1512b) 상에 제1 절연층(1513)이 위치한다. 또한 상기 제1절연층(1513)의 일부가 식각되어 형성된 비아 홀을 통해 제1 조립전극(1512b)과 제2 조립전극(1514)이 연결된다. 또한 상기 제2 조립전극(1514) 상에 제2 절연층(1515)이 위치하며, 상기 제2절연층(1515)의 상부로 격벽(1516)이 위치하게 된다. 상기 격벽(1516)에 의해 조립 홈(1517)이 형성되고, 상기 조립 홈(1517)의 조립 면(또는 바닥 면)에 반도체 발광 소자(1550)이 장착(또는 조립)된다. 전술하였지만 도 19와 같이, 반도체 발광 소자가 장착되는 조립기관은 그대로 디스플레이 장치의 패널로 활용될 수 있다. 이 경우, 상기 조립기관은 액티브 매트릭스 구동을 위한 트랜지스터가 포함될 수 있다. 또한 조립기관보다 대면적을 가지는 별도의 배선기관을 구비하여 상기 배선기관으로 반도체 발광소자가 전사될 수도 있다.

[0206] 도 20은 본 발명의 조립기관의 다양한 실시예들이다.

[0207] 도 20의 경우 제1 조립전극, 제2 조립전극 및 상기 제1 조립전극과 중첩되어 위치하는 조립 홈을 단적으로 도시한 도면이다. 직관적인 관찰을 위해 조립전극들 사이에 형성되는 절연층은 생략되어 있다.

[0208] 도 20(a)와 같이, 한 쌍의 제1 조립전극(1912a, 1912b)과 중첩되는 위치에 조립 홈(1917)이 형성되며, 상기 조립 홈(1917)의 주변에 제2 조립전극(1914)이 위치할 수 있다.

[0209] 상기 제1 조립전극(1912a, 1912b)과 제2 조립전극(1914)은 교차하고 있으며, 도 20(a)와 같이 일정한 각도를 가지고 형성될 수 있다.

- [0210] 이와 유사하게, 도 20(b)에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 제1 조립전극(2012a, 2012b)과 중첩되는 위치에 조립 홈(2017)이 형성되며, 상기 조립 홈(2017)의 주변에 제2 조립전극(2014)이 위치할 수 있다.
- [0211] 이처럼 제1 조립전극 및 제2 조립전극은 교차하여 위치하는 것이 중요하며, 반드시 직교할 필요는 없다. 다만 조립기관의 형태에 따라 효율적인 교차각도가 발생할 수 있다. 예를 들어, 사각형의 패널인 경우, 수직으로 제1 조립전극 및 제2 조립전극이 교차하여 형성되는 것이 공간 활용 측면에서 효율적일 수 있다.
- [0212] 도 21은 본 발명의 조립기관의 조립전극에 전압을 인가하는 방법을 나타내는 도면이다.
- [0213] 도 21의 조립기관(2110)은 한 쌍의 제1 조립전극(2112a, 2112b)이 상기 기관(2110)의 형태에 대응하여 복수 개 배치되어 있다. 또한 상기 제1 조립전극(2112a, 2112b)과 교차하는 제2조립전극(2114)도 복수 개 배치될 수 있다. 또한 조립 홈(2117)은 상기 한 쌍의 제1 조립전극(2112a, 2112b)들과 중첩되어 위치한다. 직관적인 관찰을 위해 실제 조립전극들 사이에 형성되는 절연층은 생략되어 있다.
- [0214] 또한, 도 21에 도시된 바와 같이 복수 개의 제2 조립전극(2114)은 전압을 인가하기 위한 제1공통전극(2120)과 복수 개의 스위치(2121)를 통해 연결된다. 하나의 스위치(2121)에 대응하여 하나의 제2 조립전극(2114)이 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서 복수 개의 제2 조립전극(2114)에 선택적으로 전압을 인가할 수 있다.
- [0215] 또한, 도 21에 도시된 바와 같이 복수 개의 긴 바 형태의 제1 조립전극(2112a)은 전압을 인가하기 위한 제2공통전극(2130)과 복수 개의 스위치(2131)를 통해 연결된다. 하나의 스위치(2131)에 대응하여 하나의 제1 조립전극(2112a)이 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서 복수 개의 제1 조립전극(2112a)에 선택적으로 전압을 인가할 수 있다.
- [0216] 또한 상기 제1 공통전극(2120)과 상기 제2 공통전극(2130)에 전압을 인가하기 위한 전원장치(2140)가 추가로 위치할 수 있다. 한편 도 21은 본 발명의 조립기관(2110)의 조립전극들에 전압을 인가하기 위한 기본적인 모식도이며, 명확히 동일할 구성일 필요는 없으며, 당업자가 이해 가능한 수준에서 일부 변경 또는 삭제할 수 있다.
- [0217] 도 21에 도시된 바와 같은 조립기관(2110)에 전압을 인가하는 구성을 통해, 복수 개 배치되는 제1 조립전극(2112a) 및 제2 조립전극(2114)에 대해, 선택적으로 전압의 인가가 가능하다. 상기 긴 바 형태의 조립전극(2112a)이 조립 전압을 인가하는 작업전극이라면, 상기 제2 조립전극(2114)은 그라운드 전압을 인가하는 기준전극과 연결될 수 있다. 즉, 짧은 바 형태의 제1 조립전극(2112b)이 기준전극이 된다. 반대로, 상기 긴 바 형태의 조립전극(2112a)이 그라운드 전압을 인가하는 기준전극이라면, 상기 제2 조립전극(2114)은 조립 전압을 인가하는 작업전극과 연결될 수 있다. 즉, 짧은 바 형태의 제1 조립전극(2112b)이 작업전극이 된다.
- [0218] 이를 통해 결국, 상기 조립기관(2110)은 전압이 인가되는 X축 및 Y축에 대응하는 조립 홈에만 반도체 발광 소자를 조립할 수 있다. 예를 들어 상기 공통전극들(2120, 2130)과 연결되는 모든 스위치(2121, 2131)가 닫히는 경우, 상기 조립기관(2110)의 모든 조립 홈에 반도체 발광 소자가 조립될 수 있다. 또한 상기 공통전극들(2120, 2130)과 연결되는 모든 스위치(2121, 2131)가 열리는 경우, 상기 조립기관(2110)의 조립 홈에는 반도체 발광 소자가 조립되기 어렵다. 또한 특정 X축 및 Y축에 대응하는 일부의 조립 홈에만 반도체 발광 소자가 조립되도록 스위치 및 전압을 제어할 수도 있다. 즉, 본 발명의 조립기관은 패시브 매트릭스 구동을 할 수 있도록 조립기관의 형태를 변형한 것으로도 볼 수 있다.
- [0219] 도 22는 일반적인 조립기관에서 조립되는 반도체 발광 소자 및, 배선기관에 전사된 이후의 반도체 발광 소자를 나타내는 도면들이다.
- [0220] 도 22(a)는 일반적인 조립기관(2210)을 도시한다. 상기 조립기관(2210)은 한 쌍의 조립전극(2212, 2213)이 기관의 형상에 따라 복수 개 배치된다. 상기 조립전극(2212, 2213)은 전원장치(2240)에 의해 조립 전압 및 그라운드 전압이 인가된다. 또한 상기 인가 전압의 차이를 통해 전기장이 발생하고, 상기 전기장에 의해 반도체 발광 소자가 조립기관(2210)의 조립 홈에 조립될 수 있다.
- [0221] 도 22(a)는 적색(R), 녹색(G), 청색(B)을 발광하는 반도체 발광 소자들(2251, 2252, 2253)이 조립기관(2210) 상에 조립된 도면이다. 상기 반도체 발광 소자들(2251, 2252, 2253)은 하나의 단위화소를 위한 부분화소(Sub Pixel)이며, 규칙적으로 배열될 수 있다.
- [0222] 한편 한 쌍의 조립전극(2212, 2213)은 긴 바 형태로 수평으로 배열되는 바, 상기 조립전극의 배열 위치에 대응하여, 동일한 색상의 반도체 발광 소자는 도 22(a)에 도시된 바와 같이 특정한 일 방향으로 길게 배열될 수 있다.
- [0223] 한 쌍의 조립전극(2212, 2213)의 조립기관(2210) 내 배열을 하나의 라인(Line)으로 표현하면, 해당 라인에 위치

하는 조립 홈들은 동시에 반도체 발광 소자들이 조립된다. 즉, 상기 라인에서 시간을 달리하여 각각의 조립 홈들에 별도의 반도체 발광 소자를 조립하기는 어렵다.

- [0224] 또한 조립 과정에서 해당 라인의 특정 조립 홈에서 불량의 반도체 발광 소자가 조립되는 경우, 상기 라인의 모든 반도체 발광 소자들에 대해 재조립과정이 필요하다. 즉, 상기 라인의 조립 홈에 고정되지 않도록 하는 전압을 인가하여 모든 반도체 발광 소자들을 상기 조립 홈으로부터 탈착한 이후, 재조립공정이 수행된다. 다시 말하면, 도 22(a)의 조립기관의 경우, 동일 라인 내 개별적인 조립 홈의 위치에서 반도체 발광 소자를 리페어(Refair)하기는 어렵다.
- [0225] 따라서, 일반적으로 상기 라인에는 하나의 색상의 반도체 발광 소자들이 조립되며, 별도의 라인에서 다른 색상의 반도체 발광 소자들이 조립될 수 있다.
- [0226] 도 22(b)는 도 22(a)의 조립기관에 조립된 반도체 발광 소자들이 배선기관으로 전사된 이후의 평면도이다.
- [0227] 도 22(b)에 도시된 바와 같이, 하나의 단위화소(3250)를 이루는 반도체 발광 소자들(2251, 2252, 2253)이 배선기관(3210) 상에 규칙적으로 배열될 수 있다.
- [0228] 하지만, 단위화소(3250) 내 반도체 발광 소자들(2251, 2252, 2253)의 규칙적인 배열은 X축 또는 Y축의 일 방향으로만 배열되는 것으로 제한될 수 있다. 종래의 조립기관에서는 한 쌍의 조립전극이 X축 또는 Y축의 일 방향으로 길게 배열되는 바, 이에 상응하여, 반도체 발광 소자들도 상기 방향으로만 조립될 수 있다.
- [0229] 도 23은 본 발명의 조립기관에서 조립되는 반도체 발광 소자 및, 배선기관에 전사된 이후의 반도체 발광 소자를 나타내는 도면들이다.
- [0230] 도 23(a)는 본 발명의 조립기관(2310)을 도시한다. 도 21에 도시된 바와 유사하게, 상기 조립기관(2310)은 한 쌍의 제1 조립전극 및 상기 제1 조립전극과 교차하는 제2 조립전극이 상기 조립기관(2310) 내에서 복수 개 배치된다. 상기 제1 조립전극과 제2 조립전극의 교차 위치의 주변부로 조립 홈이 형성되는 바, 상기 교차 위치에 대응하는 제1 조립전극 및 제2 조립전극에 전압을 인가함으로써, 조립 홈에 반도체 발광 소자를 장착(또는 조립)할 수 있다. 즉, X축 및 Y축의 특정 위치에만 원하는 색상의 반도체 발광 소자를 조립할 수 있다. 예를 들어 적색(R), 녹색(G), 청색(B)을 발광하는 반도체 발광 소자들(2251, 2252, 2253)은 일직선 상이 아닌, 도 23(a)에 도시된 바와 같이, 일 평면 상에 배치될 수 있다.
- [0231] 또한, 긴 바 형태의 제1 조립전극을 하나의 라인(Line)으로 표현하면, 상기 라인에는 복수 개의 조립 홈이 중첩되며, 상기 라인에서 시간을 달리하여 각각의 조립 홈들에 반도체 발광 소자를 조립할 수 있다. 따라서 동일한 라인에 색상을 달리하는 반도체 발광 소자들을 조립할 수 있다.
- [0232] 또한 조립 과정에서 해당 라인의 특정 조립 홈에서 불량의 반도체 발광 소자가 조립되는 경우, 불량이 발생한 상기 특정 조립 홈의 반도체 발광 소자에 대해서만 재조립할 수 있다. 예를 들어 상기 조립 홈에 해당하는 제1 조립전극 및 제2 조립전극에 전압을 인가하는 것이 가능한 바, 먼저 상기 조립 홈으로부터 불량의 반도체 발광 소자를 탈착한 후, 이후 새로운 반도체 발광 소자를 장착할 수 있다. 즉 도 23의 조립기관의 경우, 라인 내 개별적인 조립 홈의 위치에서 반도체 발광 소자를 리페어할 수 있다.
- [0233] 또한 조립 과정에서 해당 라인의 복수 개의 조립 홈 중 일부 조립 홈에 반도체 발광 소자가 조립되지 않은 경우, 제 1조립전극 및 제2 조립전극에 전압을 재인가하여 반도체 발광 소자가 조립되도록 할 수 있다. 예를 들어, 제1 조립전극에서 작업전극은 긴 바 형태로 배치되며, 상기 기준전극은 상기 작업전극의 긴 바 형태에 대응하여, 짧은 바 형태로 복수 개 배치될 때, 상기 작업 전극에 조립 전압을 인가할 수 있다. 또한 상기 반도체 발광 소자가 조립되지 않은 일부의 조립 홈에 대응하는 제2 조립 전극에 그라운드 전압을 인가함으로써, 특정 조립 홈에 반도체 발광 소자가 조립되도록 강제할 수 있다.
- [0234] 도 23(b)는 도 23(a)의 조립기관에 조립된 반도체 발광 소자들이 배선기관으로 전사된 이후의 평면도이다.
- [0235] 도 23(b)에 도시된 바와 같이, 하나의 단위화소(3350)를 이루는 반도체 발광 소자들이 배선기관(3310)의 일평면 상에 배열될 수 있다.
- [0236] 또한 도 23(b)는 일 실시예일뿐이며, 본 발명의 조립기관을 통해 반도체 발광 소자들은 다양한 배열 형태로 배선기관에 전사될 수 있다.
- [0237] 도 24는 본 발명의 조립기관에서 조립될 수 있는 반도체 발광 소자의 배열의 다양한 실시예들이다.

- [0238] 도 24(a)는 일반적인 스트라이프(Stripe) 구조의 반도체 발광 소자의 배열이다. 도 24(a)에 도시된 바와 같이, X축 또는 Y축의 일방향으로 적색(R), 녹색(G), 청색(B)에 해당하는 각각의 반도체 발광소자들(2451a, 2452a, 2453a)을 배열할 수 있다.
- [0239] 도 24(b)는 펜타일(Pentile) 구조의 반도체 발광 소자의 배열이다. 사람의 시야는 청색(B)이나 적색(R)에 비해 녹색(G)에 더 민감하기 때문에 도 24(b)에 도시된 바와 같이, 반도체 발광소자들(2451b, 2452b, 2453b)의 배열을 조합하여 RGBG 구조를 통해 해상도의 손실을 줄일 수 있다.
- [0240] 도 24(c)는 다이아몬드 펜타일(Pentile) 구조의 반도체 발광 소자의 배열이다. 도 24(c)에 도시된 바와 같이, 반도체 발광소자들(2451c, 2452c, 2453c)의 배열을 조합하여 다이아몬드 펜타일 구조를 형성할 수 있다.
- [0241] 이처럼, 본 발명의 조립기판은 다른 색상의 반도체 발광 소자를 기판 내 임의적인 위치에 배열하는 것이 가능하다. 나아가 기판 내 효율적인 반도체 발광 소자의 배열을 통해 디스플레이 장치의 해상도, 명암비 및 휘도 등을 향상시킬 수 있다.
- [0242] 도 25는 배선기판에 전사된 반도체 발광 소자들 중 일부 영역에 불량이 발생한 경우, 본 발명의 조립기판을 리페어 기판으로 활용하여, 상기 불량 영역을 리페어하는 방법을 나타내는 평면도이다.
- [0243] 도 25(a)는 배선기판(3510)에 전사된 반도체 발광 소자들 중 일부 영역(3551a, 3552a)에 불량이 발생한 경우이다. 상기 영역(3551a, 3552a)은 적색 반도체 발광 소자 및 녹색 반도체 발광 소자가 전사되어야 하는 위치인데, 제대로 전사되지 않은 영역이다. 배선기판(3510)의 대부분 영역에 반도체 발광 소자가 잘 전사되어 있더라도, 도 25(a)와 같이 일부 영역이 불량하면, 상기 배선기판(3510)은 전체로써 불량한 기판으로 처리되어 제품화하기 어렵다. 따라서 상기 반도체 발광 소자가 전사되지 않은 불량 영역(3551a, 3552a)은 리페어 되어야 한다.
- [0244] 도 25(b)는 도 25(a)의 불량영역을 리페어하기 위해 본 발명의 조립기판(2510)을 리페어 기판으로 활용하는 도면이다. 종래의 조립기판의 경우, 기판 내 특정 위치에만 반도체 발광 소자를 조립하는 것은 어렵다. 반면, 본 발명의 조립기판의 경우 기판 내 특정위치에만 반도체 발광 소자를 조립하는 것이 가능하다. 예를 들어, 도 25(b)에 도시된 바와 같이, 도 25(a)의 불량영역(3551a, 3552a)에 대응하는 조립기판(2510)의 조립 홈에 적색의 반도체 발광 소자(2551) 및 녹색의 반도체 발광 소자(2552)가 조립될 수 있다.
- [0245] 이후, 도 25(b)의 조립기판의 반도체 발광 소자들(2551, 2552)을 도 25(a)의 배선기판으로 전사하면, 도 25(c)와 같이 배선기판(3510) 내 불량영역을 리페어할 수 있다.
- [0246] 도 26은 배선기판에 전사된 반도체 발광 소자들 중 일부 영역에 불량이 발생한 경우, 본 발명의 조립기판을 리페어 기판으로 활용하여, 상기 불량 영역을 리페어하는 방법을 나타내는 단면도이다.
- [0247] 도 26(a)는 일부 불량영역을 가지는 조립기판(2610)의 반도체 발광 소자들이 배선기판으로 전사되는 경우의 예시이다.
- [0248] 도 26(a)와 같이 반도체 발광 소자(2650)는 조립기판(2610)에 조립 또는 장착될 수 있다. 또한 상기 조립된 반도체 발광 소자(2650)를 배선기판으로 전사하기 위해 전사기판(2710)이 추가로 요구될 수 있다. 상기 전사기판(2710)은 유기물 스탬프층을 구비할 수 있다. 또한 상기 전사기판(2710)은 반도체 발광 소자(2550)에 대응하는 돌기부를 구비하여, 상기 돌기부에 반도체 발광 소자가 접촉되어 전사될 수 있다.
- [0249] 이후 상기 전사기판(2710)에 전사된 반도체 발광 소자(2650)는 접착층(3612) 및 트랜지스터(3611)가 구비된 배선기판(3610)으로 전사될 수 있다. 상기 접착층(3612)의 접착력이 전사기판(2710)의 접착력보다 우수하여, 반도체 발광 소자(2650)는 전사기판(2710)에서 배선기판(3610)으로 전사될 수 있다.
- [0250] 한편, 조립기판(2610)의 일부 조립 홈에 반도체 발광 소자가 조립되지 않은 경우, 해당영역에 대응하는 배선기판(3610)의 영역은 불량으로 남게 된다. 따라서 상기 배선기판(3610)의 불량영역에 대한 리페어가 필요하다.
- [0251] 도 26(b)는 도 26(a)의 불량영역을 리페어하기 위해 본 발명의 조립기판(2610)을 리페어 기판으로 활용하는 도면이다. 도 26(b)에 도시된 바와 같이, 도 26(a)의 불량영역에 대응하는 조립기판(2610)의 조립 홈에 반도체 발광 소자(2651)가 조립될 수 있다.
- [0252] 이후, 상기 반도체 발광 소자(2651)를 전사기판(2710)을 이용하여 배선기판(3610)에 전사한다. 이에 따라 배선기판(3610)의 불량영역에는 상기 반도체 발광 소자(2651)가 조립되고 나머지 영역은 다른 반도체 발광 소자(2650)가 기초립 되어있는 바, 상기 배선기판(3610)의 불량영역은 리페어될 수 있다.

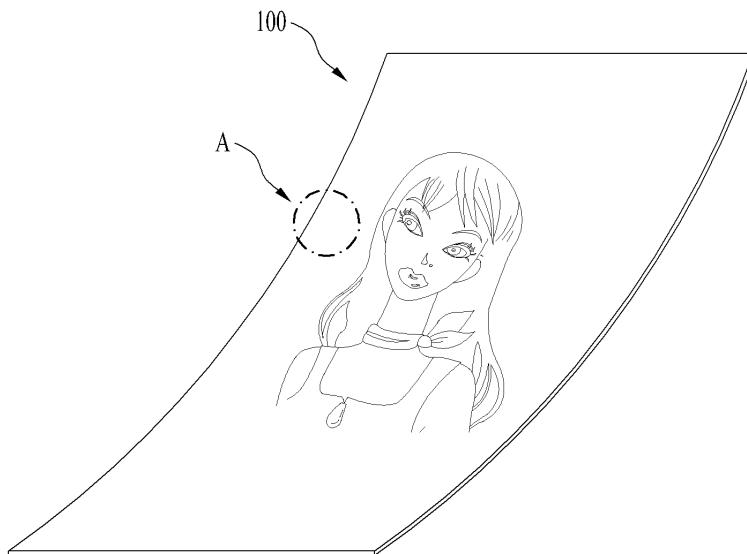
- [0253] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [0254] 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0255] 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

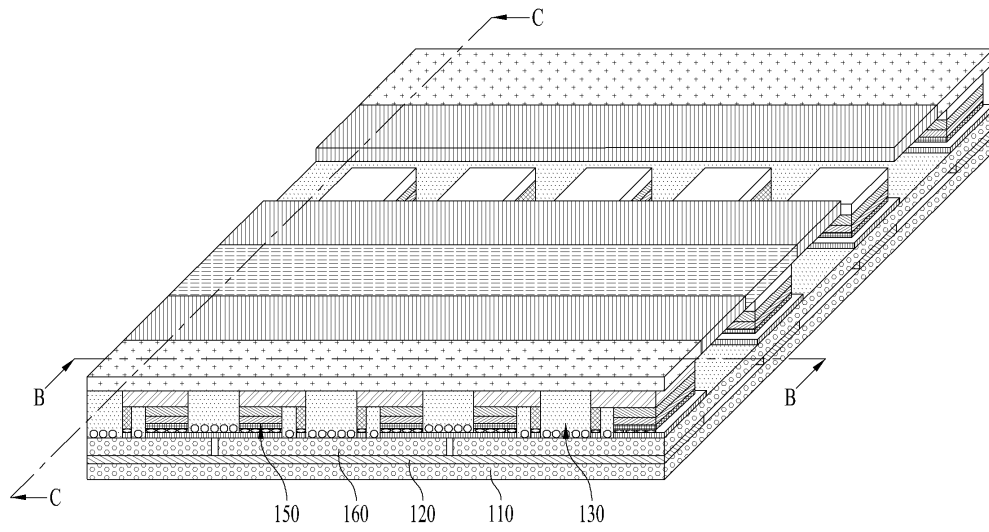
- [0256] 1511 : 기관 1512 : 제1 조립전극
1513 : 제1 절연층 1514 : 제2 조립전극
1515 : 제2 절연층 1516 : 격벽
1517 : 조립 홈 1550 : 반도체 발광 소자

도면

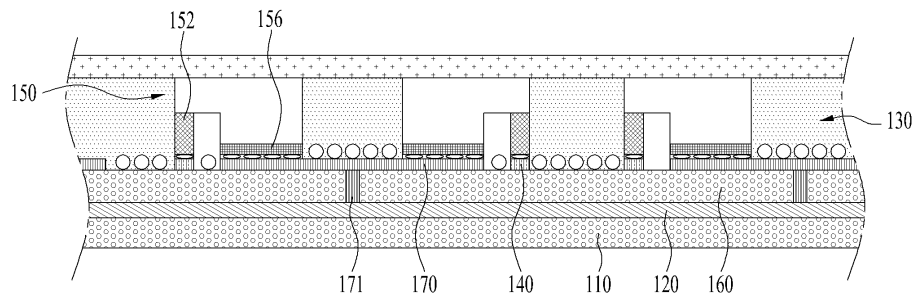
도면1



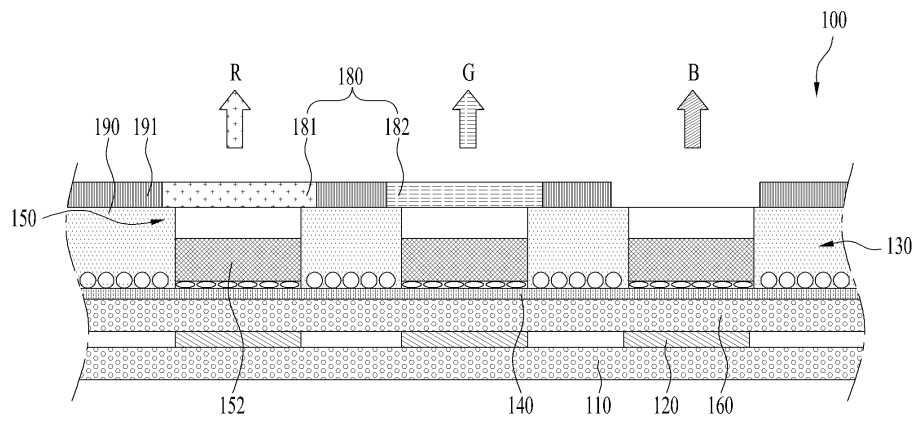
도면2



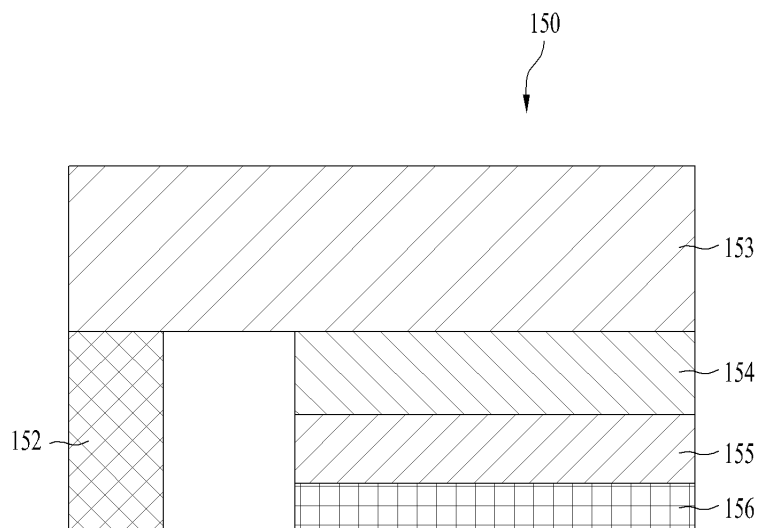
도면3a



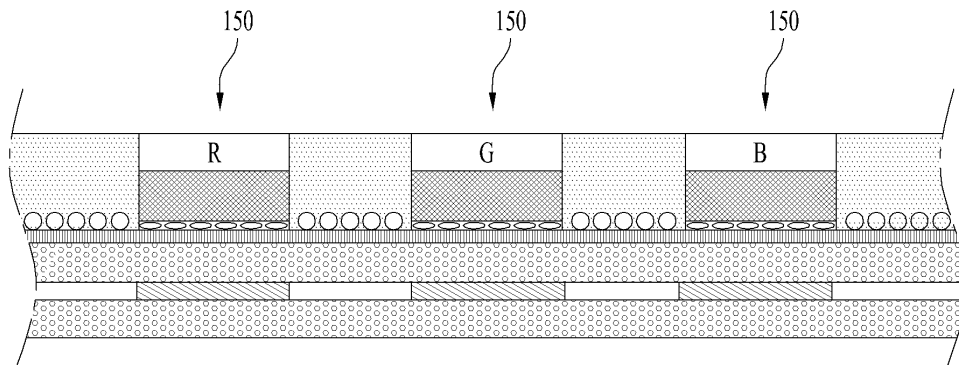
도면3b



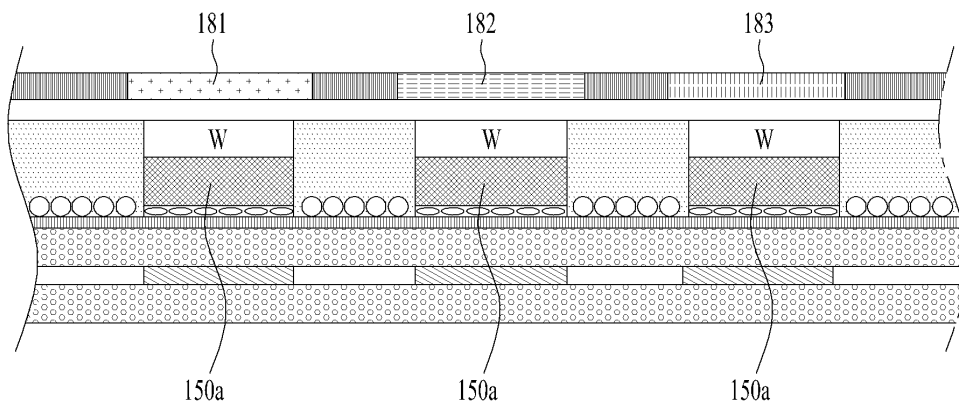
도면4



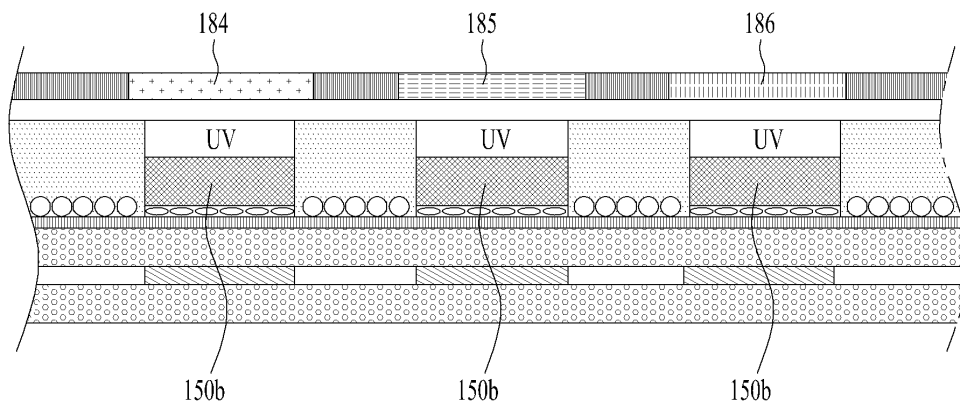
도면5a



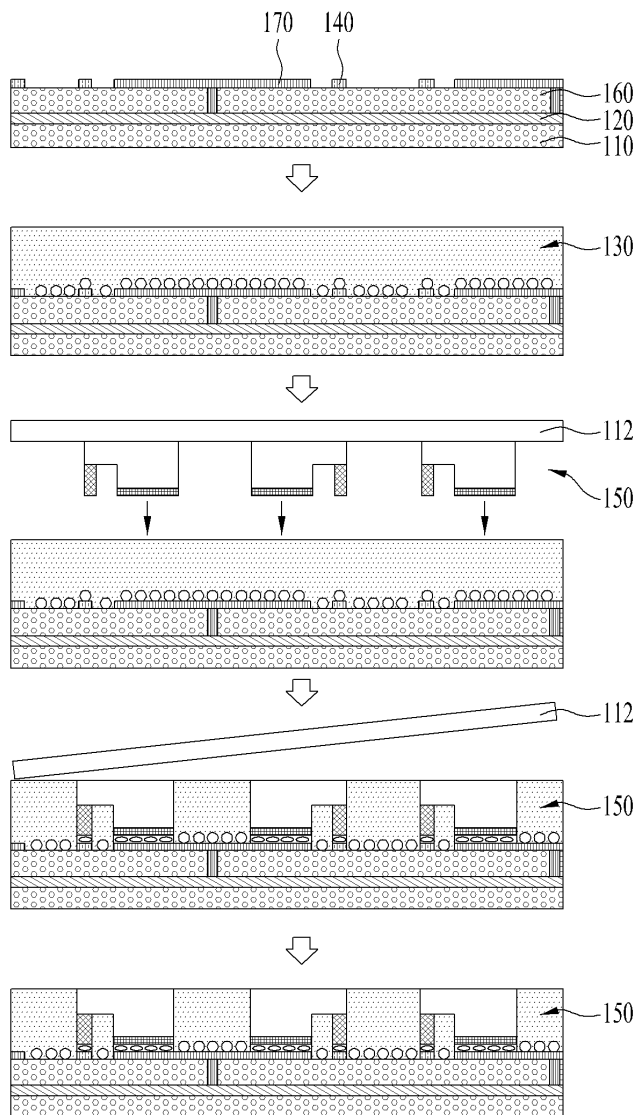
도면5b



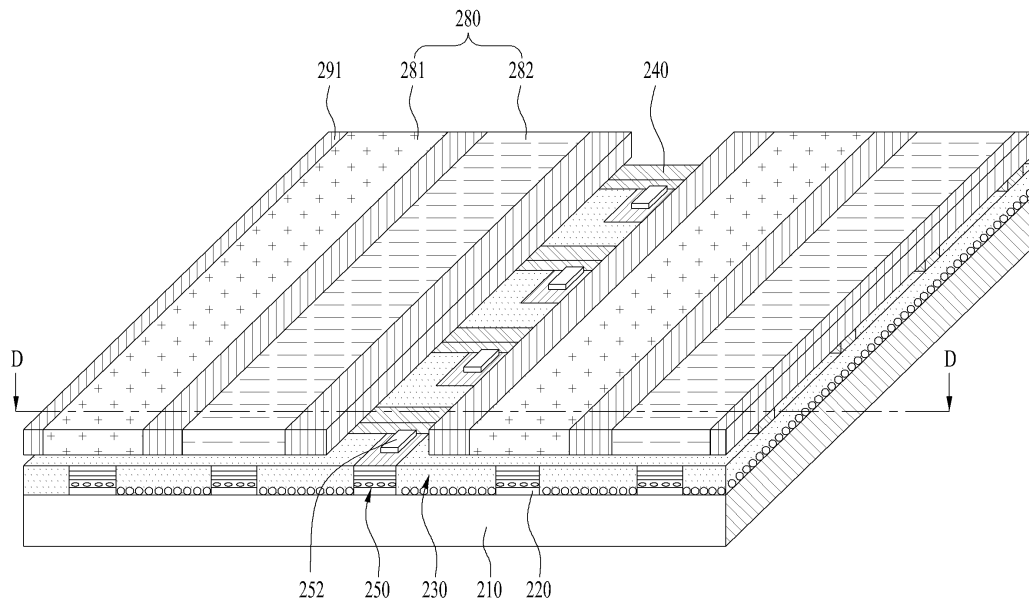
도면5c



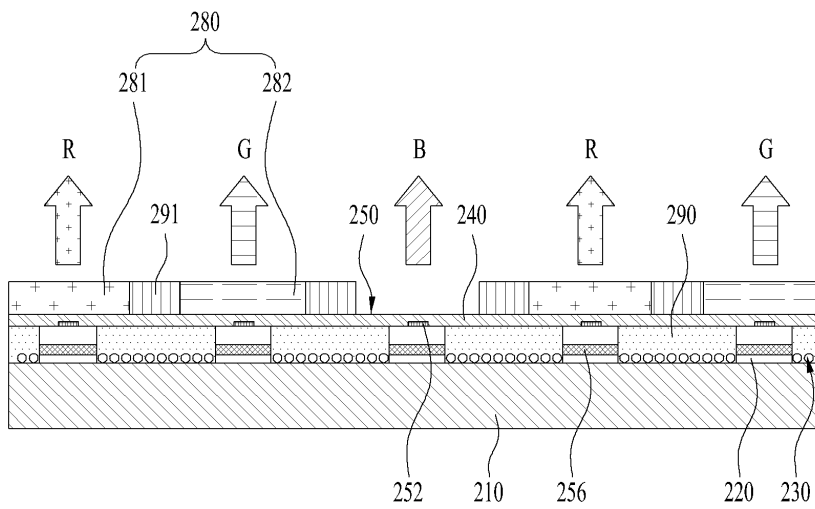
도면6



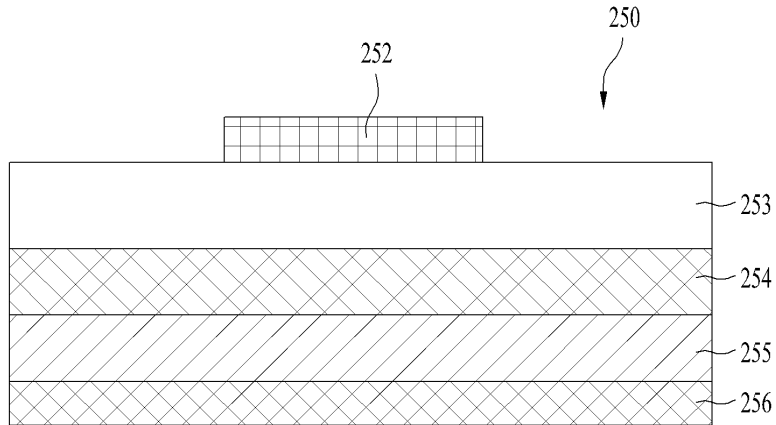
도면7



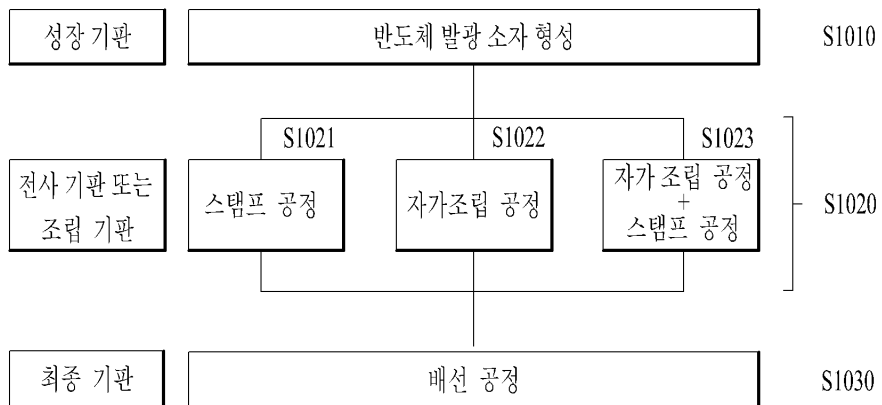
도면8



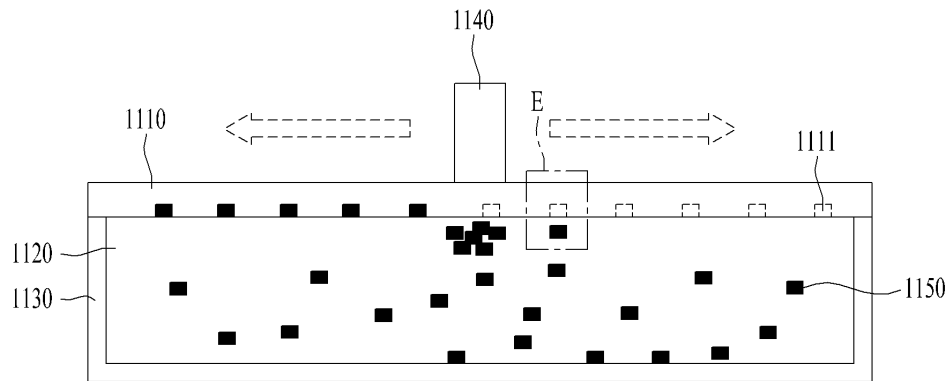
도면9



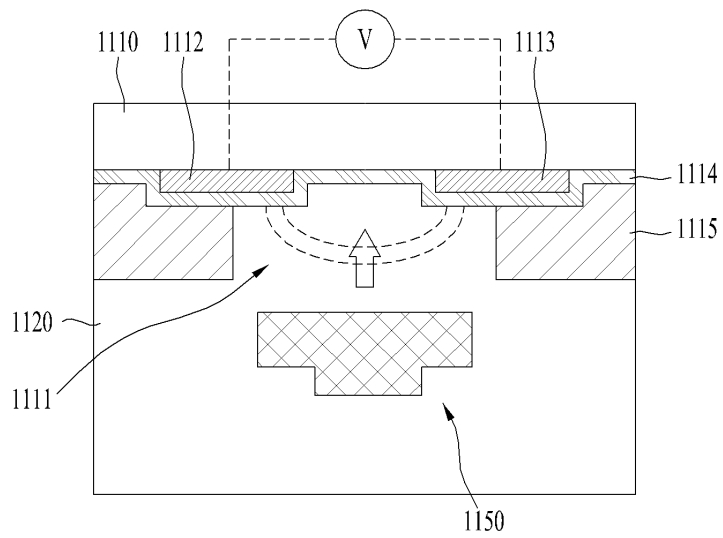
도면10



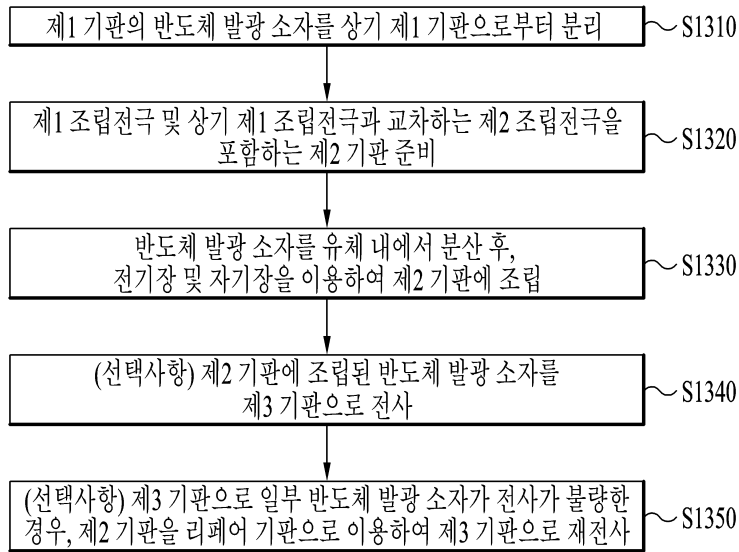
도면11



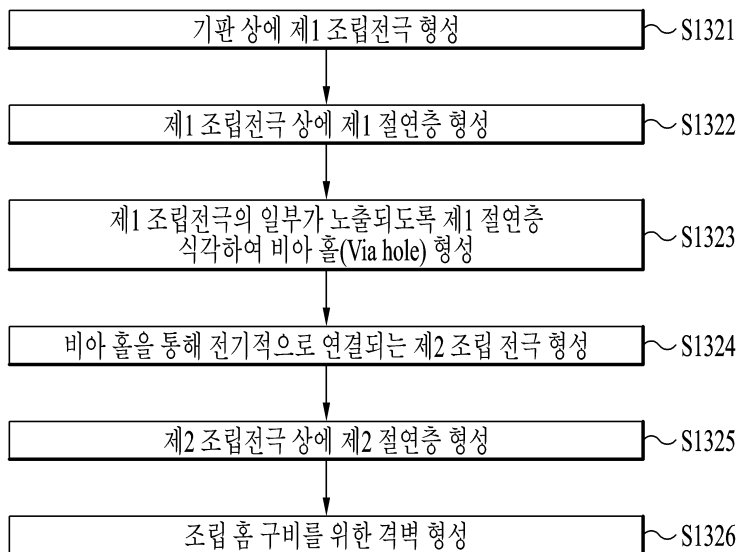
도면12



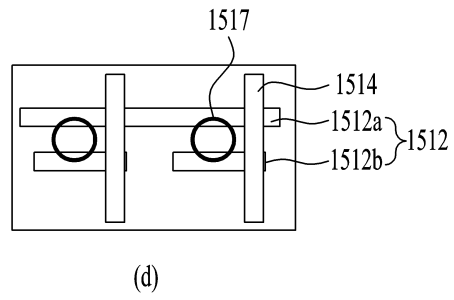
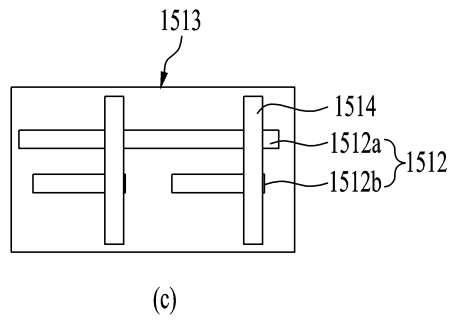
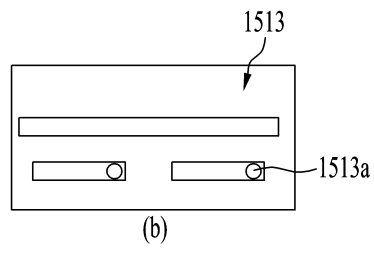
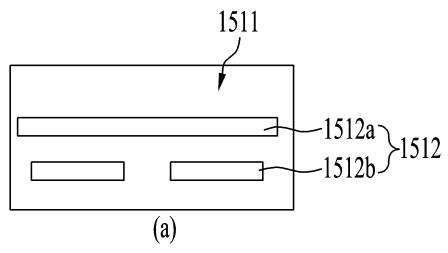
도면13



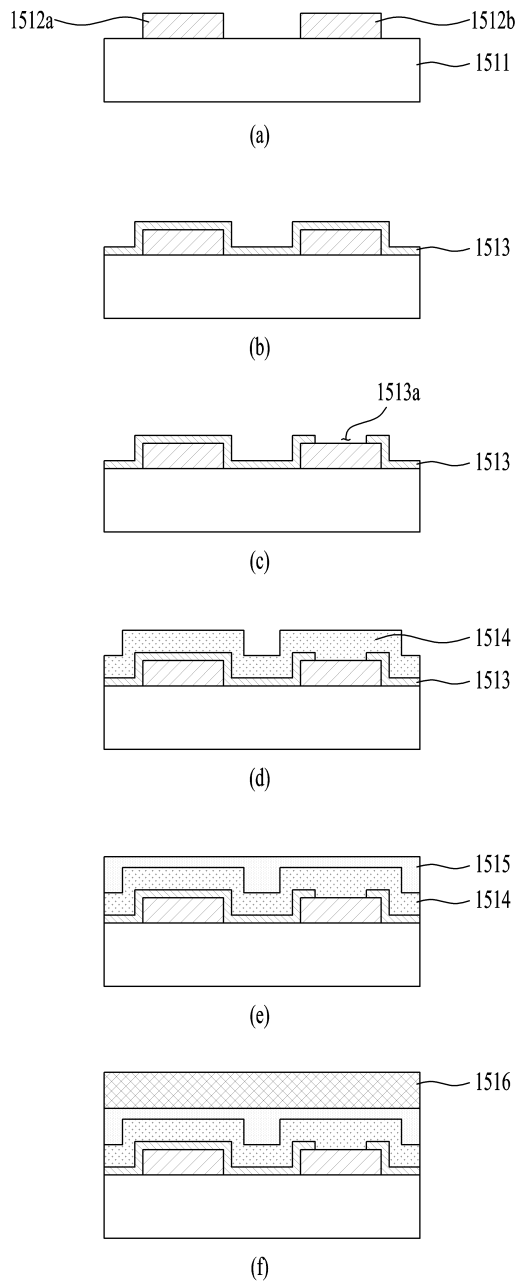
도면14



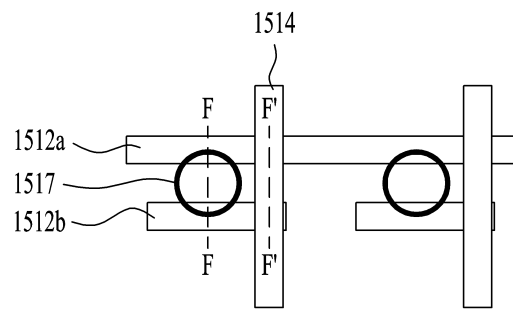
도면15



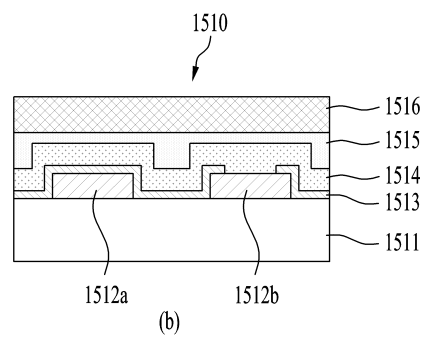
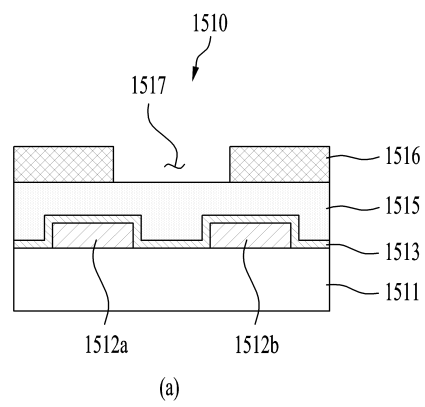
도면16



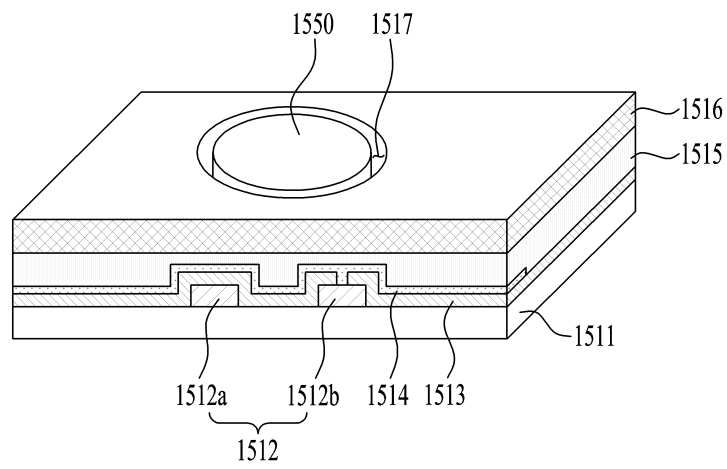
도면17



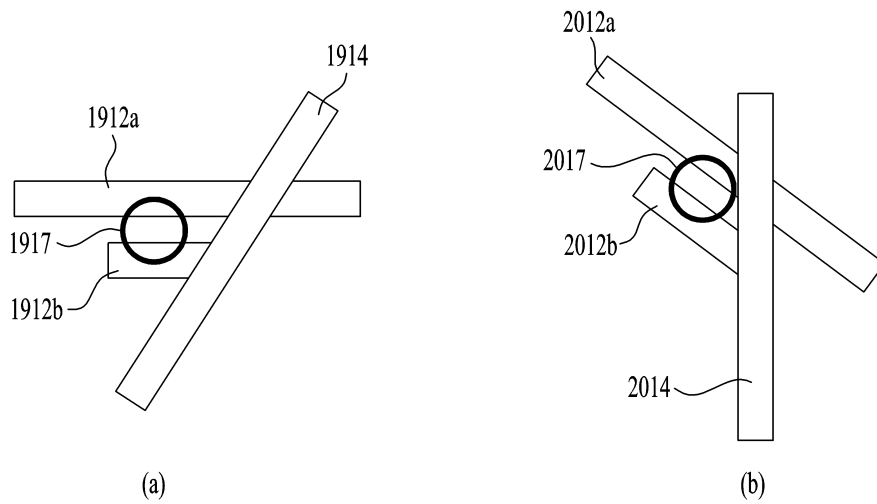
도면18



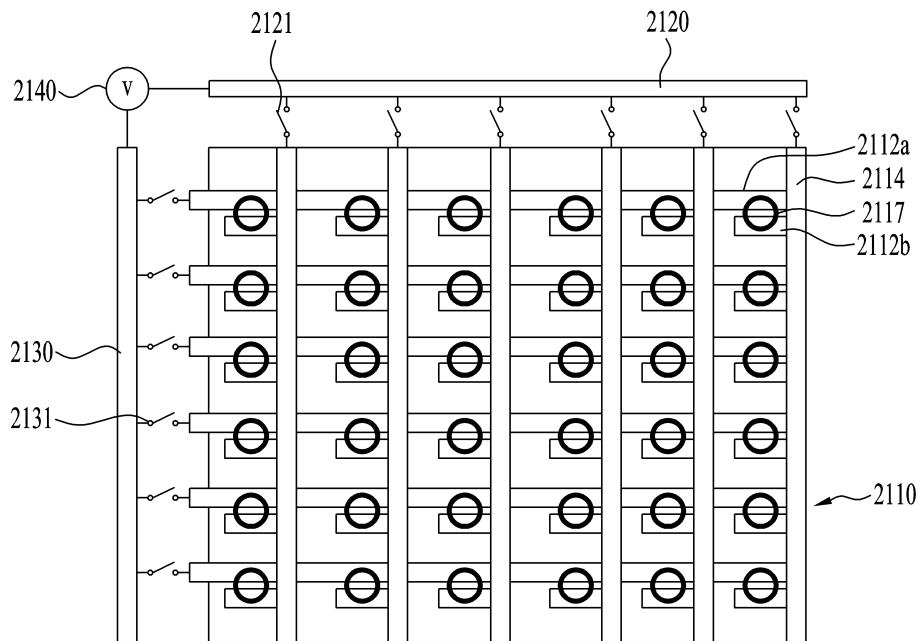
도면19



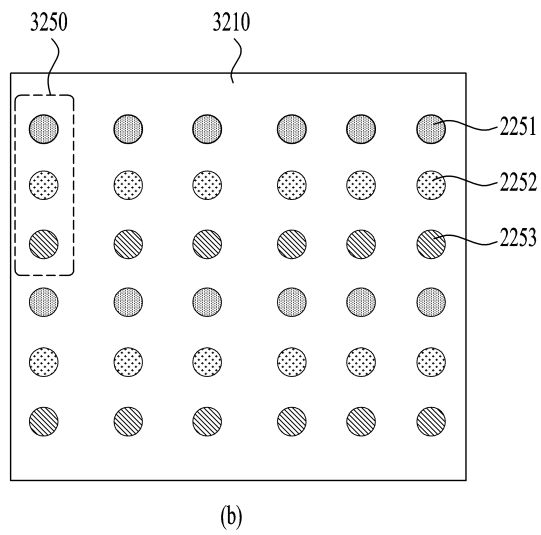
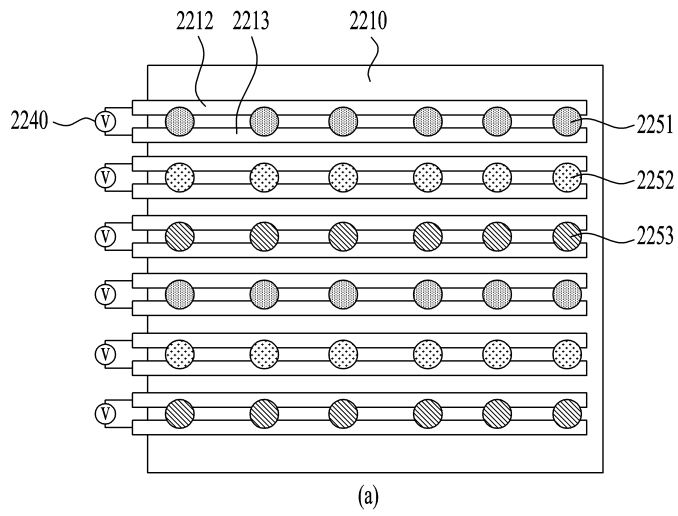
도면20



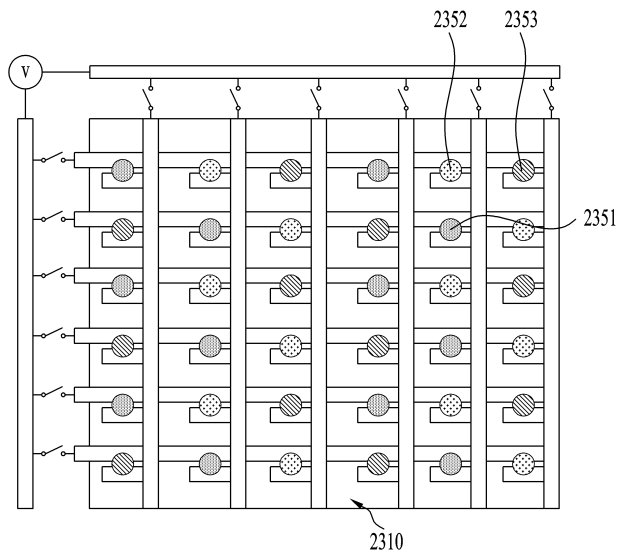
도면21



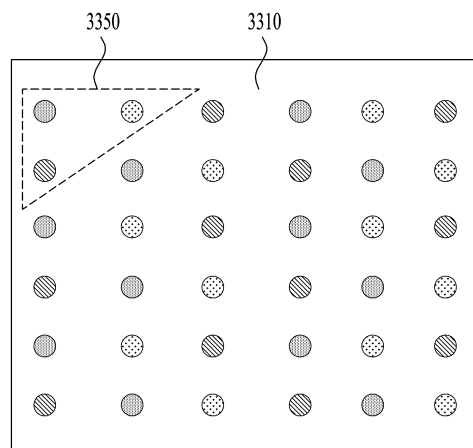
도면22



도면23

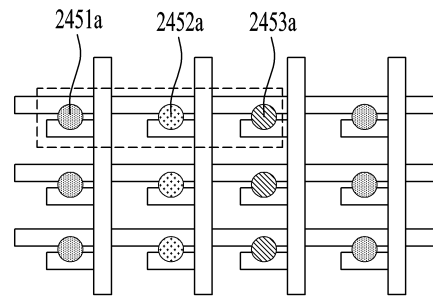


(a)

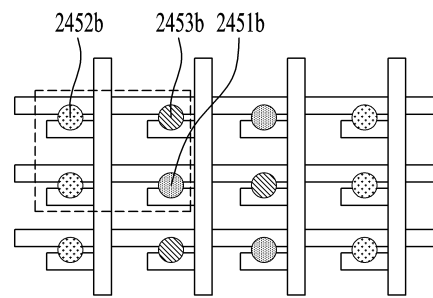


(b)

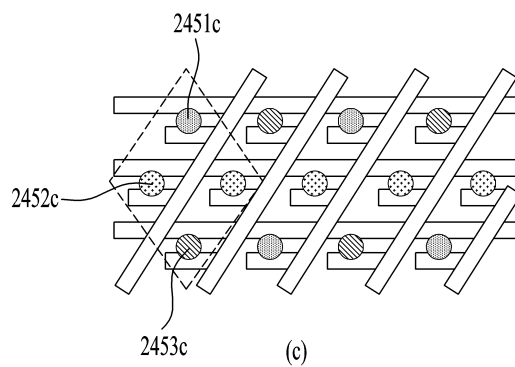
도면24



(a)

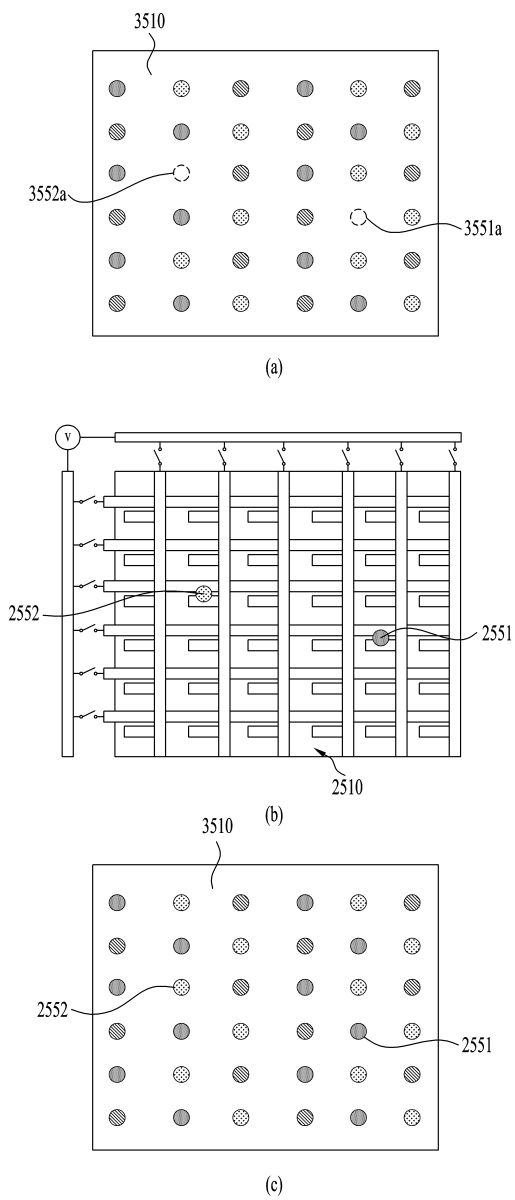


(b)

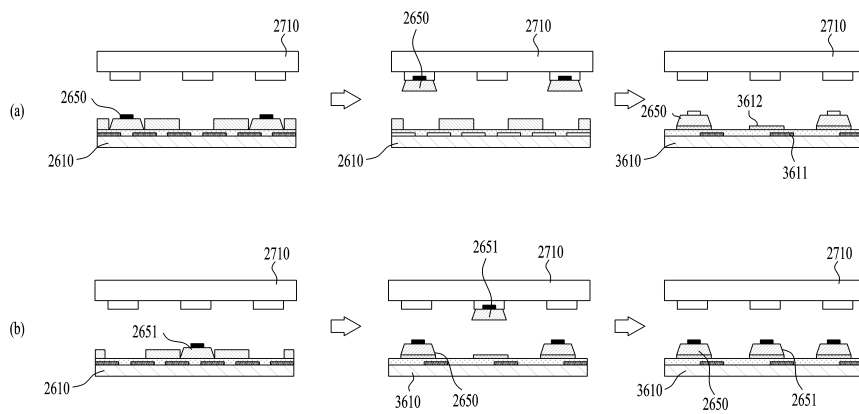


(c)

도면25



도면26



专利名称(译)	使用微型LED的显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020190118992A	公开(公告)日	2019-10-21
申请号	KR1020190121374	申请日	2019-10-01
申请(专利权)人(译)	LG电子公司		
[标]发明人	문성민 박창서		
发明人	문성민 박창서		
IPC分类号	H01L27/15 H01L21/28 H01L21/768 H01L33/00 H01L33/36		
CPC分类号	H01L27/156 H01L21/28 H01L21/76895 H01L33/0045 H01L33/36 H01L2224/0344		
代理人(译)	Gimyongin 铁干扰		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本说明书提供一种显示装置及其制造方法，该显示装置及其制造方法使用在流体中安装在组件基板上的半导体发光装置。在其上安装（组装）半导体发光器件的组装基板包括第一组装电极和与第一组装电极相交的第二组装电极。可以通过将电压施加到组装电极而产生的介电力将半导体发光器件安装在组装电极的交叉处。另外，通过使用组装基板作为修复基板，在半导体发光器件的组装或转移之后，可以修复基板中发生组装缺陷的区域。

