



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0062762
(43) 공개일자 2020년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 25/075 (2006.01) H01L 27/092 (2006.01)
H01L 33/00 (2010.01) H01L 33/48 (2010.01)
H01L 33/62 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 27/092 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0148546
(22) 출원일자 2018년11월27일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
최준희
경기도 성남시 분당구 미금로 177, 314동 402호
(구미동, 까치마을)
윤의준
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 22 항

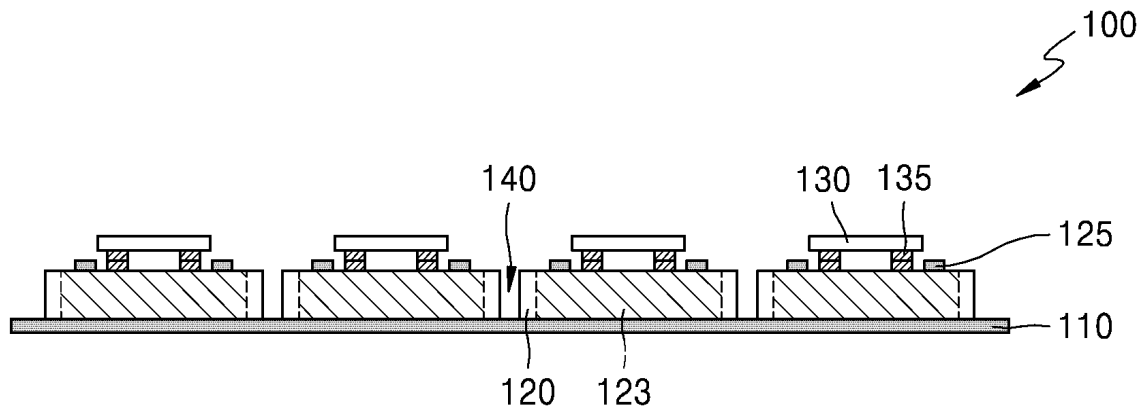
(54) 발명의 명칭 마이크로 광원 어레이, 이를 포함한 디스플레이 장치 및 디스플레이 장치의 제조 방법

(57) 요약

마이크로 광원 어레이, 이를 포함하는 디스플레이 장치 및 디스플레이 제조 방법이 개시된다.

개시된 마이크로 광원 어레이는, 각각 독립적으로 구동되는 복수 개의 서브 픽셀을 포함하는 디스플레이 장치에 채용되며, 기판에 상기 서브 픽셀에 대응하여 구비되고, 서로 이격되어 배열된 실리콘 서브 마운트와, 상기 실리콘 서브 마운트에 결합된 발광 소자 칩을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 33/005 (2013.01)

H01L 33/486 (2013.01)

H01L 33/62 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

각각 독립적으로 구동되는 복수 개의 서브 픽셀을 포함하는 디스플레이 장치의 마이크로 광원 어레이에 있어서,
 기관에 상기 서브 픽셀에 대응하여 구비되고, 트렌치에 의해 서로 이격되어 배열된 실리콘 서브 마운트;
 상기 실리콘 서브 마운트에 결합된 발광 소자 칩; 및
 상기 실리콘 서브 마운트에 구비된 구동 회로;를 포함하는 마이크로 광원 어레이.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 구동 회로가 CMOS 또는 NMOS를 포함하는 광원 어레이.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 실리콘 서브 마운트와 전기적으로 연결되는 배선을 더 포함하는 마이크로 광원 어레이.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 발광 소자 칩이 상기 실리콘 서브 마운트에 플립칩 본딩된 광원 어레이.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 이웃하는 실리콘 서브 마운트들이 가로 방향과 세로 방향에 대해 각각 상기 서브 픽셀의 피치 간격으로 이격되어 배치된 마이크로 광원 어레이.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 발광 소자 칩은 마이크로 LED를 포함하는 마이크로 광원 어레이.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 발광 소자 칩은 청색 광을 발광하는 마이크로 광원 어레이.

청구항 8

각각 독립적으로 구동되는 복수 개의 서브 픽셀을 포함하는 디스플레이 장치에 있어서,
 기관;
 상기 기관에 상기 서브 픽셀에 대응하여 구비되고, 트렌치에 의해 서로 이격되어 배열된 실리콘 서브 마운트;
 상기 실리콘 서브 마운트에 결합된 발광 소자 칩;
 상기 실리콘 서브 마운트에 구비된 구동 회로; 및
 상기 발광 소자 칩 상에 구비되어 상기 발광 소자 칩으로부터 출사된 광의 칼라를 변환하는 칼라 변환 소자;를

포함하는 디스플레이 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 구동 회로가 CMOS 또는 NMOS를 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 발광 소자 칩이 상기 실리콘 서브 마운트에 플립칩 본딩된 디스플레이 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 이웃하는 실리콘 서브 마운트들이 가로 방향과 세로 방향에 대해 각각 상기 서브 픽셀의 피치 간격으로 이격되어 배치된 디스플레이 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 발광 소자 칩은 마이크로 LED를 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 발광 소자 칩은 청색 광을 발광하는 디스플레이 장치.

청구항 14

실리콘 기판에 구동 회로를 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판에 트렌치를 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판에 발광 소자 어레이를 본딩하는 단계; 및

상기 실리콘 기판을 후면에서 상기 트렌치가 관통되도록 연마하여 서로 이격된 실리콘 서브 마운트를 형성하는 단계;를 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트를 타겟 기판에 전사하는 단계를 더 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트 사이의 가로 방향과 세로 방향 중 어느 한 방향으로 이동 소자를 삽입하고, 실리콘 서브 마운트 사이를 벌려 정렬하는 단계를 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 실리콘 서브 마운트의 세로 방향과 가로 방향 중 다른 한 방향으로 이동 소자를 삽입하고, 실리콘 서브 마운트 사이를 벌려 정렬하는 단계를 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트 사이의 제1 방향으로 이동 소자를 삽입하여 분리하는 단계를 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 방향으로 분리된 실리콘 서브 마운트들의 제2 방향으로 이동 소자를 삽입하고, 그루브를 포함하는 채널을 따라 상기 실리콘 서브 마운트를 이동시키는 단계를 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 채널이 상기 그루브의 간격이 점점 커지는 영역을 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 21

제14항에 있어서,

상기 이동 소자가 썬기형 블레이드를 포함하고, 상기 서로 이격된 실리콘 마운트 사이로 썬기형 블레이드를 삽입하고 이동시켜 실리콘 서브 마운트 사이를 벌리는 단계를 포함하는 디스플레이 제조 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 썬기형 블레이드가 상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트 사이로 진입하는 제1부분과, 상기 실리콘 서브 마운트 사이의 간격을 조절하는 제2부분을 포함하고, 상기 제2부분의 폭에 따라 실리콘 서브 마운트 사이의 피치 간격이 결정되는 디스플레이 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 예시적인 실시예는 마이크로 광원 어레이, 이를 포함한 디스플레이 장치 및 디스플레이 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 다이오드(Light emitting diode; LED)는 저전력 사용과 친환경적이라는 장점이 있다. 이러한 장점 때문에 산업적인 수요가 증대되고 있다. LED는 조명 장치나 LCD 백라이트용으로 뿐만 아니라 LED 디스플레이 장치에도 적용되고 있다. 즉, 마이크로 단위의 LED 칩을 사용하는 디스플레이 장치가 개발되고 있다. 마이크로 LED 디스플레이 장치를 제작하는데 있어서, 마이크로 LED를 기판에 전사하는 것이 필요하다. 마이크로 LED를 전사하는 방법으로 픽 앤 플레이스(pick and place) 방법이 많이 사용되고 있다. 하지만, 이러한 방법은 마이크로 LED의 크기가 작아지고 디스플레이의 사이즈가 커짐에 따라 생산성이 저하된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 다양한 실시예는 실리콘 서브 마운트에 정렬된 마이크로 광원 어레이를 제공한다.

[0004] 다양한 실시예는 실리콘 서브 마운트에 정렬된 마이크로 광원 어레이를 포함하는 디스플레이 장치를 제공한다.

[0005] 다양한 실시예는 디스플레이 장치의 제조 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 실시예에 따르면, 각각 독립적으로 구동되는 복수 개의 서브 픽셀을 포함하는 디스플레이 장치의 마이크로

광원 어레이에 있어서, 기판에 상기 서브 픽셀에 대응하여 구비되고, 트렌치에 의해 서로 이격되어 배열된 실리콘 서브 마운트; 상기 실리콘 서브 마운트에 결합된 발광 소자 칩; 및 상기 실리콘 서브 마운트에 구비된 구동 회로;를 포함한다.

- [0007] 상기 구동 회로가 CMOS 또는 NMOS를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 실리콘 서브 마운트와 전기적으로 연결되는 배선을 더 포함할 수 있다. 상기 발광 소자 칩이 상기 실리콘 서브 마운트에 플립칩 본딩될 수 있다.
- [0009] 상기 이웃하는 실리콘 서브 마운트들이 가로 방향과 세로 방향에 대해 각각 상기 서브 픽셀의 피치 간격으로 이격되어 배치될 수 있다.
- [0010] 상기 발광 소자 칩은 마이크로 LED를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 발광 소자 칩은 청색 광을 발광할 수 있다.
- [0012] 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 장치는, 각각 독립적으로 구동되는 복수 개의 서브 픽셀을 포함하는 디스플레이 장치에 있어서, 기판; 상기 기판에 상기 서브 픽셀에 대응하여 구비되고, 트렌치에 의해 서로 이격되어 배열된 실리콘 서브 마운트; 상기 실리콘 서브 마운트에 결합된 발광 소자 칩; 상기 실리콘 서브 마운트에 구비된 구동 회로; 및 상기 발광 소자 칩 상에 구비되어 상기 발광 소자 칩으로부터 출사된 광의 칼라를 변환하는 칼라 변환 소자;를 포함한다. 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 제조 방법은,
- [0013] 실리콘 기판에 구동 회로를 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판에 트렌치를 형성하는 단계; 상기 실리콘 기판에 발광 소자 어레이를 본딩하는 단계; 및 상기 실리콘 기판을 후면에서 상기 트렌치가 관통되도록 연마하여 서로 이격된 실리콘 서브 마운트를 형성하는 단계;를 포함한다.
- [0014] 상기 디스플레이 제조 방법은, 상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트를 타겟 기판에 전사하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 디스플레이 제조 방법은, 상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트 사이의 가로 방향과 세로 방향 중 어느 한 방향으로 이동 소자를 삽입하고, 실리콘 서브 마운트 사이를 벌려 정렬하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 디스플레이 제조 방법은, 상기 실리콘 서브 마운트의 세로 방향과 가로 방향 중 다른 한 방향으로 이동 소자를 삽입하고, 실리콘 서브 마운트 사이를 벌려 정렬하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 디스플레이 제조 방법은, 상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트 사이의 제1 방향으로 이동 소자를 삽입하여 분리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 디스플레이 제조 방법은, 상기 제1 방향으로 분리된 실리콘 서브 마운트들의 제2 방향으로 이동 소자를 삽입하고, 그루브를 포함하는 채널을 따라 상기 실리콘 서브 마운트를 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 채널이 상기 그루브의 간격이 점점 커지는 영역을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 디스플레이 제조 방법은, 상기 이동 소자가 췌기형 블레이드를 포함하고, 상기 서로 이격된 실리콘 마운트 사이로 췌기형 블레이드를 삽입하고 이동시켜 실리콘 서브 마운트 사이를 벌리는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 췌기형 블레이드가 상기 서로 이격된 실리콘 서브 마운트 사이로 진입하는 제1부분과, 상기 실리콘 서브 마운트 사이의 간격을 조절하는 제2부분을 포함하고, 상기 제2부분의 폭에 따라 실리콘 서브 마운트 사이의 피치 간격이 결정될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 일 실시예에 따른 마이크로 광원 어레이는 실리콘 서브 마운트에 마이크로 광원이 결합된 구조를 가지므로 대면적 실리콘 기판을 이용하여 대면적으로 제작 가능하다.
- [0022] 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 제조 방법은 실리콘 서브 마운트에 마이크로 광원을 결합하여 효율적으로 디스플레이 장치를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일 실시예에 따른 마이크로 광원 어레이를 도시한 것이다.

도 2는 일 실시예에 따른 마이크로 광원 전사 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 3 내지 도 12는 일 실시예에 따른 마이크로 광원 어레이의 제조 방법을 나타낸 것이다.

도 13은 내지 도 16은 일 실시예에 따른 마이크로 광원 전사 방법을 나타낸 것이다.

도 17 내지 도 19는 다른 실시예에 따른 마이크로 광원 전사 방법을 나타낸 것이다.

도 20 및 도 21은 도 13에서 블레이드를 이용하여 마이크로 광원을 이송하는 것을 나타낸 것이다.

도 22는 도 13에서 한 쌍의 블레이드를 이용하여 마이크로 광원을 이송하는 것을 나타낸 것이다.

도 23은 도 13에서 홀더를 이용하여 마이크로 광원을 이송하는 것을 나타낸 것이다.

도 24는 도 13에서 와이어를 이용하여 마이크로 광원을 이송하는 것을 나타낸 것이다.

도 25는 도 13에서 한 쌍의 와이어를 이용하여 마이크로 광원을 이송하는 것을 나타낸 것이다.

도 26 및 도 27은 다른 실시예에 따른 마이크로 광원 전사 방법을 나타낸 것이다.

도 28은 타겟 기판에 마이크로 광원이 전사되고, 평탄화 공정에 의해 평탄화된 상태를 나타낸 것이다.

도 29는 도 28에 도시된 구조에 배선 공정이 이루어진 상태를 나타낸 것이다.

도 30은 일 실시예에 따른 디스플레이 장치를 나타낸 것이다.

도 31은 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치의 제조 방법을 나타낸 것이다.

도 32는 또 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치의 제조 방법을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 다양한 실시예에 따른 마이크로 광원 어레이, 이를 포함한 디스플레이 장치 및 디스플레이 장치의 제조 방법에 대해 상세히 설명한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 이 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0025] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 도면에서 각 구성요소의 크기나 두께는 설명의 명료성을 위하여 과장되어 있을 수 있다. 또한, 소정의 물질층이 기판이나 다른 층 상에 존재한다고 설명될 때, 그 물질층은 기판이나 다른 층에 직접 접하면서 존재할 수도 있고, 그 사이에 다른 제3의 층이 존재할 수도 있다. 그리고, 아래의 실시예에서 각 층을 이루는 물질은 예시적인 것이므로, 이외에 다른 물질이 사용될 수도 있다.
- [0026] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 마이크로 광원 어레이의 개략적인 구조를 보이는 단면도이다.
- [0027] 마이크로 광원 어레이(100)는 각각 독립적으로 구동되는 복수 개의 서브 픽셀을 포함하는 디스플레이 장치에 채용될 수 있다. 디스플레이 장치에서 서브 픽셀은 서로 다른 칼라 광이 출사되는 단위를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 장치는 적색 광을 표시하는 제1 서브 픽셀, 녹색 광을 표시하는 제2 서브 픽셀, 청색 광을 표시하는 제3 서브 픽셀을 포함할 수 있다. 제1 내지 제3 서브 픽셀이 하나의 픽셀을 구성할 수 있다. 픽셀은 예를 들어, 제1 내지 제3 서브 픽셀의 조합에 의해 칼라 영상을 표시할 수 있다. 마이크로 광원 어레이(100)는 베이스(110)에 서브 픽셀에 대응되게 구비된 실리콘 서브 마운트(120)와, 실리콘 서브 마운트(120)에 구비된 구동 회로(123)와, 실리콘 서브 마운트(120)에 결합된 발광 소자 칩(130)을 포함할 수 있다.
- [0028] 이웃하는 실리콘 서브 마운트(120) 사이에 트랜치(140)가 구비되어, 실리콘 서브 마운트(120)가 이격되어 배열될 수 있다. 트랜치(140)는 베이스(110)가 노출되도록 형성될 수 있다. 즉, 실리콘 서브 마운트(120)는 서로 별개의 몸체로 이격되어 있다. 구동 회로(123)는 발광 소자 칩(130)을 구동하기 위한 적어도 하나의 트랜지스터와 적어도 하나의 커패시터를 포함할 수 있다. 구동 회로(123)는 CMOS(complementary metal-oxide semiconductor) 또는 NMOS(n-channel metal-oxide semiconductor)를 포함할 수 있다. 구동 회로(123)는 반도체 공정을 통해 제작될 수 있다. 본 실시예에서 발광 소자 칩(130)은 예를 들어, 청색 광을 출사하는 광원일 수 있다. 디스플레이 장치는 발광 소자 칩(130)에서 출사된 청색 광의 칼라를 변환하는 칼라 변환 소자를 구비하여 칼라 영상을 표시

할 수 있다. 이에 대해서는 후술하기로 한다.

- [0029] 베이스(110)는 본 실시예의 마이크로 광원 어레이(100)가 채용되는 디스플레이 장치의 타겟 기관, 예를 들어 디스플레이 장치의 백플레인(back plane)을 위한 기관일 수 있고, 또는 마이크로 광원을 고정 지지하기 위한 지지판일 수 있다. 또는, 베이스(110)가 마이크로 광원을 타겟 기관에 전사하기 위한 이동부일 수 있다. 베이스(110)는 이 밖에도 다양한 장치에 적용될 수 있다.
- [0030] 도 2는 예시적인 실시예에 따른 마이크로 광원 어레이 제조 방법을 나타낸 것이다.
- [0031] 실리콘 기관에 반도체 공정을 통해 구동 회로를 형성할 수 있다(S10). 구동 회로는 앞서 설명한 바와 같이 발광 소자 칩을 구동하기 위한 회로일 수 있다. 그리고, 실리콘 기관에 트랜치를 형성할 수 있다(S20). 여기서, 트랜치는 실리콘 기관을 관통하지 않고 소정 깊이를 가지고 형성될 수 있다. 실리콘 기관에 발광 소자 칩이 배열된 발광 소자 어레이를 본딩한다(S30). 그리고, 실리콘 기관을 후면에서 연마하여 트랜치가 실리콘 기관을 관통하여 형성되도록 한다(S40).
- [0032] 이하에서, 예시적인 마이크로 광원 어레이 제조 방법을 상세히 설명한다. 도 3을 참조하면, 실리콘 기관(201)에 구동 회로(205)를 형성할 수 있다. 구동 회로(205)는 예를 들어, 적어도 하나의 트랜지스터와 적어도 하나의 커패시터를 포함할 수 있다. 또는, 구동 회로(205)는 CMOS(complementary metal-oxide semiconductor) 또는 NMOS(n-channel metal-oxide semiconductor)를 포함할 수 있다. 구동 회로(205)는 반도체 공정을 통해 제작될 수 있다.
- [0033] 도 4를 참조하면, 구동 회로(205)에 대응하여 컨택 패드(207)가 구비될 수 있다. 컨택 패드(207)는 후술할 디스플레이 장치를 위한 능동 매트릭스 회로와 접속될 수 있다. 컨택 패드(207)은 하나 이상의 층을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 금속, 전도성 산화물 및 전도성 중합체들을 포함한 다양한 전도성 재료로 형성될 수 있다.
- [0034] 또한, 구동 회로(205)에 본딩 패드(210)가 구비될 수 있다. 본딩 패드(210)는 후술할 마이크로 광원을 연결하기 위해 구비될 수 있다.
- [0035] 도 5를 참조하면, 실리콘 기관(201)에 트랜치(220)를 형성할 수 있다. 트랜치(220)는 예를 들어, 딥 RIE(deep reactive ion etching) 공정을 통해 형성될 수 있다. 트랜치(220)에 의해 서로 이격된 실리콘 서브 마운트(225)가 형성될 수 있다. 트랜치(220)는 실리콘 서브 마운트(225)의 두께를 결정할 수 있다. 예를 들어, 트랜치(220)는 20 μ m 이하의 깊이를 가질 수 있다.
- [0036] 도 6을 참조하면, 기관(231)에 발광 소자 칩(235)을 형성할 수 있다. 발광 소자 칩(235)은 복수 개의 층을 포함할 수 있다. 발광 소자 칩(235)은 예를 들어, 도핑되지 않은(undoped) GaN/n-GaN/MQW(multi quantum well)/p-GaN층을 포함할 수 있다. 하지만, 이는 일 예일 뿐이고 다양한 실시예가 가능하다. 기관(231)은 예를 들어, 사파이어, SiC, Si, GaAs, GaN, ZnO, Si, GaP, InP, Ge, 및 Ga₂O₃ 중 적어도 어느 하나로 형성될 수 있다. 발광 소자 칩(235)은 하나의 칼라 광을 출사하는 동일한 구조를 가질 수 있다. 발광 소자 칩(235)은 예를 들어, 청색 광을 조사하는 LED일 수 있다. 이와 같이 발광 소자 칩을 하나의 칼라 광을 조사하는 단일 칩으로 구성하는 경우, 발광 소자 칩의 수율을 높일 수 있고, 마이크로 광원의 전사 효율도 높일 수 있다. 다시 말하면, 복수 칼라 광의 발광 소자 칩을 이용하는 경우, 다른 칼라 광의 발광 소자 칩을 각각 제조해야 해야 하므로, 제조 공정이 복잡할 수 있다. 그리고, 다른 칼라 광의 발광 소자 칩을 전사하는 경우, 전사 과정이 칼라 광마다 따로 이루어져야 하므로 전사 효율이 저하된다. 또한, 다른 칼라 광의 발광 소자 칩을 사용하는 경우, 발광 소자 칩의 사이즈가 칼라마다 다를 수 있으므로 발광 소자 칩을 전사할 때, 피치 간격을 조절하는 것이 어려울 수 있다. 이에 비해, 하나의 칼라 광을 조사하는 발광 소자 칩을 이용하는 경우 전사 과정을 크게 줄일 수 있다.
- [0037] 도 7을 참조하면, 발광 소자 칩(235)에 전극(240)을 형성할 수 있다. 전극(240)은 알루미늄, 몰리브덴, 티타늄, 텅스텐, 은, 또는 금, 또는 그것의 합금과 같은 금속을 포함할 수 있다. 또는, 전극(240)은 ITO, IZO, ZnO, 또는 In₂O₃ 등의 투명 도전성 산화물(TCO), 카본 나노 튜브 필름 또는 투명한 도전성 폴리머와 같은 도전성 물질을 포함하는 투명 도전층을 포함할 수 있다.
- [0038] 도 8을 참조하면, 기관(231)을 뒤집어서 발광 소자 칩(235)이 도 5에 도시된 실리콘 서브 마운트(225)와 마주보도록 정렬할 수 있다. 그리고, 발광 소자 칩(235)과 실리콘 서브 마운트(225)를 결합할 수 있다. 예를 들어, 발광 소자 칩(235)과 실리콘 서브 마운트(225)는 플립칩 본딩될 수 있다.
- [0039] 도 9를 참조하면, 발광 소자 칩(235)으로부터 기관(231)을 제거한다. 기관(231)은 레이저 리프트 오프(laser

lift off) 또는 기계적 리프트 오프(mechanical lift off) 방법에 의해 제거될 수 있다.

- [0040] 그런 다음, 도 10에 도시된 바와 같이, 접착층(250)이 구비된 핸들링 웨이퍼(255)를 도 9에 도시된 발광 소자 칩(235)에 부착할 수 있다. 그리고, 도 11에 도시된 바와 같이 실리콘 기판(201)을 후면에서부터 연마하여 트랜치(220)가 관통하도록 할 수 있다. 그럼으로써, 실리콘 서브 마운트(225)가 서로 분리될 수 있다. 도 12를 참조하면, 실리콘 서브 마운트(225)를 테입(260)에 결합하고, 핸들링 기판(255)을 제거할 수 있다. 테입(260)은 실리콘 서브 마운트(225)들의 배열이 흐트러지지 않도록 고정 지지해 주고, 필요에 따라 쉽게 제거될 수 있는 재질로 형성될 수 있다. 본 실시예에서 실리콘 서브 마운트(225)와, 이에 대응하는 발광 소자 칩(235)을 포함한 구성이 마이크로 광원(265)일 수 있다. 이와 같이 하여, 마이크로 광원 어레이(270)를 제작할 수 있다.
- [0041] 도 13에 도시된 바와 같이 마이크로 광원 어레이(270)가 베이스(280)에 전사될 수 있다. 마이크로 광원 어레이(270)는 테입(260)에 탑재된 채로 전체가 베이스(280)에 전사될 수 있다. 베이스(280)는 마이크로 광원 어레이(270)가 탑재될 타겟 기판일 수 있다. 이와 같이 마이크로 광원 어레이(270)를 전체적으로 베이스(280)에 전사하고, 마이크로 광원(265)을 원하는 간격으로 벌릴 수 있다. 마이크로 광원(265) 사이의 간격을 벌리는 방법은 다양할 수 있다.
- [0042] 도 14를 참조하면, 마이크로 광원 어레이(270)에서는 마이크로 광원(265)이 nXm 매트릭스 형태로 배열될 수 있다. 도 14에서는 마이크로 광원(265)이 5X5 매트릭스 형태로 배열되어 있다. 도면에서는 편의상 마이크로 광원(265)을 단순하게 사각형으로만 도시하였다.
- [0043] 마이크로 광원 어레이(270)는 제1컬럼(271), 제2컬럼(272), 제3컬럼(273), 제4컬럼(274), 제5컬럼(275)을 포함할 수 있다. 이동 소자(277)를 이용하여 마이크로 광원 어레이(270)의 제1컬럼(271)을 제1방향(예를 들어, X 방향)으로 분리 및 이송시킬 수 있다. 여기서, 제1방향은 마이크로 광원 사이의 간격을 2차원적으로 조절할 때, 어느 한 방향을 나타낼 수 있다. 이어서, 이동 소자(277)를 이용하여 마이크로 광원 어레이(270)의 제2컬럼(272)을 분리 및 이송시킬 수 있다. 동일한 방식으로, 제3컬럼(273), 제4컬럼(274), 제5컬럼(275)을 분리 및 이송시킬 수 있다. 이웃하는 컬럼 사이의 간격은 마이크로 광원 어레이가 적용되는 장치에서 요구하는 규격에 따라 정해질 수 있다. 이와 같이 마이크로 광원 어레이(270)가 한꺼번에 타겟 기판(도 13의 280)에 전사되고, 마이크로 광원(265)들이 컬럼 단위로 분리되므로 마이크로 광원을 효율적으로 전사할 수 있고, 전사 작업 시간을 줄일 수 있다. 도 14에서는 마이크로 광원의 1차원 분리 방법을 설명하고 있다.
- [0044] 도 15는 마이크로 광원의 2차원 분리 방법을 도시한 것이다.
- [0045] 마이크로 광원(265)이 타겟 기판(280)에서 제2방향(예를 들어, Y 방향)으로 분리 및 이송될 수 있다. 여기서, 제2방향은 마이크로 광원 사이의 간격을 2차원적으로 조절할 때, 다른 한 방향을 나타낼 수 있다. 이동 소자(277)를 이용하여 제1로우(row)에 있는 마이크로 광원(265)들을 동시에 제2방향으로 이송시킬 수 있다. 이와 동일한 방식으로 제2로우, 제3로우, 제4로우, 제5로우에 있는 마이크로 광원들을 분리 및 이송시킬 수 있다. 그럼으로써, 도 16에 도시된 바와 같이 타겟 기판(280)에 마이크로 광원(275)들이 정렬될 수 있다.
- [0046] 예를 들어, $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ LED를 사용하여 60 PPI(Pixel per Inch)를 구현할 때, 서브 픽셀 사이의 피치가 대략 $420 \mu\text{m}$ 일 수 있다. 그러면, LED 광원을 전사할 때, LED 피치 간격을 대략 LED 폭의 4.2배로 벌려주면 60PPI를 구현할 수 있다. 또는, $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ LED를 사용하여 568 PPI(Pixel per Inch)를 구현할 때, 서브 픽셀 사이의 피치가 대략 $44.8 \mu\text{m}$ 일 수 있다. 그러면, LED 광원을 전사할 때, LED 피치 간격을 대략 LED 폭의 4.4배로 벌려주면 568 PPI를 구현할 수 있다.
- [0047] 도 17은 마이크로 광원의 전사 방법의 다른 예를 도시한 것이다. 도 18은 도 17의 C-C 선 단면도이다.
- [0048] 도 17을 참조하면, 마이크로 광원 전사 장치(300)는 마이크로 광원(290)이 일렬로 배열된 1차원 마이크로 광원 어레이(291)가 이동할 수 있는 채널(310)을 포함할 수 있다. 채널(310)은 마이크로 광원 어레이(291)가 초기 배열되는 제1영역(310A), 마이크로 광원 어레이(291)가 이송되는 경로를 포함하는 제2영역(310B), 마이크로 광원(290)이 소정 간격으로 벌어져 정렬되는 제3영역(310C)을 포함할 수 있다.
- [0049] 도 18을 참조하면, 채널(310)은 마이크로 광원 어레이(291)가 가이드되는 그루브를 포함할 수 있다. 1차원 마이크로 광원 어레이(291)가 채널(310)에 수용되어 채널(310)을 따라 이송될 수 있다.
- [0050] 제1영역(310A)은 마이크로 광원 어레이(291)가 이송되기 전에 채널(310)에 안착되는 영역일 수 있다. 제1영역(310A)에서는 마이크로 광원(290)이 제1방향(Y 방향)으로 제1간격(D1)으로 배열되고, 제2방향(X 방향)으로 제2

간격(D2)으로 배열될 수 있다. 제2영역(310B)은 점점 넓어지는 테이퍼 형태를 가질 수 있다. 제2영역(310B)에서는 제1방향(Y 방향)으로 채널(310) 사이 간격이 점점 넓어지도록 구성될 수 있다. 제3영역(310C)에서는 채널(310) 사이 간격이 제3간격(D3)을 가질 수 있다. 제3간격(D3)이 제1간격(D1)보다 클 수 있다. 마이크로 광원 어레이(291)가 제1영역(310A)에서 제3영역(310C)으로 이송되면 마이크로 광원(290) 사이의 간격이 제3간격(D3)으로 조절될 수 있다.

[0051] 제1 방향(Y 방향)으로 배열된 첫 번째 라인의 마이크로 광원 어레이를 이동 소자(320)를 이용하여 채널(310)을 따라 한꺼번에 이송할 수 있다. 이동 소자(320)에 의해 제1영역(310A)에서 제3영역(310C)으로 이송된 마이크로 광원 어레이는 마이크로 광원 사이의 간격이 제3간격(D3)으로 증가될 수 있다. 이어서, 제1 방향(Y 방향)으로 배열된 두 번째 라인의 마이크로 광원 어레이를 이동 소자(320)를 이용하여 채널(310)을 따라 한꺼번에 이송할 수 있다. 순서대로 n 번째 마이크로 광원 어레이를 채널을 통해 이송할 수 있다. 도 19를 참조하면, 이와 같이 하여 제1 영역(310A)에 있는 마이크로 광원 어레이를 제3영역(310C)으로 모두 이송하면, 제1 방향(Y 방향)으로의 마이크로 광원(290) 사이의 제3간격(D3)이 제1간격(D1)보다 커지고, 제2방향(X 방향)으로의 마이크로 광원(290) 사이의 제4간격(D4)이 제2간격(D2)보다 커질 수 있다. 다시 말하면, 마이크로 광원 사이의 간격이 2차원적으로 조절될 수 있다.

[0052] 도 20 및 도 21은 마이크로 광원 어레이(291)가 이동 소자(320)에 의해 채널(310)을 통해 이동하는 것을 보인 것이다. 이동 소자(320)가 마이크로 광원 어레이(291)를 슬라이딩시킬 수 있는 판일 수 있다.

[0053] 도 22는 한 쌍의 이동 소자(320)(321)를 이용하여 마이크로 광원 어레이(291)를 이송하는 것을 보인 것이다.

[0054] 도 23은 이동 소자(330)가 마이크로 광원 어레이(291)를 양 측에서 잡고 이송시킬 수 있도록 제1부분(330a)과 제2부분(330b)을 포함할 수 있다.

[0055] 도 24는 이동 소자(340)가 와이어로 구성된 예를 도시한 것이다. 이동 소자(340)가 마이크로 광원 어레이(291)의 일 측면에 접촉하여 마이크로 광원 어레이(291)를 채널(310)을 통해 슬라이딩시킬 수 있다.

[0056] 도 25는 한 쌍의 이동 소자(340)(341)가 마이크로 광원 어레이(291)의 양 측에 구비되어 마이크로 광원 어레이(291)를 이송시킬 수 있다.

[0057] 도 26은 나란하게 이격되어 배열된 제1, 제2, 제3 및 제4 마이크로 광원 어레이(411)(412)(413)(414)의 간격을 조절하는 이동 소자(420)를 도시한 것이다. 이동 소자(420)는 췌기형 구조를 가질 수 있다. 이동 소자(420)는 각 마이크로 광원 어레이 사이로 진입하는 제1부분(420a)과 일정한 폭을 가지는 제2부분(420b)을 포함할 수 있다. 제1부분(420a)은 췌기형으로 되어 있어 이웃하는 마이크로 광원 어레이 사이로 용이하게 진입할 수 있다. 그리고, 제1부분(420a)의 폭이 점점 증가하는 형태를 가지므로 이동 소자(420)가 마이크로 광원 어레이 사이로 진행함에 따라 마이크로 광원 어레이 사이 간격이 점점 벌어진다.

[0058] 그리고, 도 27에 도시된 바와 같이 이동 소자(420)의 제2부분(420b)이 마이크로 광원 어레이 사이로 진입함에 따라 제2부분(420b)의 폭(W1)만큼 마이크로 광원 어레이 사이가 벌어질 수 있다. 마이크로 광원 어레이 사이의 간격은 제2부분(420b)의 폭(W1)에 의해 결정될 수 있다. 복수 개의 이동 소자(420)가 동시에 마이크로 광원 어레이 사이로 진입할 때, 복수 개의 마이크로 광원 어레이가 일정한 간격 W1으로 배열될 수 있다. 이 경우에는 마이크로 광원 어레이가 도면 상 X 방향의 1차원적으로 간격 조절이 이루어질 수 있다.

[0059] 도 28은 상술한 바와 같이 마이크로 광원의 전사가 이루어진 상태에서 트렌치(140)에 필름 막(450)이 형성되어 평탄화된 것을 보인 것이다. 도 28에서 도 1과 동일한 참조 번호를 사용한 구성 요소는 도 1에서 설명한 것과 실질적으로 동일하므로 여기서는 상세한 설명을 생략한다.

[0060] 도 29를 참조하면, 필름 막(450)에 배선(460)이 형성될 수 있다. 배선(460)이 컨택 패드(125)에 연결될 수 있다.

[0061] 도 30은 일 실시예에 따른 디스플레이 장치(400)를 도시한 것이다.

[0062] 디스플레이 장치(400)는 제1 칼라 광을 표시하는 제1 서브 픽셀, 제2 칼라 광을 표시하는 제2 서브 픽셀, 제3 칼라 광을 표시하는 제3 서브 픽셀을 포함할 수 있다. 제1 내지 제3 서브 픽셀이 하나의 픽셀을 구성할 수 있다. 베이스(110)에 각 서브 픽셀에 대응되게 구비된 실리콘 서브 마운트(120)와, 실리콘 서브 마운트(120)에 구비된 구동 회로(123)와, 실리콘 서브 마운트(120)에 결합된 발광 소자 칩(130)을 포함할 수 있다.

- [0063] 이웃하는 실리콘 서브 마운트(120) 사이에 트렌치(140)가 구비되어, 실리콘 서브 마운트(120)가 이격되게 배열될 수 있다. 트렌치(140)는 베이스(110)가 노출되도록 형성될 수 있다. 즉, 실리콘 서브 마운트(120)는 서로 별개의 몸체로 이격되어 있다. 구동 회로(123)는 발광 소자 칩(130)을 구동하기 위한 적어도 하나의 트랜지스터와 적어도 하나의 커패시터를 포함할 수 있다. 구동 회로(123)는 CMOS(complementary metal-oxide semiconductor) 또는 NMOS(n-channel metal-oxide semiconductor)를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 발광 소자 칩(130)은 예를 들어, 청색 광을 출사하는 광원일 수 있다. 디스플레이 장치(400)는 발광 소자 칩(130)에서 출사된 청색 광의 칼라를 변환하는 칼라 변환 소자(480)를 구비하여 칼라 영상을 표시할 수 있다.
- [0064] 도 30을 참조하면, 서브 마운트(120)에 적어도 하나의 층(465)이 구비될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 층(465)은 평탄화 층 또는 절연층일 수 있다. 적어도 하나의 층(465)에 배선이 더 구비될 수 있다. 또한, 적어도 하나의 층(465) 위에 블랙 매트릭스 필름(475)이 구비될 수 있다. 블랙 매트릭스 필름(475)은 발광 소자 칩(130)에서 나오는 광이 이웃하는 서브 픽셀로 혼합되는 것을 방지할 수 있다. 발광 소자 칩(130)에 칼라 변환 소자(480)가 구비될 수 있다. 칼라 변환 소자(480)는 예를 들어, 양자점 칼라 필터일 수 있다. 칼라 변화 소자(480)는 발광 소자 칩(130)에서 나오는 광의 파장을 선택적으로 전환할 수 있다. 예를 들어, 발광 소자 칩(130)은 청색 광을 출사할 수 있다. 발광 소자 칩(130)에서 나온 청색 광을 칼라 변환 소자(480)가 적색 광으로 전환하거나, 녹색 광으로 전환할 수 있다. 예를 들어, 양자점 칼라 필터의 경우, 양자점들은 원자가 수 백 개 내지 수 천 개 이상 모인 입자들로, 양자(quantum)를 나노미터(nm)의 단위로 합성시킨 반도체 결정일 수 있다. 예를 들어, 양자점들은 II-VI족, III-V족, IV-VI족, IV족 반도체 화합물 및 이들의 혼합물로 형성될 수 있다. 예를 들어, 양자점은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, InP, InAs 또는 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택하여 형성될 수 있다. 양자점들은 광이 입사되면 입자의 크기에 따라 다양한 색을 나타낼 수 있다. 발광 소자 칩(130)에서 발광된 청색 광을 그대로 통과시키거나, 녹색 광으로 변환시키거나 적색 광으로 변환시킬 수 있다. 그럼으로써, 칼라 영상을 표시할 수 있다.
- [0065] 도 31은 다른 실시예에 따른 디스플레이 제조 방법을 나타낸 것이다. 제조 방법은 실리콘 서브 마운트를 제작하는 단계를 포함한다(S110). 실리콘 서브 마운트는 도 3 내지 도 5를 참조하여 설명한 방법에 따라 제작될 수 있다. 다음, 발광 소자 칩을 실리콘 서브 마운트에 본딩할 수 있다(S120). 다음, 발광 소자 칩이 본딩된 실리콘 서브 마운트를 분리할 수 있다(S130). 그리고, 분리된 실리콘 서브 마운트를 타겟 기판에 피치를 늘리면서 전사시킬 수 있다(S140). 예를 들어, 타겟 기판에는 데이터 라인(data line), 스캔 라인(scan line), VDD 등이 프린팅될 수 있다. 그리고, 실리콘 서브 마운트와 발광 소자 칩을 서로 전기적으로 연결하는 배선 작업을 할 수 있다(S180).
- [0066] 도 32는 다른 실시예에 따른 디스플레이 제조 방법을 나타낸 것이다. 도 32는 도 31과 비교할 때, 단계 S140과 단계 S180 사이에 몇 개의 단계가 더 추가될 수 있다. 실리콘 서브 마운트를 임시 기판에 피치를 늘리면서 전사시킬 수 있다(S140). 그리고, 실리콘 서브 마운트에 경화성 물질을 도포하고 경화시켜 늘어난 피치 상태를 고정시킬 수 있다(S150). 경화된 필름을 임시 기판으로부터 박리한다(S160). 경화된 필름에는 실리콘 서브 마운트와 발광 소자 칩이 배열되어 있다. 타겟 기판에 경화된 필름을 라미네이션 한다(S170). 다음, 실리콘 서브 마운트를 서로 전기적으로 연결하는 배선 작업을 한다(S180). 배선은 예를 들어, 스크린 프린팅 방법, 잉크젯 프린팅 방법 등에 의해 형성될 수 있다. 이와 같이 하여 2차원 픽셀이 전기적으로 연결된 액티브 매트릭스 어레이가 구비될 수 있다.
- [0067] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0068] 100,270: 마이크로 광원 어레이, 110:베이스
120,225: 실리콘 서브 마운트, 123,205:구동 회로
125,207:컨택 패드, 135,210:본딩 패드
130,235:발광 소자 칩, 201:실리콘 기판
265:마이크로 광원,

277, 320, 321, 330, 340, 341: 이동 소자

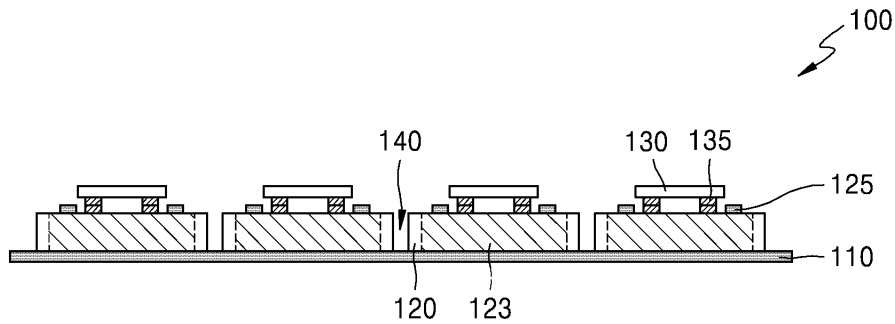
400: 디스플레이 장치

460: 액티브 매트릭스 회로

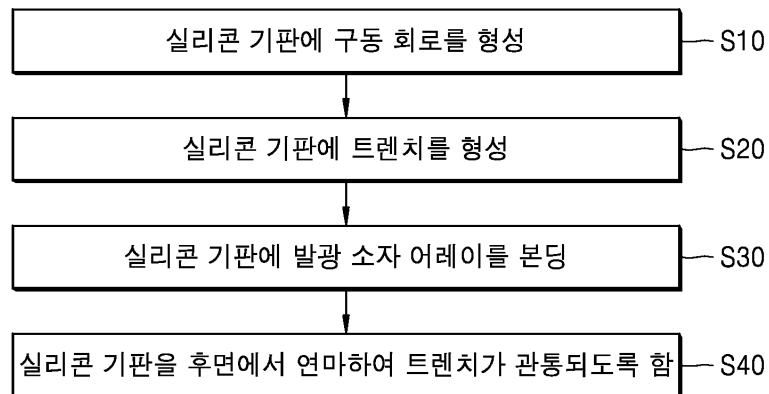
480: 칼라 변화 소자

도면

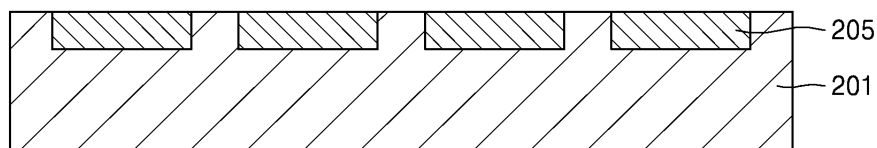
도면1



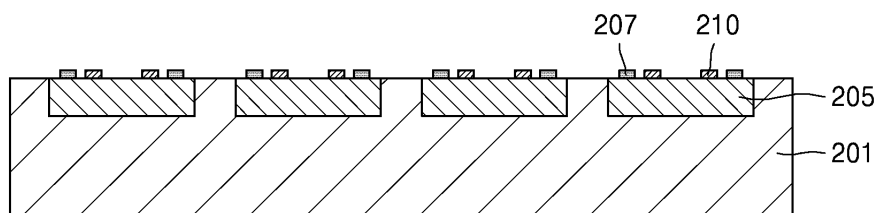
도면2



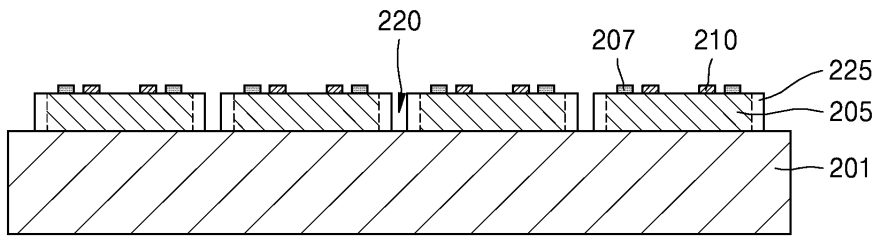
도면3



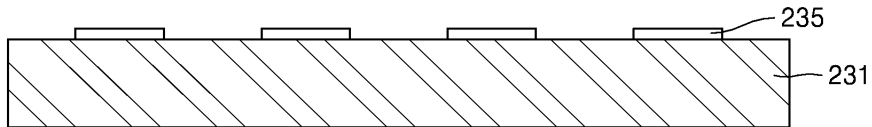
도면4



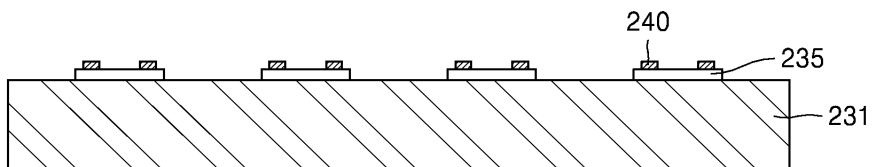
도면5



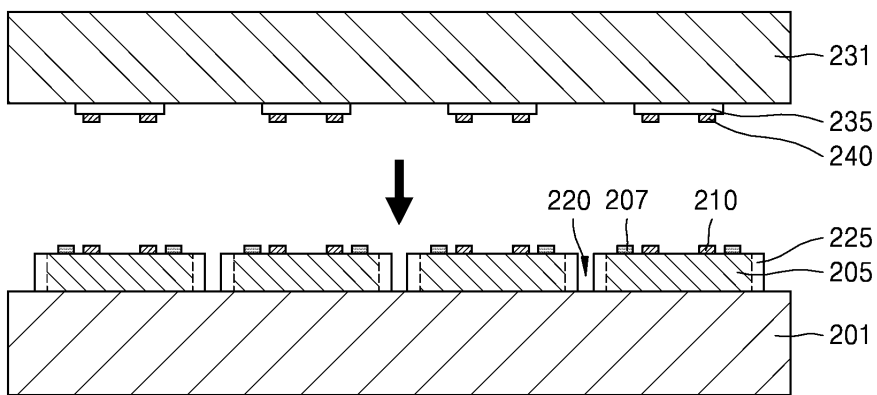
도면6



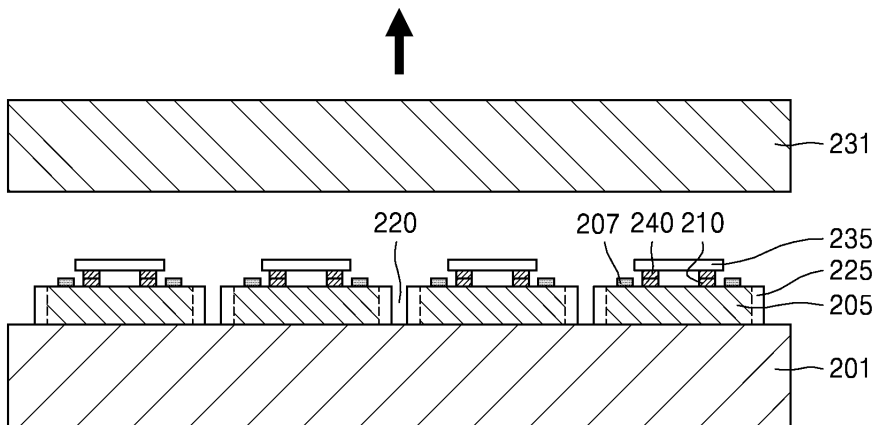
도면7



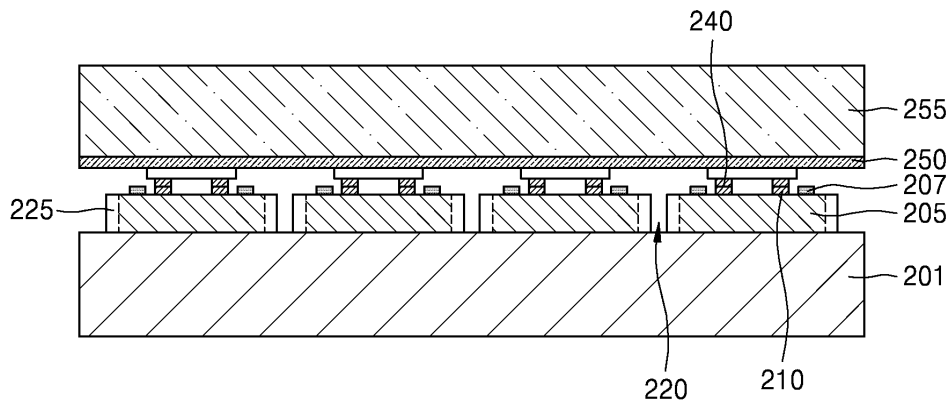
도면8



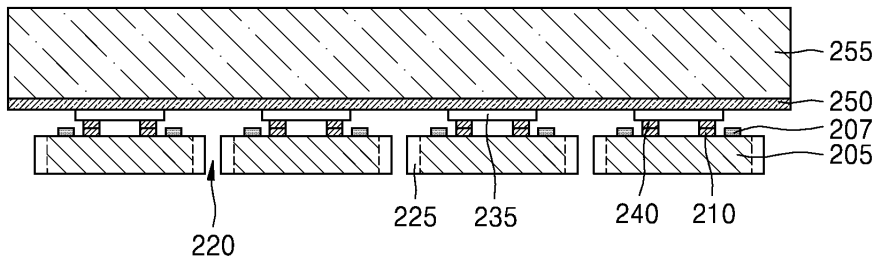
도면9



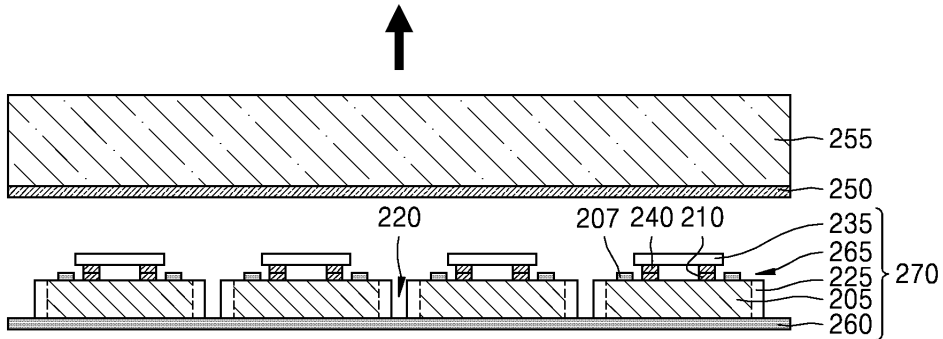
도면10



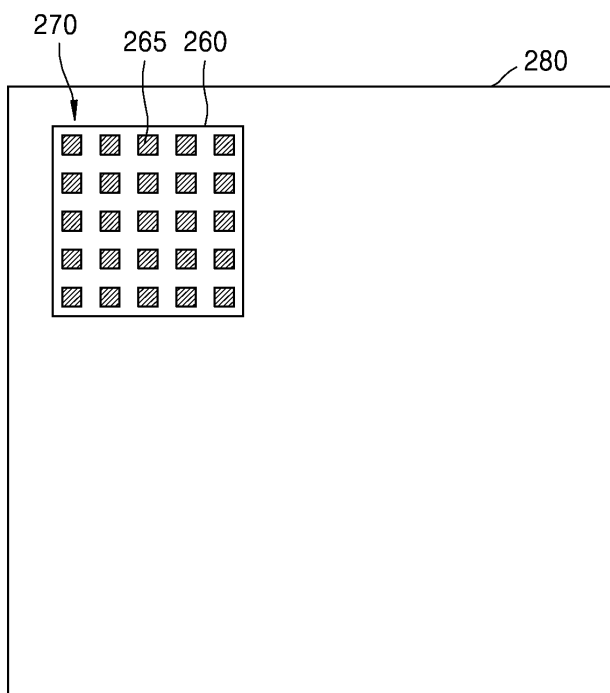
도면11



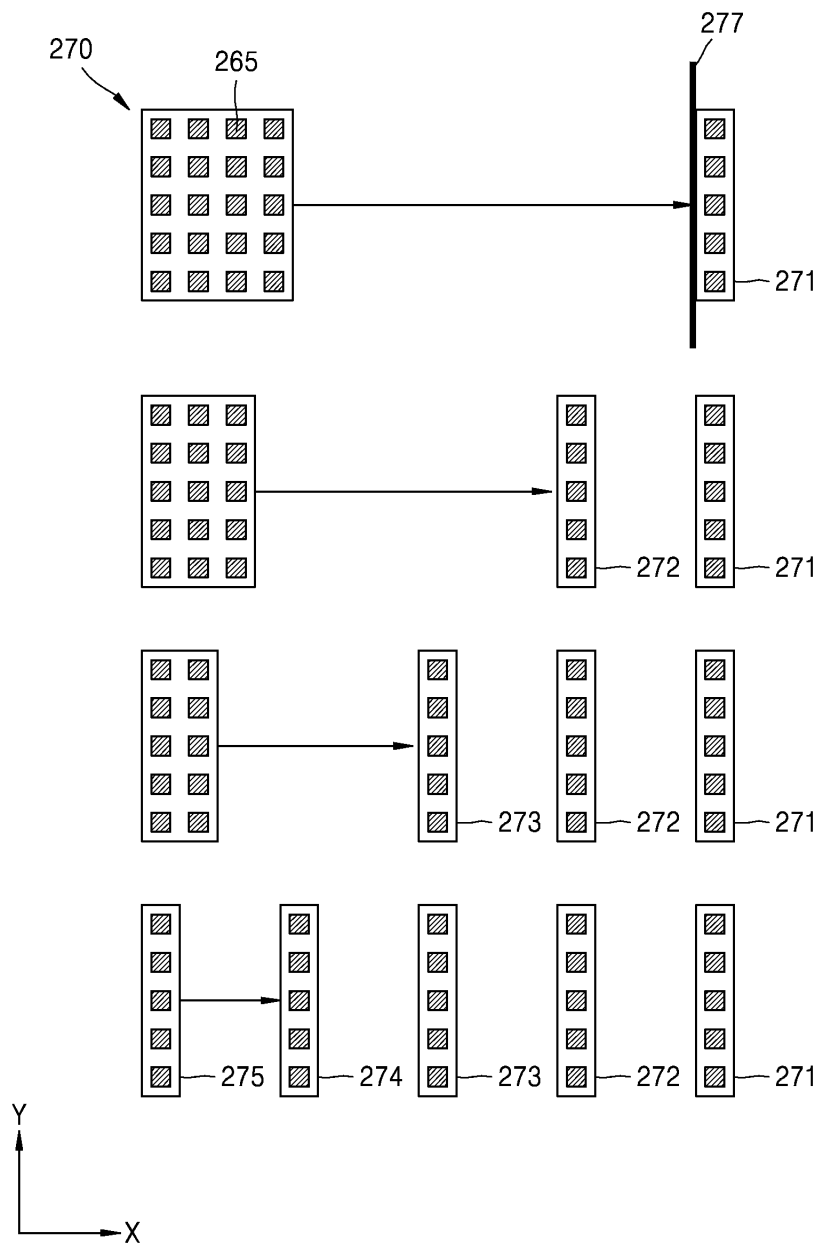
도면12



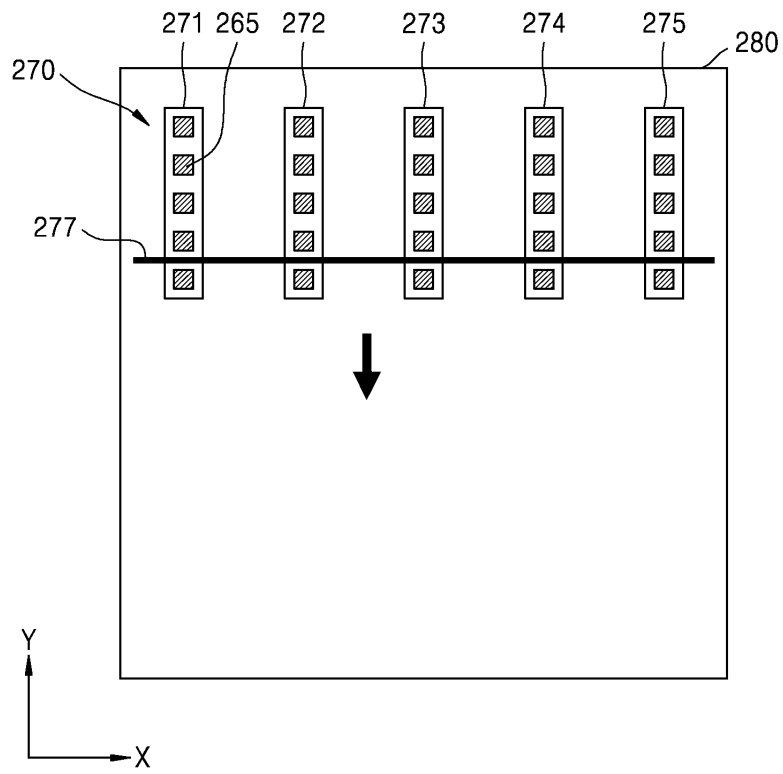
도면13



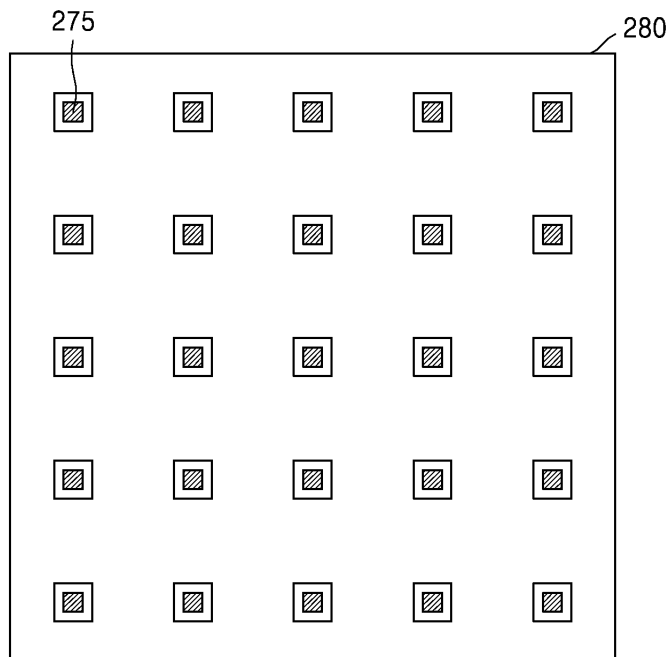
도면14



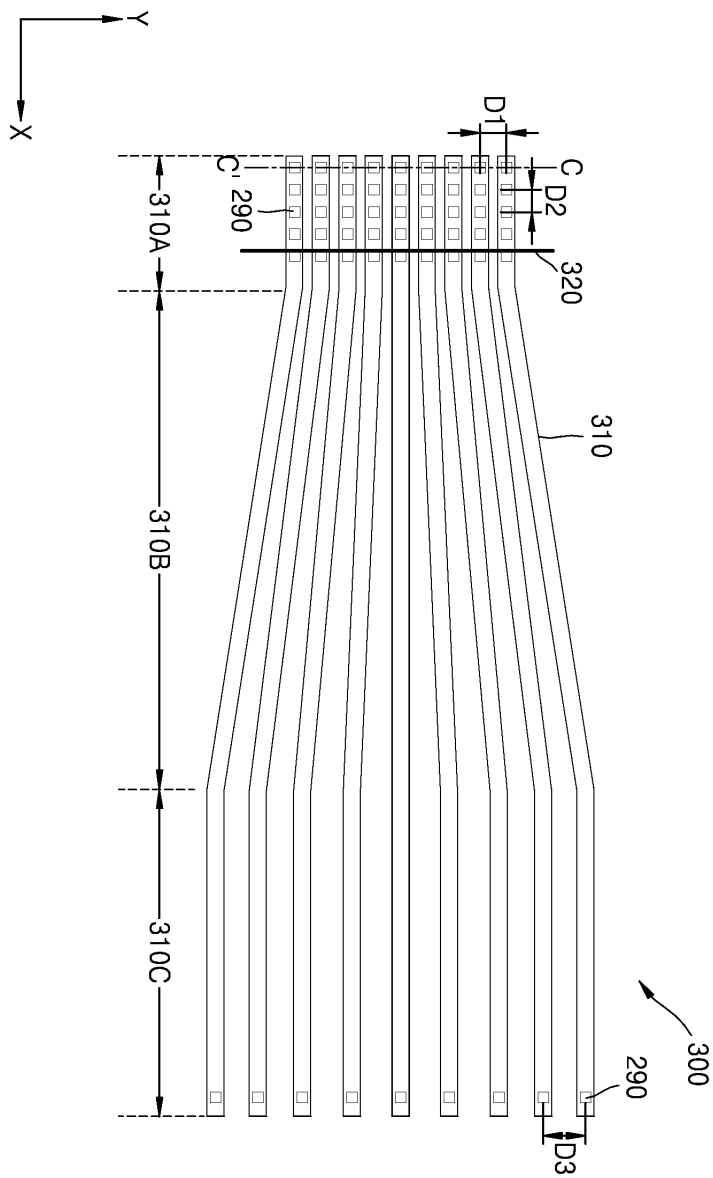
도면15



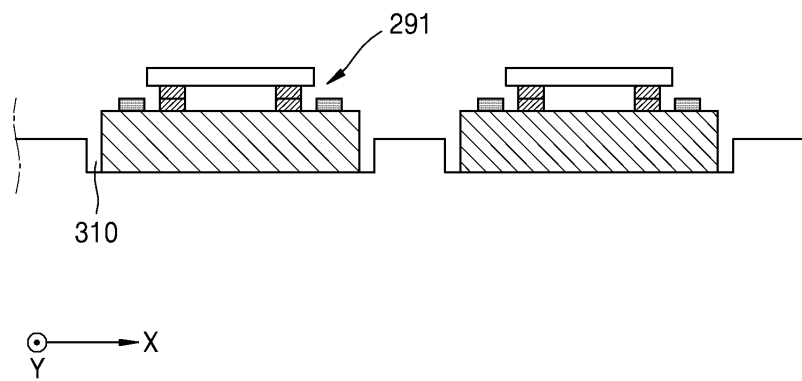
도면16



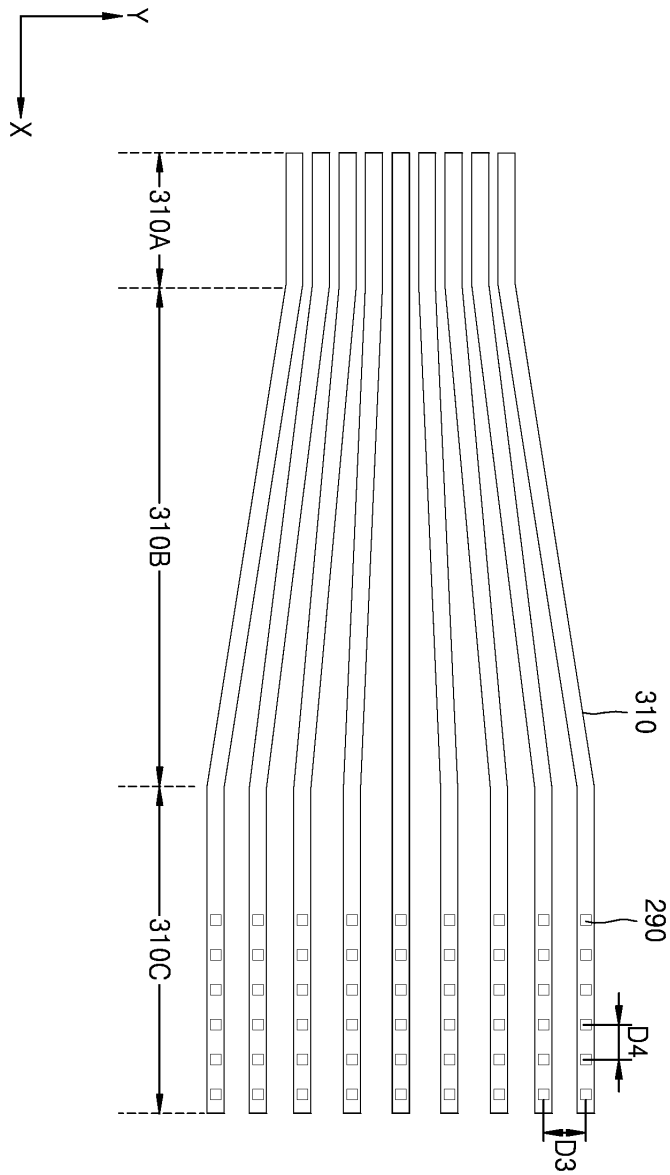
도면17



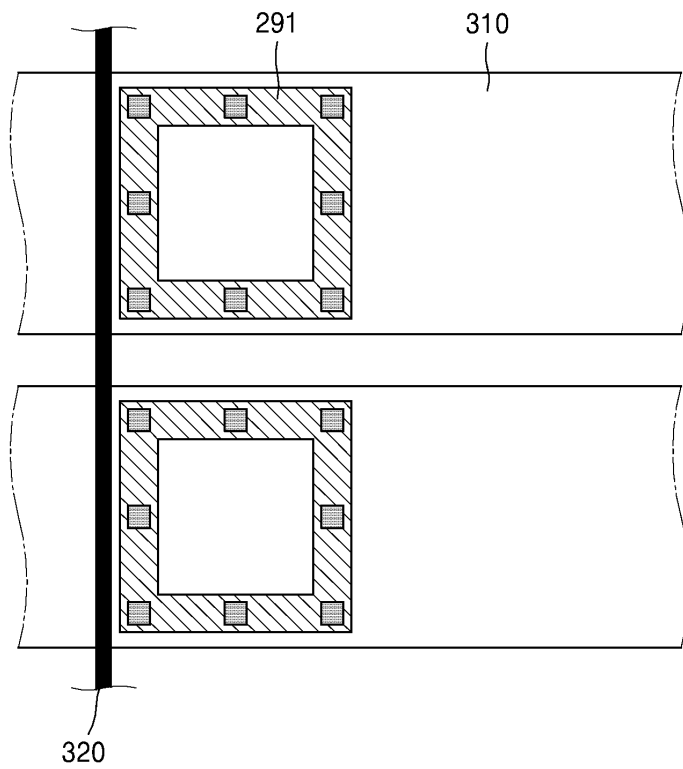
도면18



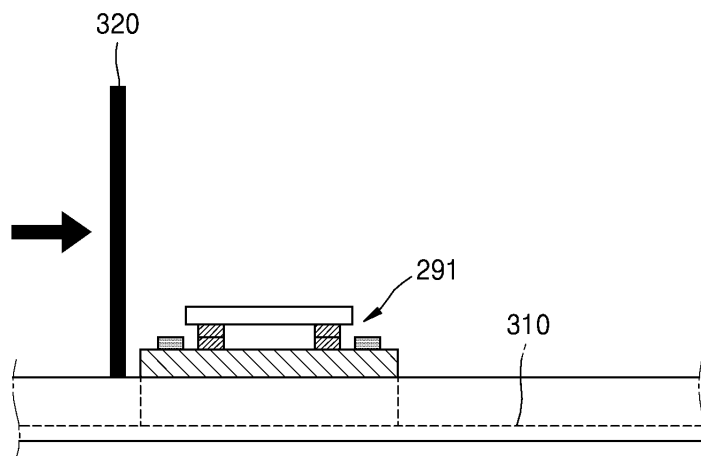
도면19



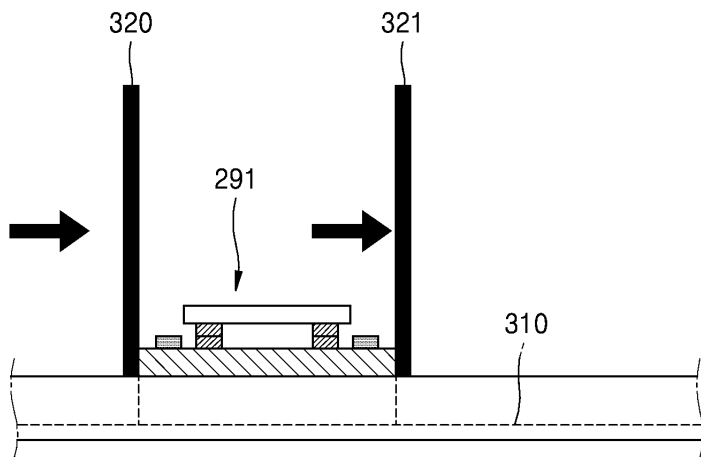
도면20



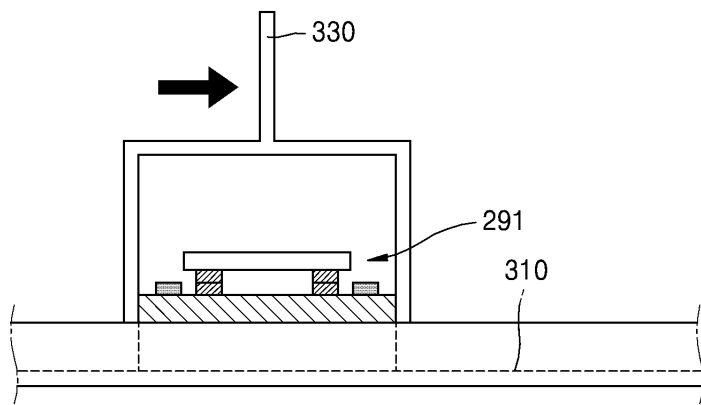
도면21



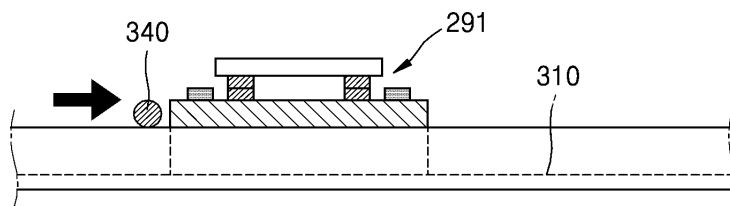
도면22



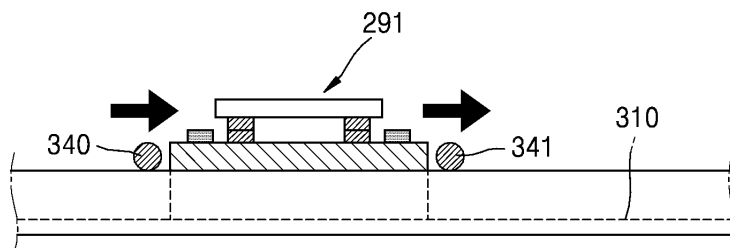
도면23



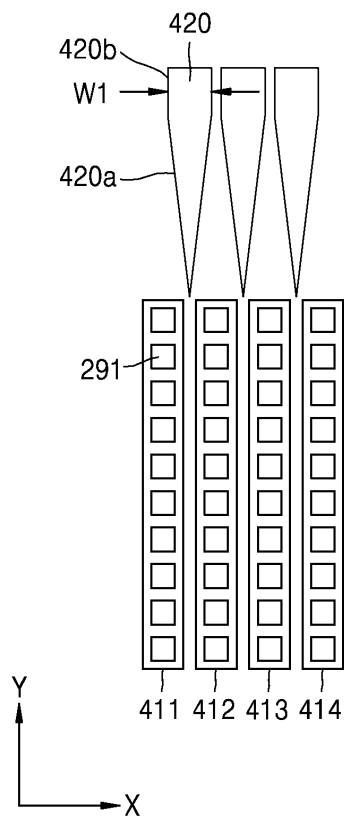
도면24



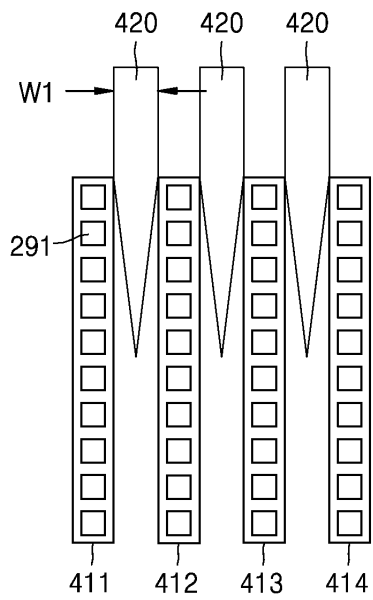
도면25



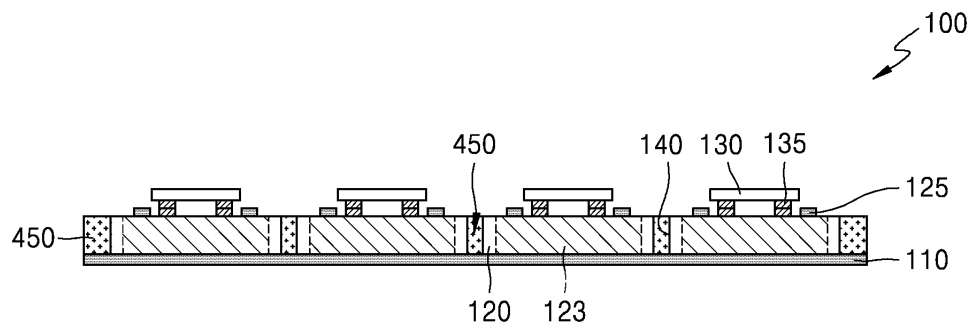
도면26



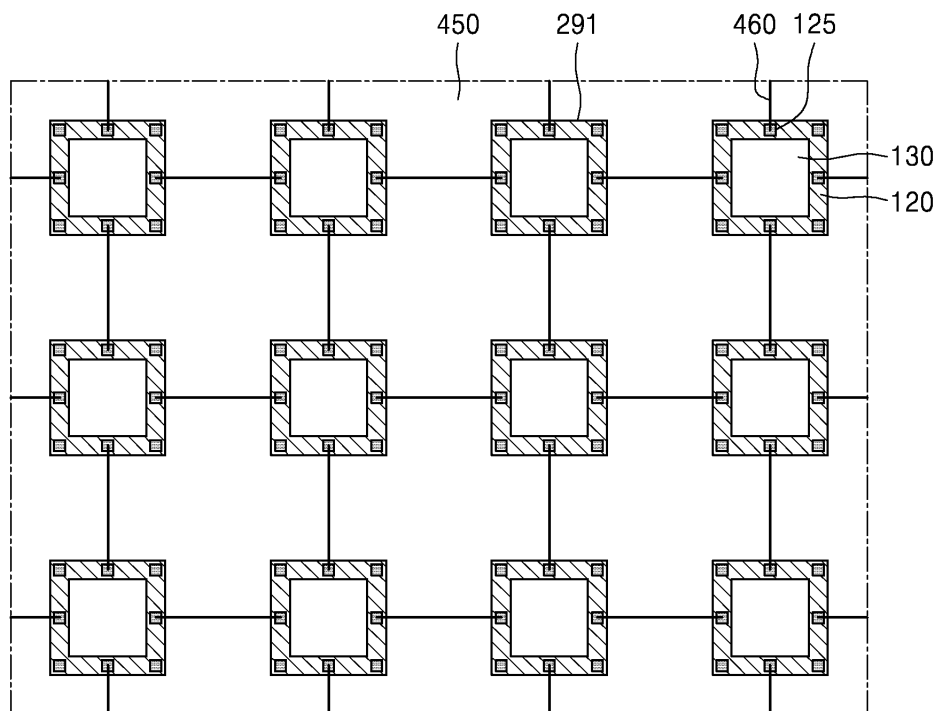
도면27



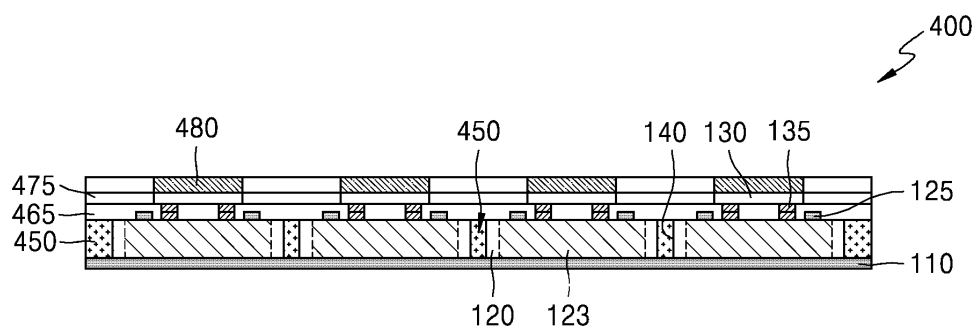
도면28



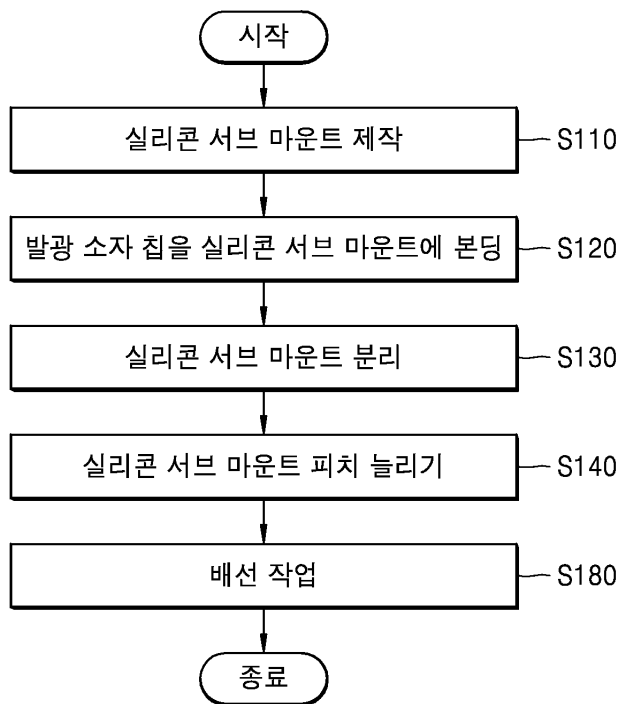
도면29



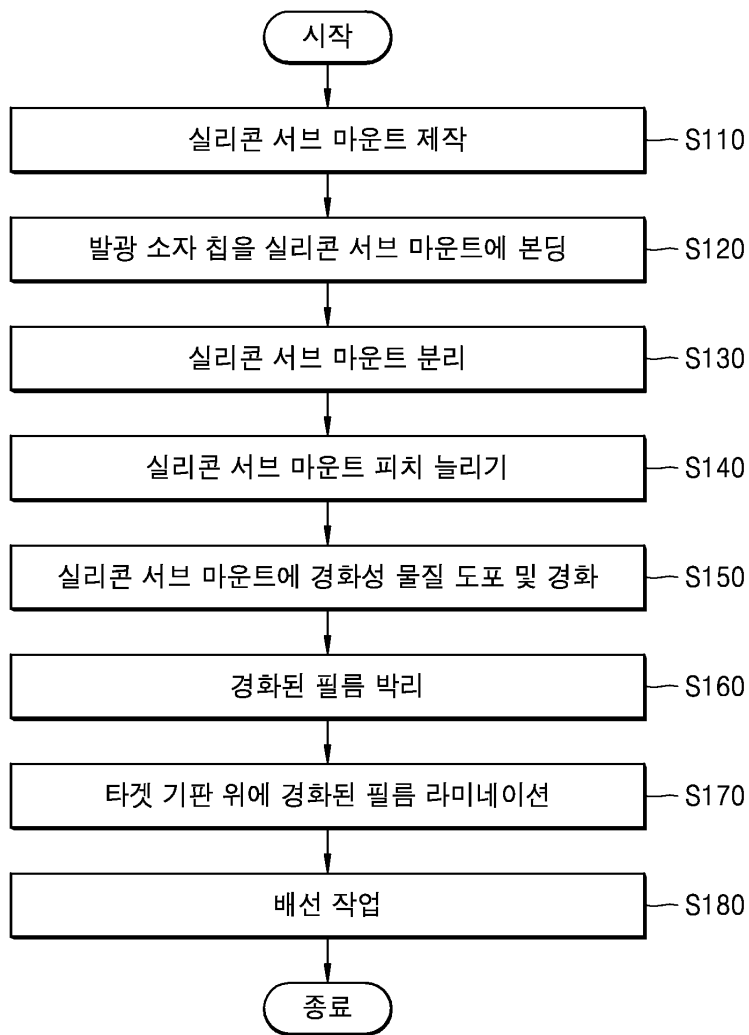
도면30



도면31



도면32



专利名称(译)	微光源阵列，包括该微光源阵列的显示装置以及显示装置的制造方法		
公开(公告)号	KR1020200062762A	公开(公告)日	2020-06-04
申请号	KR1020180148546	申请日	2018-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社 首尔大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 首尔国立大学产学合作基金会		
[标]发明人	최준희 윤의준		
发明人	최준희 윤의준		
IPC分类号	H01L25/075 H01L27/092 H01L33/00 H01L33/48 H01L33/62		
CPC分类号	H01L25/0753 H01L27/092 H01L33/005 H01L33/486 H01L33/62 H01L27/1218 H01L27/1266 H01L25/167 H01L27/1214 H01L33/50 H01L2933/0033		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种用于显示装置的微光源阵列，包括该微光源阵列的显示装置以及制造该显示装置的方法。微型光源阵列包括：设置在基板上的多个硅子安装座，多个硅子安装座中的每个硅子安装座对应于像素的多个子像素中的各个子像素。显示装置，多个硅基板通过多个沟槽而彼此分离。多个发光器件芯片耦合到多个硅子座；多个驱动电路设置在多个硅子安装座处。

