



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0164075  
(43) 공개일자 2022년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 25/075 (2006.01) H01L 27/12 (2006.01)  
H01L 27/15 (2006.01) H01L 33/20 (2010.01)  
H01L 33/30 (2010.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 25/0753 (2013.01)  
H01L 27/1214 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2022-7041476(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2015년07월31일  
심사청구일자 2022년11월25일  
(62) 원출원 특허 10-2017-7003260  
원출원일자(국제) 2015년07월31일  
심사청구일자 2020년07월23일  
(85) 번역문제출일자 2022년11월25일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/067749  
(87) 국제공개번호 WO 2016/016460  
국제공개일자 2016년02월04일  
(30) 우선권주장  
1413578.4 2014년07월31일 영국(GB)

(71) 출원인  
메타 플랫폼즈 테크놀로지스, 엘엘씨  
미국 캘리포니아 94025 멘로 파크, 윌로우 로드  
1601  
(72) 발명자  
헨리 윌리엄  
아일랜드 16 더블린 템플리오그 낙컬런 론 40  
휴스 페드래그  
아일랜드 베링스 메도우코트 11  
오키프 조셉  
아일랜드 페르모이 던타헤인 파크 15  
(74) 대리인  
장훈

전체 청구항 수 : 총 20 항

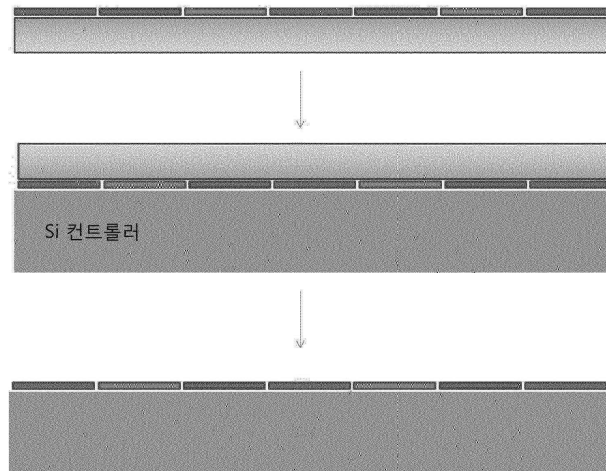
(54) 발명의 명칭 실리콘 상의 컬러 ILED 디스플레이

(57) 요약

동일한 파장을 가지는 광을 생성하도록 구성된 복수의 ILED 이미터를 포함하는 복수의 개별 ILED 배열 칩을 제조하는 단계; 인접 칩으로부터의 복수의 ILED 이미터가 디스플레이의 픽셀을 구성하도록 캐리어 기판 상에 복수의 개별 ILED 배열 칩을 배치하는 단계; 및 복수의 ILED 배열 칩의 전기적 접점이 드라이버 백플레인과 전기적으로 통신하도록 복수의 ILED 배열 칩의 제1 표면을 드라이버 백플레인과 접합하는 단계를 포함하고, 복수의 ILED 배열 칩 각각은 복수의 파장 중 하나를 가지는 광을 생성하도록 구성되고, 드라이버 백플레인은 ILED 배열 칩을 구동하기 위한 전자 장치를 포함하는, 디스플레이에서 사용하기 위한 이미지 생성기를 제조하는 방법이다.

대표도 - 도6

복수 색상의 캐리어 기판



(52) CPC특허분류

*H01L 27/156* (2013.01)

*H01L 33/20* (2013.01)

*H01L 33/30* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상이한 파장들을 갖는 광을 생성하도록 구성된 ILED (inorganic light emitting diode) 배열 칩들로서, 각 ILED 배열 칩은 ILED 배열 칩의 제 1 면에서 동일한 파장을 갖는 광을 생성하도록 구성된 ILED 이미터들을 포함하는, 상기 ILED 배열 칩들;

각각 제어 전자장치들을 갖는 개별 제어 칩들로서, 개별 제어 칩들은 상기 제 1 면들에 반대한 ILED 배열 칩들의 제 2 면들에서 ILED 배열 칩들에 상호연결된, 상기 개별 제어 칩들; 및

각각 광 구성요소를 갖는 기관들로서, 각 ILED 배열 칩은 상기 제 1 면에서 ILED 배열 칩으로부터 방출되는 광을 조작하는 각각의 기관에 연결된, 상기 기관들을 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 개별 제어 전자 장치는 활성 백플레인을 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 활성 백플레인은 TFT (thin-film transistor) 회로를 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 ILED 배열 칩들은, 적색 광을 생성하도록 구성된 제 1 ILED 이미터들을 갖는 제 1 ILED 배열 칩과, 녹색 광을 생성하도록 구성된 제 2 ILED 이미터들을 갖는 제 2 ILED 배열 칩과, 청색 광을 생성하도록 구성된 제 3 ILED 이미터들을 갖는 제 3 ILED 배열 칩을 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 디스플레이의 픽셀은 인접한 ILED 배열 칩들 각각으로부터 상이한 파장의 광을 생성하도록 구성된 복수의 ILED 이미터들로 형성되는, 디스플레이.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 픽셀은 각각의 인접한 ILED 배열 칩들로부터 적어도 2개의 ILED 이미터들로 형성되는, 디스플레이.

#### 청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 픽셀을 형성하는 인접한 배열 칩들로부터의 복수의 ILED 이미터들 각각의 접점은 서로 접속되는, 디스플레이.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

각 ILED 배열 칩의 ILED 이미터들은 개별적으로 어드레스가능한, 디스플레이.

#### 청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제어 전자 장치는, CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) 회로 또는 TFT (thin-film transistor) 회로를 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제어 전자 장치는 활성 백플레인을 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 11

청구항 1에 있어서,

ILED 배열 칩의 적어도 하나의 ILED 이미터는,

GaN, GaP, 또는 GaAs 중 하나를 갖는 반도체 재료를 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 12

청구항 1에 있어서,

ILED 배열 칩들의 전기 접점이 제어 전자 장치와 전기적으로 통신해서 ILED 배열 칩들을 구동하기 위해, 상기 ILED 배열 칩들이 개별 제어 칩들에 결합되는, 디스플레이.

#### 청구항 13

청구항 1에 있어서,

인접한 ILED 배열 칩들 사이의 간격이  $100\mu\text{m}$ 보다 작은, 디스플레이.

#### 청구항 14

청구항 1에 있어서,

각 ILED 배열 칩의 ILED 이미터들은, 생성된 광이 ILED 이미터를 탈출하기 위한 각도로 생성된 광을 반사하기 위한 반사형 메사 구조를 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 15

청구항 1에 있어서,

ILED 배열 칩들의 광 방출 표면들과 접하는 캐리어 기판을 더 포함하는, 디스플레이.

#### 청구항 16

청구항 1에 있어서,

상기 칩들 각각은 직사각, 삼각, 또는 육각 형상을 갖는, 디스플레이.

#### 청구항 17

청구항 1에 있어서,

각 ILED 배열 칩의 각 ILED 이미터는, 반도체 에피택셜층 및 능동 발광층을 포함하는 메사 구조를 갖는, 디스플레이.

#### 청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 메사 구조는 ILED 이미터의 발광면의 반대면에 절삭된 꼭대기 (truncated top)를 갖는, 디스플레이.

## 청구항 19

청구항 1에 있어서,

디스플레이의 두 인접한 픽셀들은 각각 ILED 배열 칩으로부터 ILED 이미터를 갖는, 디스플레이.

## 청구항 20

청구항 1에 있어서,

각 ILED 배열 칩의 ILED 이미터들은 ILED 배열 칩의 모서리들에 위치하는, 디스플레이.

## 발명의 설명

### 기술 분야

- [0001] 본 발명은 광학적 디스플레이 모듈에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 ILED 디스플레이 장치를 형성하는 비-실리콘 적색, 청색 및 녹색 LED 이미터의 하이브리드 집적을 수반하는 ILED RGB 컬러 디스플레이 모듈에 관한 것이나, 이에 제한되지 않는다. 예시적인 이미터는 적절한 3D 패키지 집적 방법을 사용하여 실리콘 구동 집적 회로 상에 직접 장착될 수 있다.

### 배경 기술

- [0002] 디스플레이 기술의 새로운 카테고리는 잘 알려진 LCD(Liquid Crystal Display) 및 OLED(Organic Light Emitting Diode) 디스플레이의 대안인 ILED(Inorganic Light Emitting Diode) 디스플레이로 불린다. ILED 디스플레이는 본질적으로 일반 LED와 동일하고, 그 모든 장점을 가지므로 LCD나 OLED 디스플레이의 부정적인 특성을 가지지 않는다. 고품질의 검정색 출력, 고품질의 백색 출력을 가지고, 디터(dither)를 가지지 않고, 높은 품질 균일성, 긴 수명, 매우 낮은 전력 소모, 예측가능한 색 감마, 빠른 반응 속도 및 무시가능한 플리커를 가질 것이다.
- [0003] 프로젝션 디스플레이 기술은 큰 면적의 프로젝션 디스플레이(스크린 디스플레이)부터 헤드업 이미징 디스플레이와 같은 소형 마이크로 디스플레이까지 다양하다.
- [0004] 프로젝션 디스플레이는 일반적으로 광원, 이미징 엔진, 드라이버 및 광로의 4요소로 이루어진다. 광원은 이미징 엔진을 위한 입력광을 제공한다. 그리고 이미징 엔진은 광을 조작하여 이미지를 생성한다. 드라이버는 요구되는 이미지가 어떻게 생성될지, 즉 어떤 픽셀이 켜지고 꺼질지를 이미징 엔진에게 지시한다. 마지막으로, 광로는 이미지를 확대, 축소, 또는 다른 조작을 하여 의도한 애플리케이션을 위해 시스템이 명시한대로 되도록 한다.
- [0005] 프로젝션을 위한 광원은 연속적 발광 대역(할로겐, 형광등, 백색 LED) 또는 이산 대역(RGB LED, 레이저 소스)로 생성될 수 있다. 이미징 엔진 옵션은 DLP(Digital Light Processing), 갈바노-스캐닝 미러, LCD(Liquid Crystal Displays) 또는 LCOS(Liquid Crystal on Silicon)을 포함한다. 예를 들어 LCD에서, 엔진을 활성화하는 것은 액정 및 광 컬러를 제어하기 위한 일련의 필터이다. 하지만 LCD 디스플레이는 일반적으로 LED 장치의 배열로 이루어지는 백라이트 및 균일한 조명을 제공하기 위한 디퓨저를 필요로 한다. 대형 LED 디스플레이(스포츠 경기장 / 쇼핑몰 스크린)에서 유사하게, 광원과 이미징 엔진은 일반 SMT 형식으로 패키징된 큰 면적의 ILED 칩을 사용하여 결합된다. 상술한 예에서 드라이버는 (아마도 그래픽 처리 유닛으로부터의) 수신 데이터에 기반하여 활성화되는 픽셀을 결정하는 전자 제어 장치(활성 백플레인 또는 실리콘 컨트롤러 칩의 형식으로)이다.
- [0006] 디스플레이 크기의 반대쪽 끝은 마이크로 디스플레이이다. 이 장치에서 매우 작은 이미지 또는 매우 작은 이미징 시스템을 표적으로 한다. 매우 작은 이미지는 망막 투사 디스플레이(구글 글래스에 사용되는 것과 같은)에서 사용될 수 있고 작은 이미징 시스템은 다른 헤드 업 타입의 디스플레이에서 필요로 한다. 다양한 이미지 엔진과 광원이 위에 열거한 것을 포함하여 이러한 장치에 채용되어 왔다. 현재의 상업적 관심은 OLED 기술이다. OLED 기술은 광원과 이미징 엔진이 동일한 점에서 대형 ILED 디스플레이와 비교할 수 있다. 하지만 ILED와 동등한 대형 디스플레이를 제조할 수 없는 제조 방법은 그럼에도 불구하고 LCD 기술과 동등한 250+ ppi의 고해상도 디스플레이를 제조할 수 있다. 상기 디스플레이와 같이, OLED 디스플레이의 드라이버는 활성 백플레인 또는 실리콘 컨트롤러 칩일 수 있다.

- [0007] OLED와 LCD 타입 디스플레이 모두 예컨대 15  $\mu\text{m}$  아래의 픽셀 피치의 마이크로 디스플레이를 위한 고해상도 픽셀을 달성하는데 중대한 단점이 있다. 예를 들어, OLED는 해상도를 <300 ppi로 제한하는 새도 마스크 제조 공정 때문에 제한된 해상도를 가진다. 이것을 극복하기 위한 방법은 OLED 디스플레이의 해상도를 300+ ppi로 향상시키기 위한 R, B 및 G 칩을 위한 펜타일 이미터 디자인 구성을 포함한다. 이 디자인은 OLED의 새도 마스크 제조와 연관된 해상도 문제를 극복하고 TFT의 균일성을 제거하여 전체적으로 매끄러운 무결점 이미지를 생성한다.
- [0008] 다른 방법은 모놀리식 배열 제조 방법으로 고해상도 디스플레이를 달성하기 위하여 존재한다. 모놀리식은 서로 불가분이고 더 큰 블록에서 형성되는 구성요소를 지칭하는데 사용된다. 용어 "모놀리식 배열"은 동일 물질 상에 제조되고 물리적으로 연결되는 어드레스 가능(addressable) 발광 영역을 가지는 발광 장치를 지칭한다. 모놀리식 배열은 특히 무기 LED 장치이며 OLED 재료로 형성되지 않는다. 이것은 두 LED 타입의 제조에서의 차이점에 기인한다. 무기 LED는 "하향식(top-down)" 방법을 사용하여 제조된다. 이 방법에서, 시작점은 LED가 생산되는 반도체 재료의 단일 조각이다. 만약 다수의 발광 영역 간의 물리적 접촉이 제조 과정의 끝에 남아있는 경우(즉, 반도체 재료가 분리되지 않음), 모놀리식 배열이 제조되었다고 말할 수 있다. 모놀리식 ILED 배열 칩은 복수의 발광 영역이 형성되는 반도체 재료의 단일 조각이다. 이것은 일체로 바뀔 수 있게 하는 물리적 상호 연결에 대한 발광 장치의 조립과는 구별된다.
- [0009] 반면, 유기 LED는 "상향식(bottom-up)" 접근 방법으로 제조된다. 이것은 피처리 기관의 반복층에 유기 물질의 증착에 의해 발생한다. OLED 장치는 반도체 물질의 단일 조각에서 시작하지 않기 때문에, 완료된 장치는 모놀리식으로 간주될 수 없다. 어떤 발행물에서는, 모놀리식 OLED가 언급될 수 있음을 유의하여야 한다. 하지만, 이것은 구동 회로, 통상 COMS 상의 OLED 장치의 직접적 집적에 관한 것이다. 이 경우, "하향식" 접근 방법으로 형성된 백플레인이나 CMOS 칩은 모놀리식이고 OLED 물질은 집적되어 모놀리식 구성요소를 형성한다.
- [0010] 10  $\mu\text{m}$  이하 규모의 칩 제조 및 미세 위치 결정(micropositioning) 회피의 필요 때문에 모놀리식 ILED 장치의 제조가 필요해진다. 예시는 예컨대 >1 mm x 1mm 모놀리식 칩 상에 160 x 120의 개별적으로 어드레스 가능한 픽셀을 포함하는 칩의 제조를 포함할 수 있다. 큰 모놀리식 ILED 칩에 기반한 디스플레이는 고유의 문제를 가진다. 먼저, ILED 장치가 반도체 물질의 단일 조각에서 시작하기 때문에, 모놀리식 ILED 배열 칩은 단일 파장 광만을 생성할 수 있다. 나아가, 모놀리식 ILED 배열의 제조는 수율과 연관된 문제를 발생시킨다. ILED 장치가 제조될 때 실패하는 다수의 장치가 있을 것이다. 단일 장치가 제작될 때 실패한 장치만이 버려진다. 하지만, 모놀리식 ILED 배열 칩에 있어서, 실패한 장치는 전체 모놀리식 칩이 버려지는 결과를 낳을 것이다. 상기 160 x 120의 모놀리식 배열의 예시에서, 단일 장치의 실패는 대다수가 작동할 수 있는 19,200개의 이미터가 버려지는 결과를 낳는다. 이것은 사용된 재료와 제조 품질에 따라 낮은 수율을 낳는다.
- [0011] ILED와 연관되고 OLED와 연관되는 구별되는 어려움을 유의하는 것이 중요하다. ILED 배열 칩의 제조를 위하여, 1  $\mu\text{m}$ (또는 나노 임프린트 리소그래피 기술을 사용하여 더 작은) 크기의 제조가 달성 가능하다. 하지만, 픽-앤-플레이스(pick-and-place) 능력 또는  $10 \times 10 \mu\text{m}^2 (100 \mu\text{m}^2)$ 보다 작은 크기의 ILED 장치의 마이크로 조립이 매우 중요한 어려움으로 남는다. OLED 장치에 대하여, 새도 마스크 및 사용되는 증착 프로세스와 연관된 다른 효과 때문에 10  $\mu\text{m}$ 보다 작은 크기의 장치를 형성하는 능력이 과제이다. 하지만, OLED 장치가 표적 제어 장치(CMOS나 TFT 백플레인과 같은)에 직접 제조될 수 있기 때문에 제조 후 장치의 픽-앤-플레이스가 필요하지 않다. OLED는 흰색이고 필터를 사용할 수 있다.
- [0012] 실리콘 상의 고해상도 활성 매트릭스 단색 디스플레이를 위한 모놀리식 방법은 LED 기술을 위한 US 8557616 B2에 제시되었다. 이 문서에서, ILED 물질의 단일 조각이 구동 회로와 통합되어 단일 색상을 생성하는 장치가 된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 현재의 마이크로 디스플레이의 단점을 극복하고자 한다. 본 발명은 각 모놀리식 ILED 배열 칩이 이미지 생성기의 복수의 인접 픽셀을 위한 ILED 이미터를 제공하는, 백플레인 드라이버 상에 배열된 복수의 모놀리식 ILED 배열 칩을 위한 방법 및 장치를 제공한다.
- [0014] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "이미지 생성기"는 복수의 픽셀에 광을 제공하는 ILED(또는  $\mu$ ILED) 배열 칩의 배열을 포함한다. ILED 배열 칩은 복수의 ILED 이미터를 포함하고, 모놀리식일 수 있고 전부 단일 색상인 광을 생성할 수 있다. ILED 배열 칩의 각 ILED 이미터는 이미지 생성기의 인접 픽셀 중 하나에 광을 제공

한다. 이미지 생성기는 디스플레이의 광원 및 이미지 엔진을 제공하는 단일 장치로 간주 될 수 있다.

[0015] 상기 관점에서, 본 발명자들은 15 $\mu$ m 아래의 피치를 제공하고 모놀리식 ILED와 연관된 수율 문제를 겪지 않는 ILED 장치에서 제조된 고해상도 마이크로 디스플레이의 필요를 인식했다. ILED 플랫폼의 사용으로 인해, OLED 장치와 연관된 수명, 노화 또는 해상도 문제를 겪지 않는다. 본 발명에서, 하이브리드 마이크로 조립 기술을 사용하여 작은 ILED 배열 칩으로부터 제조된 높은 픽셀 해상도 디스플레이가 개시된다.

### 과제의 해결 수단

[0016] 본 발명은 디스플레이 기술 및 디스플레이의 각 픽셀을 켜고 끄기 위하여 무기 LED 광원과 제어 전자 장치를 결합한 광학 이미지 엔진에 관한 것이다. 구체적으로, 이미지가 광원 및 이미지 형성 엔진에서 떨어진 곳에 생성되는 프로젝션 디스플레이 관한 것일 수 있다. 프로젝션 디스플레이 기술은 큰 면적의 프로젝션 디스플레이(스크린 디스플레이)부터 헤드업 이미징 디스플레이와 같은 소형 마이크로 디스플레이까지 다양하다.

[0017] 본 발명은 현재의 마이크로 디스플레이 구조의 단점을 극복하고자 한다. 본 발명은 유기 LED보다 나은 무기 LED 고유의 개선점을 초래했다. 이것은 증가된 안정성, 증가된 전력 효율 및 증가된 밝기를 포함한다.

[0018] 본 발명자들은 적합한 무선 상호연결 접합 방법을 사용하여 IC 구동 회로의 후면에 연결된 적색, 녹색 및 청색 발광원을 위한 다른 물질을 결합한 풀컬러 디스플레이 모듈을 형성할 필요를 확인했다. 무선 직접 접합 방법은 와이어본드(wirebonds), 솔더 범핑(solder bumping)/플립칩(flipchip) 기술의 필요성을 제거하고 따라서 상호 연결을 단순화한다.

[0019] 본 명세서에 개시된 것은 구동 전자 장치와 연관된 컬러 디스플레이를 위한 새로운 ILED 이미지 생성기이다. 무기 LED(ILED)를 사용하여 고해상도 픽셀 이미지 엔진을 실현하는 방법이 개시된다. 구체적으로 최소의 충전율 손실로 고밀도 디스플레이를 형성하기 위하여 복수의 이미터로 각각 특정 형상(들)의 ILED 배열 칩을 배열하는 방법이 개시된다. ILED 배열 칩의 디자인 또한 개시된다.

[0020] 이미지 생성기는 응용의 요구조건에 따라 단색 또는 다파장일 수 있다. 이 디자인은 눈 근처(near-to-the-eye) 및 피코 프로젝터 응용에 특히 적합한 초고밀도 LED 광원을 제공한다.

[0021] 본 발명의 한 측면에 따르면, 동일한 파장을 가지는 광을 생성하도록 구성된 복수의 ILED 이미터를 포함하는 복수의 개별 ILED 배열 칩을 제조하는 단계; 인접 칩으로부터의 복수의 ILED 이미터가 디스플레이의 픽셀을 구성하도록 캐리어 기판 상에 복수의 개별 ILED 배열 칩을 배치하는 단계; 및 복수의 ILED 배열 칩의 전기적 접점이 드라이버 백플레인과 전기적으로 통신하도록 복수의 ILED 배열 칩의 제1 표면을 드라이버 백플레인과 접합하는 단계를 포함하고, 복수의 ILED 배열 칩 각각은 복수의 파장 중 하나를 가지는 광을 생성하도록 구성되고, 드라이버 백플레인은 ILED 배열 칩을 구동하기 위한 전자 장치를 포함하는, 디스플레이에서 사용하기 위한 이미지 생성기를 제조하는 방법이 제공된다.

[0022] 선택적으로, 제1 파장을 가지는 광을 방출하도록 구성된 ILED 배열 칩은 제1 단계에서 캐리어 기판 상에 배치되고, 제2 파장을 가지는 광을 방출하도록 구성된 ILED 배열 칩은 제2 단계에서 캐리어 기판 상에 배치된다.

[0023] 선택적으로, 드라이버 백플레인은 실리콘 웨이퍼, TFT 백플레인 또는 다른 ILED 드라이버 전자 장치로 형성된다.

[0024] 선택적으로, 방법은 캐리어 기판을 제거하는 단계를 더 포함한다.

[0025] 선택적으로, 캐리어 기판은 실질적으로 투명하고, ILED 배열 칩의 발광면은 캐리어 기판을 향하고, ILED 배열 칩의 전기적 접점은 발광면의 반대인 ILED 배열 칩의 측면에 위치한다.

[0026] 선택적으로, 캐리어 기판은 이미지 생성기를 위한 커버 글라스이다.

[0027] 선택적으로, 캐리어 기판은 유리, 플라스틱 소재 또는 다른 투명 소재를 포함한다.

[0028] 선택적으로, 캐리어 기판은 유연하거나 단단하다.

[0029] 선택적으로, 캐리어 기판은 이미지 생성기로부터 방출된 광을 조작하도록 구성된 하나 이상의 광학 구성요소를 포함한다.

[0030] 선택적으로, 복수의 ILED 배열 칩은 접착제를 사용하여 캐리어 기판에 접합되고, 선택적으로, 접착제는 투명한, 디스플레이에서 사용하기 위한 것이다.



- [0031] 선택적으로, 복수의 ILED 배열 칩은 적색, 녹색 또는 청색 광 각각을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 ILED 배열 칩을 포함한다.
- [0032] 선택적으로, 방법은 삼각, 직사각, 육각 또는 테셀레이션이 가능한 임의의 다른 기하학적 형상 중 하나로 복수의 ILED 배열 칩을 형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0033] 선택적으로, 방법은 복수의 ILED 배열 칩의 모서리에 복수의 ILED 이미터를 형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0034] 선택적으로, 방법은 이미지 생성기의 모서리에 복수의 ILED 배열 칩 중 적어도 하나를 접합하는 단계를 더 포함한다.
- [0035] 선택적으로, ILED 배열 칩은 직접 접합 상호연결(direct bonding interconnect)를 사용하여 드라이버 백플레인 에 접합된다.
- [0036] 선택적으로, 방법은 복수의 어드레스 가능한 픽셀이 정의되도록 드라이버 전자 장치에 전기적 통신을 제공하는 단계를 더 포함하고, 각 어드레스 가능한 픽셀은 복수의 인접한 ILED 배열 칩으로부터의 적어도 하나의 ILED 이미터를 포함한다.
- [0037] 선택적으로, 드라이버 백플레인은 활성 백플레인을 포함한다.
- [0038] 선택적으로, 활성 백플레인은 비정질 실리콘(a-Si) 또는 저온 폴리 실리콘(LTPS) 또는 금속 산화물(MO-TFTs)로 제조된다.
- [0039] 선택적으로, ILED 이미터는 마이크로 ILED 이미터이다.
- [0040] 본 발명의 한 측면에 따르면 상술한 바와 같이 제조된 디스플레이에서 사용되기 위한 이미지 생성기가 제공된다.
- [0041] 본 발명의 한 측면에 따르면 상술한 바와 같은 하나 이상의 이미지 생성기를 포함하는 디스플레이가 제공된다.
- [0042] 본 발명의 한 측면에 따르면 복수의 ILED 이미터를 포함하는 ILED 배열 칩으로서, ILED 배열 칩은 캐리어 기판 상에 인접 칩으로부터의 복수의 ILED 이미터가 디스플레이의 픽셀을 형성하도록 배치된 복수의 개별 ILED 배열 칩을 포함하는 ILED 이미지 생성기에서 사용되기 적합한, ILED 배열 칩이 제공된다.
- [0043] 선택적으로, ILED 이미터는 마이크로 ILED 이미터를 포함한다.
- [0044] 본 발명의 제1 측면에 따르면, 하나 이상의 이미터를 포함하는 복수의 LED 칩을 제조하는 단계; 복수의 LED 칩의 전기적 접점이 드라이버와 전기적으로 통신하도록 복수의 LED 칩의 제1 표면을 드라이버와 접합하는 단계를 포함하고, 각 LED 칩은 적색, 녹색 또는 청색 광 중 하나를 생성하도록 구성되고, 드라이버는 LED 칩을 구동하기 위한 전자 장치를 포함하는, 어드레스 가능한 LED 배열 칩을 제조하는 방법이 제공된다.
- [0045] 선택적으로, 방법은 복수의 LED 칩의 전기적 접점이 제1 표면과 반대측의 LED의 제2 표면 상에 있도록 LED 칩을 캐리어 기판에 접합하는 단계 및 LED 칩의 제2 표면을 드라이버에 접합하는 단계를 더 포함한다.
- [0046] 선택적으로, 드라이버는 실리콘 웨이퍼, TFT 백플레인 또는 LED 드라이버 전자 장치의 다른 실시예에 의하여 형성된다.
- [0047] 선택적으로, 방법은 캐리어 기판을 제거하는 단계를 더 포함한다.
- [0048] 선택적으로, 캐리어 기판은 투명하거나 불투명하다.
- [0049] 선택적으로, 캐리어 기판은 어드레스 가능한 LED 배열 칩을 위한 커버 글라스이다.
- [0050] 선택적으로, 캐리어 기판은 유리, 플라스틱 소재 또는 다른 투명 소재를 포함한다.
- [0051] 선택적으로, 캐리어 기판은 유연하거나 단단하다.
- [0052] 선택적으로, 캐리어 기판은 어드레스 가능한 LED 배열 칩으로부터 방출된 광을 조작하도록 구성된 하나 이상의 광학 구성요소를 포함한다.
- [0053] 선택적으로, 복수의 LED 칩 각각의 발광면은 캐리어 기판에 접합된다.
- [0054] 선택적으로, 복수의 LED 칩은 접착제를 사용하여 캐리어 기판에 접합되고, 선택적으로, 접착제는 투명하다.
- [0055] 선택적으로, 복수의 LED 칩은 적색, 녹색 또는 청색 광 각각을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 LED 칩을 포함



한다.

- [0056] 선택적으로, 방법은 삼각, 직사각, 육각 또는 테셀레이션이 가능한 임의의 다른 각진 기하학적 형상 중 하나로 LED 배열 칩을 형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0057] 선택적으로, 방법은 LED 배열 칩의 모서리에 복수의 LED 칩 중 적어도 하나를 접합하는 단계를 더 포함한다.
- [0058] 선택적으로, LED 칩은 직접 접합 상호연결을 사용하여 실리콘 웨이퍼에 접합된다.
- [0059] 선택적으로, 방법은 복수의 어드레스 가능한 픽셀이 정의되도록 드라이버 전자 장치에 전기적 통신을 제공하는 단계를 더 포함하고, 각 어드레스 가능한 픽셀은 각각의 LED 배열 칩으로부터의 적어도 하나의 LED 칩을 포함한다.
- [0060] 선택적으로, 실리콘 웨이퍼는 활성 백플레인을 포함한다.
- [0061] 선택적으로, 활성 백플레인은 비정질 실리콘(a-Si) 또는 저온 폴리 실리콘(LTPS) 또는 금속 산화물(MO-TFTs)로 제조된다.
- [0062] 본 발명의 제2 측면에 따르면, 상술한 바와 같은 방법에 따라 제조된 어드레스 가능한 LED 배열 칩이 제공된다.
- [0063] 본 발명의 제3 측면에 따르면, 상술한 바와 같은 복수의 어드레스 가능한 LED 배열 칩을 포함하는 마이크로 이미지 엔진이 제공된다.

### 발명의 효과

- [0064] 본 발명의 내용 중에 포함되어 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0065] 도 1은 6개의  $\mu$ LED 픽셀을 포함하는 육각형 형상의 칩의 예시이다.
- 도 2는 RGB(백색) 픽셀을 가지는, 타일 배열된  $\mu$ LED 칩을 도시한다.
- 도 3은 이미지 엔진의 단면 AB를 도시한다.
- 도 4는 최소 디스플레이 픽셀 크기 및 ILED 배열 레이아웃과 패킹 밀도의 의존성의 이미지를 도시한다.
- 도 5a는 삼각형 칩으로부터의 RGB 픽셀을 도시한다.
- 도 5b는 사각형 칩으로부터의 R, G, B, G 픽셀을 도시한다.
- 도 6은 a). ILED를 위한 클래스 캐리어를 가지는 & b). 클래스 캐리어를 가지지 않는 집적된 실리콘 구동 회로를 가지는 ILED 이미지 엔진 플랫폼을 도시한다. 예로서, 3 픽셀 컬러 디스플레이가 표시된다.
- 도 7은 이미지 엔진 조립 프로세스의 개요를 제공한다.
- 도 7a는 상단과 측면에서 출발 물질(적색, 녹색 및 청색의 LED 웨이퍼)를 도시한다.
- 도 7b는 상단과 측면에서 웨이퍼 상에 제조된 청색 ILED 장치를 도시한다.
- 도 7c는 상단과 측면에서 캐리어 기판 상에 마이크로 조립된 청색 ILED 장치를 도시한다.
- 도 7d는 상단과 측면에서 캐리어 기판 상에 마이크로 조립된 적색, 녹색 및 청색 ILED 장치를 도시한다.
- 도 7e는 상단과 측면에서 이미지 엔진을 형성하기 위해 제어 전자 장치에 접합된 적색, 녹색 및 청색 ILED 장치를 도시한다.
- 도 7f는 캐리어 기판의 선택적 제거 이후의 이미지 엔진을 도시한다.
- 도 8은 장치 레벨에서 가능한 상호연결 도식의 개요를 제공한다.
- 도 9는 마이크로 ILED의 개략도를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0066] 개시된 방법 및 장치는 초고해상도 응용을 위한 무기 광 이미터의 제조 방법에 관한 것이다. 특히 본 발명은 다

른 물질의 고밀도 R, G 및 B ILED 이미터(서브픽셀)로 이루어진 Si 상의 ILED 디스플레이 집적 및 집적 IC 구동/멀티플렉스 회로를 포함하는 실리콘 기판과의 후속 집적에 의하여 장착 플랫폼 상에 직접 결합하는 방법에 관한 것이다. ILED 이미터는  $\mu$ LED를 포함할 수 있다. 방법 및 장치는 또한 광원이 다수의 가능한 플랫폼을 통해 드라이버 백플레인에 통합된 응용에 관한 것이다.

- [0067] 따라서 적색, 녹색 및 청색 발광원을 위한 다른 물질을 결합하여 고밀도 픽셀을 형성하고 스캔 및 데이터 라인 제어를 위하여 TFT(thin film transistors)와 개별 전하 캐패시터를 결합하는 백플레인에 직접 통합되는 풀컬러 마이크로 이미지 엔진을 형성할 필요가 있다.
- [0068] 특히, ILED 배열은 픽셀 또는 서브 픽셀을 구성하고 궁극적으로 디스플레이를 위한 이미지 엔진을 구성하기 위한 고성능 배열 칩의 조립 및 장착에 기반할 수 있다. 이것은 작은 모놀리식 배열 칩을 사용하여 디스플레이를 위한 이미터의 큰 배열의 형성을 가능하게 한다. 또한 이것은 마이크로 조립 기술에 중대한 난점을 야기할 칩의 조작과 상호연결의 필요 없이 ILED 물질에 기반한 마이크로 디스플레이의 조립을 가능하게 한다.
- [0069] 다음 수단에 의해 가능하게 되는, 마이크로 디스플레이를 위한 고해상도 이미지 엔진을 실현하는 방법이 개시된다: 1) 상이한 형상의 고성능 ILED(예컨대  $\mu$ LED) 배열 칩의 제조 WO 2004/097947 (US 7,518,419); 2) 칩이 작은 피치로 함께 타일 배열되는 모자이크를 형성하기 위한 적절한 구성으로 ILED 배열 칩을 마이크로 조립하기 위한 능력; 3) 이 모자이크와 제어 전자 장치의 상호연결. 대안적인 방법에서, 모자이크는 제어 장치(CMOS나 TFT 백플레인과 같은)에 직접 또는 이어서 제어 장치와 통합되는 캐리어 기판 상에 형성될 수 있다. 칩의 형상은 일정한 피치의 칩의 배열이 더 작은 칩 크기를 사용하여 구성될 수 있게 한다. 상이한 구성이 실현될 수 있고 각 구성 픽셀은 픽셀의 품질과 색상을 좌우한다.
- [0070] 마이크로 조립 방법은 기판이나 컨트롤러 장치 상에 ILED 배열 칩의 배열을 생성하는 방법으로 스탬프 프로세스, 진공, 압전 소자형(piezoactuated), 잉크 전사, 레이저 보조, 자기 조립 및/또는 자기 전사를 포함할 수 있다.
- [0071] ILED 이미지 생성기의 제조에 사용되는 방법과 연관된 단계의 상세한 설명은 아래에 설명된다. 도 7a-f는 각 단계와 연관된 이미지를 제공한다. 기재된 방법은 CMOS 드라이버 회로 상에 장착된 RGB 디스플레이를 위한 것이다. 방법의 변형이 본 드라이버 회로와의 통합 또는 모놀리식이나 다른 색상 변화의 제조에 있어서 필요할 수 있다. 방법의 이러한 변형 또한 본 발명에 포함된다.
- [0072] 1) 사용되는 시작 물질은 반도체 웨이퍼이다. R, G, B 디스플레이를 위하여, 3개의 반도체 웨이퍼가, 각 색상에 하나씩 필요하다.
- [0073] 2) 모놀리식 ILED 배열 칩이 반도체 웨이퍼에서 제조된다. 기판 상의 ILED 배열 칩의 레이아웃은 표적 디스플레이의 레이아웃에 따른다.
- [0074] 3) 단일 색상 웨이퍼로부터의 모놀리식 ILED 배열 칩이 캐리어 기판 상에서 적절한 마이크로 조립 방법을 사용하여 조립된다. ILED 배열 칩을 위한 접촉 패드는 기판 반대측을 향한다.
- [0075] 4) ILED 배열 칩을 위하여 상이한 색상의 웨이퍼에서 공간이 남겨진다.
- [0076] 5) 다른 웨이퍼로부터의 모놀리식 ILED 배열 칩이 캐리어 기판으로 마이크로 조립된다.
- [0077] 6) ILED 배열 칩을 위한 접점이 드라이버 장치의 접촉 패드와 연결된다. 이것은 모든 ILED 배열 칩이 캐리어 기판 상에 있으므로 단일 단계로 완료될 수 있다.
- [0078] 7) 캐리어 기판이 ILED 배열 장치에서 제거된다.
- [0079] 디스플레이의 최종 이미지 생성기는 모놀리식이 아님을 유의하여야 한다. 작은 모놀리식 ILED 배열 칩의 배열이라 하는 것이 더 정확하다. 이것은 모놀리식 ILED 배열(광원이 단일 칩에서 제조되는) 및 모놀리식 드라이버 회로와 통합된 OLED 장치 양자와 장치를 실질적으로 구별한다.
- [0080] 몇몇 ILED 배열 칩 형상과 구성이 논의된다. 가장 단순한 형식은 각 모서리에 하나, 최대 4개의 복수의 ILED 이미터를 가지는 사각 ILED 배열 칩이다. 이 칩들이 타일 배열될 때 NxM 칩 배열을 형성하고, 각 픽셀이 복수의 인접 ILED 배열 칩으로부터의 이미터를 포함하는, 대응하는 픽셀 배열을 가진다.
- [0081] 디스플레이 픽셀은 복수의 이웃 모놀리식 칩의 모서리로부터 하나씩 ILED 이미터로 이루어져 형성된다. 상이한 파장의 칩이 이웃한 위치에 타일 배열될 때, 4개의 이미터 요소로 이루어진 백색 픽셀이 형성될 수 있는데, 예

컨대 적색, 녹색, 청색, 녹색 픽셀 구성이다. 두번째 녹색은 녹색 LED 소재의 현재의 고유한 저효율을 보상한다. ILED 배열 칩의 모든 코너가 이미터 픽셀을 가져야 하지는 않다. 예를 들어, RGB의 배열은 세 모서리의 이미터와 4번째 모서리의 n-접점 또는 비활성 영역의 사각 칩을 사용하여 형성될 수 있다.

- [0082] 예시적인 방법 및 장치에서, 소재의 사용 효율이 최대화되므로, 도 2를 참고하면, 삼각형 또는 육각형 배열 칩이 3 픽셀 백색 요소의 형성에 사용될 수 있다. 이것은 적색, 녹색, 청색 픽셀로 이어질 수 있다. 도 2는 상술한 하나 이상의 조립 기술을 사용하여 기판 상에 조립된 복수의 ILED 배열 칩을 도시한다. 한 구성에서 디스플레이 픽셀의 최소 크기( $X_{min}$ )(디스플레이 해상도와 관련되는)는  $(2 \times (D_p + D_e) + S_c)$ 로 정의되고,
- [0083] ●  $D_p$ 는 ILED(예컨대,  $\mu$  ILED) 이미터의 직경;
- [0084] ●  $S_c$ 는 캐리어 상의 ILED 배열 칩 간의 간격; 및
- [0085] ●  $D_e$ 는 칩의 모서리로부터 ILED 이미터의 거리이다.
- [0086] 이에 대한 더 자세한 도면은 도 4에 도시된다.
- [0087] 드라이버 백플레인으로서의 칩의 접촉은 컨트롤러 회로의 디자인에 의존한다. 디스플레이 픽셀의 이미터의 모든 p-접점(양극)은 함께 연결되는 것이 가능하다. 이들 모놀리식 ILED 배열 칩이 다른 ILED 이미터와 n-접점을 공유할 수 있는 반면, 이것은 동일한 디스플레이 픽셀로부터의 것이 아닐 것이다. 그러므로 디스플레이 서브 픽셀로부터의 광 출력은 다른 ILED 배열 칩과 공유하는 p-접점을 구동함으로써 생성될 수 있다. 도 8은 장치 수준에서의 상호연결 도식의 개요를 제공한다. 청색 픽셀을 조명하기 위하여, 전압이 적색, 녹색 및 청색 서브 픽셀에 대한 p-접점에 인가된다. 그 후 청색 서브 픽셀에 대한 n-접점은 접지되어 청색 장치만 조명되는 결과가 된다.
- [0088] 칩의 요소의 설명은 다음과 같다:
- [0089] 1. ILED 배열 칩은 칩당 하나 이상의 발광 영역이 있도록, 즉 칩이 배열이도록 디자인된다.
- [0090] 2. 칩당 하나 이상의 n 접점이 있다.
- [0091] 3. 전체 이미지 생성기의 고해상도 픽셀은 도 2에 도시된 바와 같이, 복수의 ILED 칩으로부터의 몇몇 이미터를 포함한다.
- [0092] 4. 디자인은 한 칩 상에 복수의 이미터 서브픽셀을 포함하는 ILED 배열 칩이 인접 ILED 배열 칩에 가까이 위치될 수 있게 하여, 인접 칩의 이미터가 함께 단일 디스플레이 픽셀을 형성할 수 있다. 디자인은 디스플레이에 걸쳐 칩, 픽셀 및/또는 이미터 사이의 일정한 피치를 가능하게 하는 것을 목표로 할 것이다.
- [0093] 5. ILED 배열 칩은 삼각형, 사각형, 오각형 또는 육각형을 포함하는 다수의 형상으로 제조될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예시적인 방법 및 장치에서, ILED 배열 칩은 테셀레이션(tessellation)을 가능하게 하는 형상이다.
- [0094] 6. 이미터는 특정 형상을 가지는 ILED 배열 칩의 모서리에 또는 근처에 위치할 수 있다. 이것은 인접 칩 상의 이미터 간의 거리(도 4의  $D_e$ 로 도시)를 최소화할 수 있다.
- [0095] 7. 컬러 디스플레이를 위하여 백색 픽셀이 상이한 파장 발광을 가지는 ILED 배열 칩의 인접한 배치에 의하여 형성될 수 있다.
- [0096] 8. 백색 픽셀을 형성하는 인접 픽셀은 개별적으로 연결되거나 함께 연결될 수 있다. 이것은 2번에 관련된 것인데, 각 이미터는 자체의 n-접점(개별적으로 어드레스 가능)을 가질 수 있거나 이미터는 동일한 칩 상의 다른 이미터와 n-접점을 공유할 수 있다(즉, 매트릭스 어드레싱).
- [0097] 9. 전체 광 출력의 제어는 각 이미터의 p-접점에서, 각 이미터의 n-접점에서 또는 양자의 혼합에서 전류 및/또는 전압을 통해 될 수 있다.
- [0098] 10. 다중 파장 디스플레이에서 색상의 비율은 칩 디자인과 칩의 배열로 결정될 수 있다. 칩 디자인과 배열은 백색 픽셀의 픽셀의 수를 좌우할 것이다.
- [0099] 예로서, 몇몇 디스플레이 조립 프로세스가 개시된다. 이들 디스플레이 조립 프로세스는 본 발명에서 설명되는 방법이 어떻게 디스플레이 산업에서 현재 사용되는 일반적 프로세스 흐름과 통합될 수 있는지를 강조한다. 이들 디스플레이 조립 프로세스는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- [0100] ● 제1 디스플레이 조립 프로세스는 제어 회로를 위한 주류 TFT 제조 프로세스와 호환가능한 방법을 개시한다. 이 방법에서, ILED 배열 칩이 장착되는 캐리어 기판은 제조 프로세스의 일반 구성요소(커버글래스와 같은)이고 드라이버 전자 장치(백플레인과 같은)와의 상호연결이 일반 TFT 조립 프로세스의 일부로서 발생한다. 이 플랫폼에서 캐리어 기판은 조립 후 디스플레이의 일부로서 남고, TFT와 캐리어 기판은 함께 디스플레이의 골격을 형성한다.
- [0101] ● 제2 디스플레이 조립 프로세스는 ILED 배열 칩을 캐리어로 사용되는 임시 기판에 장착하는 것을 수반하는데, 그 후 적절한 접합 방법에 의해 디스플레이의 드라이버 전자 장치에 부착된다. 임시 기판은 그 후 제거되어, ILED 배열 칩이 CMOS 상에 장착된 채로 남긴다. 이 플랫폼에서, 드라이버 전자 장치는 디스플레이의 골격을 형성하고 CMOS의 마이크로 디스플레이와 연관된다.
- [0102] ● 제3 흐름에서, 드라이버 전자 장치는 별개의 전자 칩이고 캐리어 기판 상에 조립된다. 이들은 이어서 ILED 배열 칩에 상호연결된다. 이러한 접근 방법에서 캐리어 기판은 영구적이고 디스플레이의 골격을 형성한다.
- [0103] 기판은 예시적인 방법 및 장치에서 영구적일 수 있는데, 특히 만약 기판이 ILED 배열 칩에 의해 방출되는 파장에 투명하다면(예컨대, 유리 기판) 그렇다. 기판은 그 후 디스플레이의 외부 표면을 형성할 수 있다.
- [0104] 상술한 모든 흐름에 대해서 활성 구성요소가 이미터로부터 이격되도록 ILED 배열 칩을 수동 매트릭스 상에 장착하는 것 또한 가능하고 본 발명에 포함됨을 유의하여야 한다.
- [0105] 개시된 디스플레이 조립 프로세스는 마이크로 조립 방법으로 고해상도 ILED 배열 칩 배열 디자인을 조합하여 TFT 통합 및 제조와 호환가능하게 한다. 예시적인 방법에서, 제1 프로세스 흐름과 상기 항목들은 대체로 상술한 방법과 동일하다. 주요 차이점은 구성요소(TFT 대 CMOS) 및 최종 폼 팩터(캐리어 온 또는 캐리어 오프)이다.
- [0106] 이러한 조립의 예시가 본 명세서에 개시된다. 얻어진 배열 칩은 픽셀이 인접 칩의 이미터로부터 형성되도록 위치된 복수의 ILED 배열 칩을 포함하고, 그 후 최종 디스플레이의 구성요소에 조립된다. 이후, 이것은 TFT 제어 회로를 포함하는 TFT 평면 백플레인과 상호연결된다. 비정질 실리콘을 사용하는 TFT(a-Si TFTs), 금속 산화물을 사용하는 TFT(MO-TFT's) 또는 저온 폴리실리콘을 사용하는 TFT(LTPS-TFT's)는 ILED에 전류를 제공하고, 그럼으로써 그 각각의 밝기를 제어한다.
- [0107] 본 명세서에 개시된 방법 및 장치는 LCD/TFT 제조 라인의 셀 생산 라인에 적합한 마이크로 조립 프로세스를 사용하는, 폴리이미드/개스킷 액정 주입/글래스/샌드위치/편광자를 대응하는 마이크로 조립 프로세스 단계로 교체하는 디스플레이 조립 프로세스를 포함한다. IC 배치, 이방 전도성 필름(ACF) 레미네이션 및 리본 케이블을 위한 모듈 생산은 OLED나 ILED 기술에게 불가지(agnostic)가 될 것이다. 이 기술은 TFT 라인의 제조에 충분히 지장을 주지 않는 것으로 간주된다. 장점은 LCD/TFT 백플레인과는 달리 마이크로 ILED/TFT 디자인이 백라이트의 필요성 때문에 충진을 손실을 겪지 않는다는 것이다. 최종 조립 금속 베젤 조립과 패키징은 백라이트의 필요를 제거한다.
- [0108] 예시적인 방법 및 장치에서, ILED 배열 칩은 특히 복수의 컬러 칩이 가깝게 조립되어 본질적으로 고밀도 백색 디스플레이 픽셀을 드라이버 백플레인 상에서 직접 생성할 수 있도록 디자인된다. 그 후 디스플레이 배열의 ILED 배열 칩을 포함하는 이미지 엔진 및 TFT 백플레인은 컨트롤러 IC와 통합되고 ACF/FPC 케이블로 PCB 마더보드에 연결될 수 있다.
- [0109] 제2 디스플레이 조립 프로세스에서, 고해상도 ILED 배열 칩이 적합한 투명 기판 상에 똑바로 직접, 즉 ILED 배열 칩의 발광면이 투명 기판을 향하여 장착된다. 투명 기판은 임시 또는 영구적으로 ILED 배열 칩에 고정될 수 있다. 그 후 ILED 배열 칩은 드라이버 백플레인 및 IC 컨트롤러에 적합한 무선 상호연결 접합 방법을 사용하여 연결된다. 무선 직접 접합 방법은 와이어본드, 솔더 범핑/플립칩 기술의 필요성을 제거하고 따라서 상호연결을 단순화한다.
- [0110] 상호연결을 형성하는 예시적인 방법 및 장치에서, 각 칩의 산화규소나 질화규소 표면 간의 공유결합 상은 결합이 형성된다. 직접 결합은 칩들 간에 효과적인 전기적 연결을 형성하는 금속 패턴을 포함하는 칩 표면 간의 매우 높은 결합 에너지를 특징으로 한다. 이 기술로 이들 전기 연결의 낮은 저항이 더 좋은 전력 효율을 가능하게 하고 모듈의 전체 전력 소비를 감소시킨다.
- [0111] 일반적으로 제어 전자 장치는 투명하지 않다. 백라이트 LCD 디스플레이에서 사용되는 활성 백플레인의 경우, 상당한 노력이 제어 회로의 크기를 최소화하기 위해 이루어진다. 이것은 회로에 의해 차단되고 낭비되는 일 없이 픽셀을 통과하는 광량을 최대화하게 한다. 예시적인 방법 및 장치에서, 패시브 매트릭스 구동 방식을 사용하는



것이 가능하다. 패시브 매트릭스 구동 방식에서 양극과 음극 제어 라인은 서로 수직으로 배열된다. 이미터(이 경우 ILED 배열 칩)는 ILED 배열 칩이 양극과 음극 라인의 적절한 선택을 통해 선택적으로 조명될 수 있도록 장착된다. 드라이버 회로는 발광 및 투과 영역에서 떨어져 위치한다. 이러한 배열의 이점은 드라이버 회로의 단순화와 디스플레이의 투명도 증가이다. 하지만, 이 접근 방법은 복수의 픽셀에 걸쳐 구동되어야 하는 전류 및 연관된 손실 때문에 배열의 크기에 제한된다.

- [0112] 이미지 엔진을 위한 작은 ILED 배열 칩의 사용은 큰 모놀리식 배열 칩의 수율 손실과 연관된 문제를 크게 감소시킨다. 이미터가 실패할 때, 모놀리식 ILED 칩은 버려져야 한다. 작은 ILED 배열 칩에서, 칩의 폐기는 재료의 작은 손실을 야기한다. 큰 모놀리식 배열에 대해서, 실패한 이미터는 많은 양의 작업 소재의 칩의 폐기를 야기하고 따라서 상당한 수율 손실을 초래한다. 또한 광 출력 성능에 기반한 ILED 배열 칩의 폐기를 가능하게 하고 따라서 보다 균일하고 덜 복잡한 제어 회로를 제공한다. 드라이버 백플레인 상의 광원의 직접 통합은 더 높은 밀도의 상호연결, 더 좋은 성능과 신뢰성을 가지는 최소 부피 패키징을 위한 다수의 경쟁력 있는 장점을 가진다.
- [0113] 본 명세서에 개시된 방법과 장치는 또한 패시브 매트릭스를 포함할 수 있다. 이것의 장점은 광이 최소의 방해로 통과할 수 있게 하는 투명 디스플레이의 가능성을 포함한다. 이러한 개념은 증강 현실 시스템이나 디스플레이 콘택트 렌즈에 적용될 수 있다.
- [0114] 본 명세서에서 사용되는 정의는 다음과 같다:
- [0115] 캐리어 기판: ILED 칩이 마이크로 조립되는 기판을 포함한다. 캐리어 기판은 임시적일 수 있거나, 영구적인 투명 캐리어 기판이 사용될 수 있다.
- [0116] 드라이버: 제어 전자 장치 및/또는 연관된 접점을 찾을 수 있는 물질. 이것은 드라이버 전자 장치, TFT 백플레인 또는 디스플레이 기술에서 사용되는 다른 형식의 컨트롤러를 가지는 실리콘 웨이퍼일 수 있다.
- [0117] 디스플레이 픽셀: 디스플레이의 사용자가 보는 RGB 픽셀을 포함한다.
- [0118] 디스플레이 서브 픽셀: 단일 색상에 의하여 및 선택적으로 단일 이미터에 의하여 형성되는 디스플레이 픽셀의 작은 단위.
- [0119] 이미터: 디스플레이 픽셀의 가장 기본적인 구성 블록을 포함하며 마이크로 ILED 광원일 수 있다. 이미터는 복수의 이미터를 포함하는 마이크로 ILED 칩 상에 있을 수 있다. 이미터가 단일 LED 장치 또는 LED 장치들의 클러스터를 포함하더라도, 이미터는 개별적으로 어드레스될 수 있는 더 작은 구성요소를 포함하지 않을 수 있다.
- [0120] 클러스터: 개별적으로 어드레스될 수 없는 이미터의 그룹을 포함한다.
- [0121] ILED 칩: 오직 하나의 기능 구성요소(클러스터 또는 이미터)를 가지는 LED 장치(ILED 칩을 포함하여)를 포함한다. 주의: 이것은 ILED 배열 칩과는 구별될 수 있는데, LED는 개별적으로 어드레스될 수 있다. LED 칩은  $\mu$ LED 이미터, 마이크로 HBD 이미터 또는 다른 타입의 작은 LED 이미터를 포함할 수 있다.
- [0122] ILED 배열 칩: 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 발광 영역을 포함하는 LED 칩을 포함한다.
- [0123] ILED 이미터는 도 9에 도시된 마이크로 ILED 이미터일 수 있는데, 도 9는 WO 2004/097947(US 7,518,149)에서 제안된, 높은 추출 효율을 가지고 유사-콜리메이트 광(quasi-collimated light)을 출력하는 것과 그 형태가 유사한 마이크로 ILED 구조(900)를 도시한다. 이러한 마이크로 ILED(900)는 도 3에 도시되는데, 기판(902)은 그 위에 위치된 반도체 에피택셜 층(904)를 가진다. 에피택셜 층(904)은 메사(906)로 형성된다. 활성(또는 발광) 층(908)은 메사 구조(906)에 둘러싸인다. 메사(906)는 광 투과 또는 발광면(910)의 반대측에 절삭된 꼭대기를 가진다. 메사(906)는 또한 장치 내에서 생성 또는 검출된 광을 위한 반사 인클로저를 형성하기 위해 거의 포물선 형상을 가진다. 화살표(912)는 활성층(908)에서 방출된 광이 LED 장치(900)를 탈출하기 충분한 각도(즉, 내부 전반사 각도 이내)로 메사(906)의 벽으로부터 광 출사면(910)을 향해 어떻게 반사되는지를 나타낸다.
- [0124] 본 명세서에 개시된 방법 및 장치는 다음 번호의 항목들로 정의될 수 있다:
- [0125] 1. 어드레스 가능한 마이크로 이미지 엔진으로서:
- [0126] a. 마이크로 조립 기술을 사용하여 마이크로 디스플레이 배열의 고해상도 디스플레이 픽셀을 형성하도록 배열된 ILED 배열 칩
- [0127] b. 하나 이상의 ILED 이미터를 포함하는 디스플레이 픽셀

- [0128] c. 하나 이상의 ILED 광 이미터를 포함하는 ILED 배열 칩을 포함하고,
- [0129] d. 단일 ILED 배열 칩이 이웃 디스플레이 픽셀이 동일한 마이크로 ILED 배열 칩으로부터의 다른 이미터를 사용할 수 있도록 하나 이상의 디스플레이 픽셀과 이미터를 공유할 수 있다.
- [0130] 2. 1에서, ILED 배열 칩은 하나 이상의 파장의 것이다.
- [0131] 3. 소재는 GaN, GaAs, GaP 또는 임의의 다른 발광 반도체 물질이다.
- [0132] 4. 1에서, 개별 ILED 배열 칩은 마이크로 조립 방법을 사용하여 조립된다.
- [0133] 5. 1에서, ILED 배열 칩 간의 간격은  $< 100 \mu\text{m}$ 이다.
- [0134] 6. 1에서, 광은 레이저 다이오드, VCSEL, RCLED 또는 임의의 다른 형식의 발광 반도체에 의하여 생성된다.
- [0135] (모듈)
- [0136] 7. 어드레스 가능한 배열 마이크로 디스플레이 모듈로서:
- [0137] a. 픽셀의 고해상도 배열을 형성하도록 함께 타일 배열된 ILED 배열 칩
- [0138] b. 수신 정보에 기반하여 조명되는 이미터를 결정하는 드라이버 전자 장치
- [0139] c. 드라이버와 ILED 배열 칩 간의 상호연결 방법을 포함한다.
- [0140] 8. 마이크로 조립 제조 플랫폼으로서:
- [0141] i. 고성능 ILED 배열 칩의 배열을 포함하는 ILED 배열
- [0142] ii. 임시 또는 영구적 캐리어 플랫폼
- [0143] iii. ILED 이미지 생성기를 제조하도록 마이크로 조립 방법 또는 직접 결합을 사용하여 ILED 배열을 드라이버에 직접 통합하는 방법
- [0144] iv. 캐리어 플랫폼에 마이크로 조립으로 조립될 준비가 된 ILED 배열 칩 및 백플레인 회로를 제조하는 방법을 포함한다.
- [0145] 9. 7에서, 드라이버는 저온 폴리 실리콘(LTPS)로 이다.
- [0146] 10. 7에서, 드라이버는 비정질 실리콘(a-Si) 타입인 어드레스 가능하다.
- [0147] 11. 7에서, 드라이버는 컨택트 라인을 통하고 컨트롤러 칩은 원격으로 위치한다.
- [0148] 12. 7에서, 드라이버는 CMOS 칩이다.
- [0149] 13. 7에서, 상호연결 방법은 솔더 볼을 통한다.
- [0150] 14. 7에서, 상호연결은 직접 접합 상호연결 타입의 프로세스를 통해 일어난다.
- [0151] 15. 7에서, 상호연결은 금속-대-금속 타입의 프로세스를 통해 일어난다.
- [0152] (ILED 배열 칩)
- [0153] 16. ILED 배열 칩으로서:
- [0154] a. 하나 이상의 어드레스 가능한 발광 영역을 가지는 ILED 배열 칩;
- [0155] b. 모서리에 ILED 이미터가 배치되는 삼각, 사각, 육각 또는 다른 형상의 구성을 가지는 ILED 배열 칩을 포함한다.
- [0156] 17. 이미터의 수는 디자인의 모서리의 수에 관련될 수 있다. 예를 들어 사각 칩은 4개의 이미터를 가질 수 있고, 오각 칩은 5개의 이미터를 가질 수 있고, 육각 칩은 6개를 가질 수 있는 등이다.
- [0157] 18. ILED 배열 칩의 형상은 디스플레이 픽셀 디자인에 관련될 수 있고 LED 제조 프로세스의 사양에 기반하여 임의로 선택되지 않는다.
- [0158] 19. ILED 배열 칩은 하나 이상의 디스플레이 픽셀에 이미터를 기여할 수 있다.



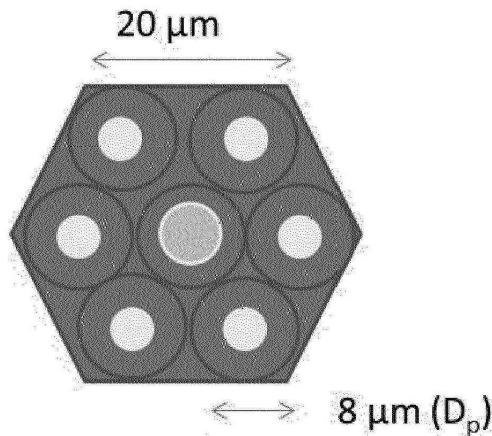
- [0159] 20. ILED 배열 칩은 각 모서리에 하나 이상의 픽셀을 가져 중복을 허용할 수 있다.
- [0160] 21. 발광 영역은 LED, 레이저, VCSEL, RCLED 또는 다른 발광 반도체 구조에 기인할 수 있다.
- [0161] 22. 배열의 이미터는  $\mu$ LED, HBD 또는 임의의 다른 형식의 소형 이미터의 형식이다.
- [0162] 23. ILED 배열 칩은 매트릭스 어드레스 방식을 사용하여 구동될 수 있다.
- [0163] 24. ILED 배열 칩은 개별적 어드레스 방식을 사용하여 구동될 수 있다.
- [0164] 25. 개별 ILED 칩의 이미터의 p-접점은 서로 연결되어 조명이 p-접점의 바이어스와 공유된 n-접점의 것 양자에 의하여 제어될 수 있다.
- [0165] (조립 프로세스)
- [0166] 26. 다음 단계의 일부 또는 전부를 포함하는 고밀도 디스플레이 장치의 제조 방법:
- [0167] ● 소형 ILED 배열 칩이 미리 선택된 형상으로 제조된다. 일반적으로  $\mu$ LED 이미터는 형상의 모서리에 있을 것이다.
- [0168] ● ILED 배열 칩은 p-접점 및 하나 이상의 n-접점과 연관된 다수의 이미터 픽셀로 이루어질 것이다.
- [0169] ● 픽셀화된 ILED 배열 칩이 캐리어 기판 상에 장착되고 접착제 또는 다른 결합 물질로 고정된다. 단일 색상/웨이퍼 타입이 한번에 설치된다. 후속 단계가 요구되는 모든 색상/칩이 기판에 설치될 때까지 취해진다.
- [0170] ● 칩을 위한 전기적 접점이 캐리어 기판의 반대 방향을 향할 것이다.
- [0171] ● 기판은 투명하거나 불투명하다. 접착제는 제거가능하거나 제거가능하지 않다. 제거가능 접착제는 불투명 기판에 사용되어야 한다.
- [0172] ● 상술한 이 배열은 장치의 이미지 엔진 구성요소를 형성한다.
- [0173] ● 그 후 캐리어 기판은 드라이버 전자 장치와 상호연결된다. 이것은 DBI(Direct Bonding Interconnect) 프로세스 또는 다른 유사한 프로세스를 사용하여 드라이버 칩이 제조되는 실리콘 웨이퍼에 플립-칩 장착을 통해 일어날 수 있다.
- [0174] ● ILED 다이와 실리콘 웨이퍼 모두 패드가 호환가능하고 적절한 금속 마감이 DBI 프로세스에서 요구되는 양 측면에 적용되도록 디자인될 것이다.
- [0175] ● 이 시점에서 캐리어 기판은 이제 필요한 경우 제거가능하다. 투명 기판 웨이퍼는 이제 제거된다.
- [0176] ● 대안적으로 캐리어 기판은 장치의 성능을 위한 임의의 추가적인 구성요소를 통합시키는데 사용될 수 있다. 이들은 광학 장치 또는 전기적 구성요소를 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0177] ● 조합된 ILED/실리콘 구조는 이제 다이싱되어 단일 칩 컬러 마이크로 디스플레이가 된다.
- [0178] 27. 26에서, ILED 칩은 드라이버에 일반 디스플레이 제조 프로세스의 일부로서 상호연결된다.
- [0179] 28. 26에서, 디스플레이의 커버 글래스는 캐리어 기판으로 기능한다.
- [0180] 29. 26에서, 드라이버는 활성 백플레인 타입의 장치이다.
- [0181] 30. 26에서, 활성 백플레인은 비정질 실리콘(a-Si) 또는 저온 폴리 실리콘(LTPS) 또는 금속 산화물(MO-TFTs)로 제조된다.
- [0182] (캐리어 기판)
- [0183] 31. 캐리어 기판은 유리, 플라스틱 또는 다른 투명 소재일 수 있다.
- [0184] 32. 캐리어 기판은 단단하거나 유연할 수 있다.
- [0185] 33. 캐리어 기판은 영구적이거나 제거가능할 수 있다.
- [0186] 34. 캐리어 기판은 광을 더 조작하기 위한 추가적이고 선택적인 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0187] (일반 성능)

- [0188] 35. 디스플레이로부터의 광 출력은  $50\text{cd/m}^2$ 보다 크다.
- [0189] 36. 디스플레이의 픽셀 간의 피치는  $100\mu\text{m}$ 보다 작다.
- [0190] 37. 디스플레이의 크기는  $16 \times 16$ 픽셀 내지는  $2560 \times 2480$ 픽셀 사이의 범위일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0191] 38. 디스플레이의 각 이미터는  $1\text{nA}$  및  $1\text{A}$  사이의 전류를 소비할 수 있다.
- [0192] 39. 마이크로 조립 제조 플랫폼으로서,
- [0193] i. 고성능 ILED 칩의 배열을 포함하는 ILED 배열
- [0194] ii. 임시 또는 영구적 캐리어 플랫폼
- [0195] iii. 마이크로 조립 방법 또는 ILED 이미지 엔진 제조를 위한 직접 결합을 사용한 ILED 배열의 드라이버로의 직접 통합 방법
- [0196] iv. 캐리어 플랫폼에 마이크로 조립으로 조립될 준비가 된 ILED 배열 칩 및 백플레인 회로를 제조하는 방법을 포함한다.
- [0197] 40. 마이크로 조립 제조 플랫폼으로서,
- [0198] a. 마이크로 조립 프로세스를 사용하여 더 큰 배열을 형성하기 위해 타일 배열된 ILED 배열 칩
- [0199] b. 배열의 이미터를 제어하기 위해 사용되는 드라이버 전자 장치
- [0200] c. ILED 배열과 드라이버의 상호연결 방법으로 이루어진다.
- [0201] 41. ILED 배열 칩으로서,
- [0202] a. 하나 이상의 어드레스 가능한 발광 영역을 가지는 ILED 배열 칩
- [0203] b. 모서리에 ILED 이미터가 배치되는 삼각, 사각, 육각 또는 다른 형상의 구성을 가지는 ILED 배열 칩을 포함하고,
- [0204] c. 이미터의 수는 디자인의 모서리의 수에 관련될 수 있다. 예를 들어 사각 칩은 4개의 이미터를 가질 수 있고, 오각 칩은 5개의 이미터를 가질 수 있고, 육각 칩은 6개를 가질 수 있는 등이다.
- [0205] d. ILED 배열 칩은 단일 파장 또는 복수 파장일 수 있다.
- [0206] e. 각 ILED 배열 칩은 하나 이상의 디스플레이 픽셀에 이미터를 기여할 수 있다.
- [0207] 42. 캐리어 기판이 다음과 같은 한 제조 플랫폼의 일부로서 사용될 수 있다:
- [0208] a. ILED 배열 칩은 드라이버와 인터페이스 전 임시 또는 영구적 캐리어 기판에 장착될 수 있다.
- [0209] b. 캐리어 기판은 컨트롤러 전자 장치와 인터페이스 후 제거되거나 제거되지 않을 수 있다.
- [0210] c. 캐리어 기판은 마이크로 광학체를 포함하여 ILED 장치의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0211] d. 마이크로 광학체는 ILED 배열 칩의 발광면에 직접 장착되어 그 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0212] e. 마이크로 광학체는 ILED의 발광면에 스탬핑, 리소그래피 또는 다른 프로세스를 통하여 생성될 수 있다.
- [0213] f. 광 흡수 소재가 칩 사이에 배치되어 픽셀의 대비를 향상시킬 수 있다.
- [0214] g. 장치의 열적 관리를 위해 열전도성 물질이 칩 사이에 배치될 수 있다.
- [0215] h. 열전도성 층이 장치의 N-측에 사용되어 열적 관리를 향상시킬 수 있다.
- [0216] i. ILED 배열 칩이 활성 또는 매트릭스 어드레싱 방식을 사용하여 구동될 수 있다.
- [0217] j. 상호연결 층이 하나 이상의 ILED 배열 칩으로부터의 이미터를 어드레스할 수 있다.
- [0218] k. 각 LED의 p 접점이 컨트롤러 칩과 동일한 측면에 있을 수 있다.
- [0219] l. n 접점 각각이 컨트롤러 칩과 동일 또는 상이한 측면에 있을 수 있다.

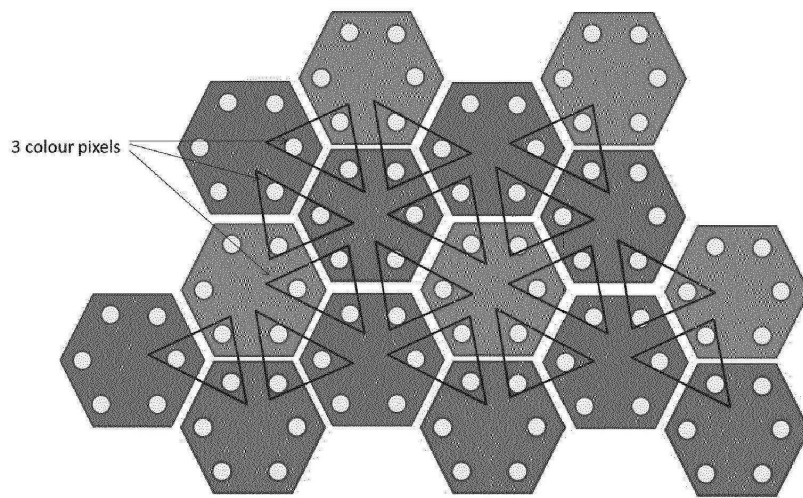
- [0220] m. 이미터를 통한 전류가 p-접점, n-접점 또는 양자의 혼합을 통해 제어될 수 있다.
- [0221] 43. 컨트롤러/조립
- [0222] a. 단일 컨트롤러 칩에 장착된 하나 이상의 ILED 칩이 있다.
- [0223] b. 드라이버 전자 장치는 활성 백플레인의 형식일 수 있다.
- [0224] c. 드라이버 전자 장치는 CMOS 칩의 형식일 수 있다.
- [0225] d. 드라이버 전자 장치는 수동 매트릭스 구동 방식을 위한 제어 라인의 형식일 수 있다.
- [0226] e. 활성 백플레인은 LTPS의 형식일 수 있다.
- [0227] f. 활성 백플레인은 a-Si의 형식일 수 있다.
- [0228] 44. 조립의 다른 실시예에서, 코어 장치의 전기 접점은 연결 지점으로 추적 될 수 있다. 이러한 추적은 금속성 이거나 도전성 산화물과 같은 다른 유형일 수 있다. 그 후 이들은 제어 전자 장치의 연결을 가능하게 하는 장착 패드에서 종료될 수 있다.
- [0229] 45. 디스플레이로부터의 광 출력은  $50\text{cd}/\text{m}^2$ 보다 크다.
- [0230] 46. 디스플레이의 픽셀 간의 피치는  $100\text{ }\mu\text{m}$ 보다 작다.
- [0231] 47. 디스플레이의 크기는  $16 \times 16$ 픽셀 내지는  $2560 \times 2480$ 픽셀 사이의 범위일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

## 도면

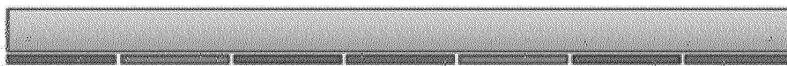
### 도면1



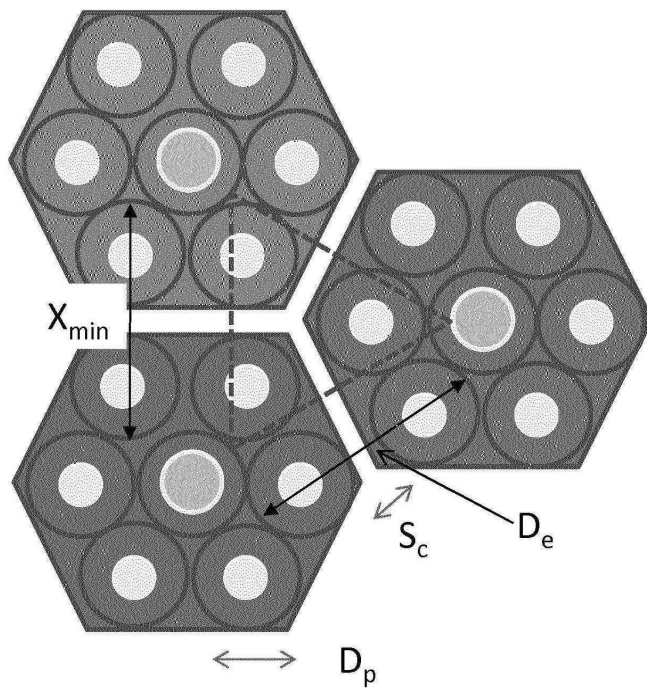
도면2



도면3

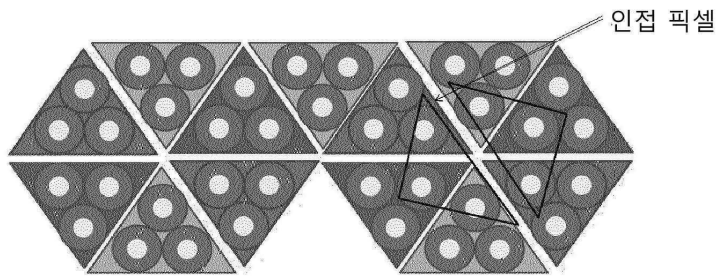


도면4

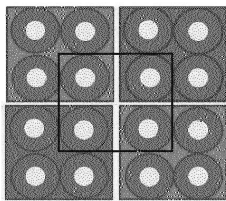




도면5a

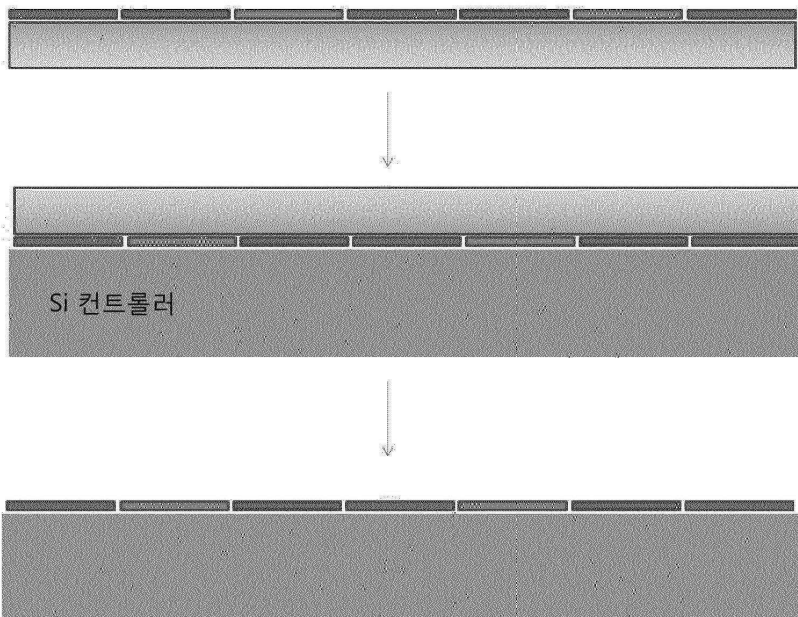


도면5b

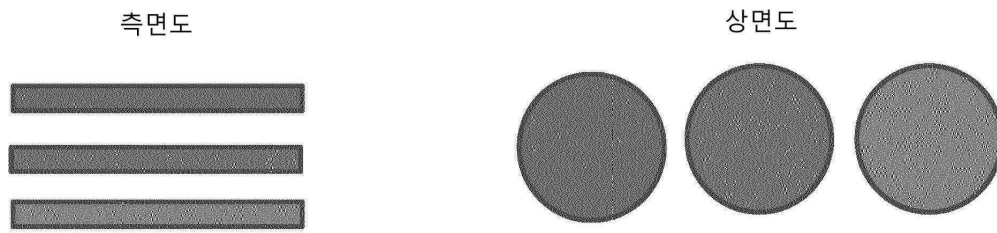


도면6

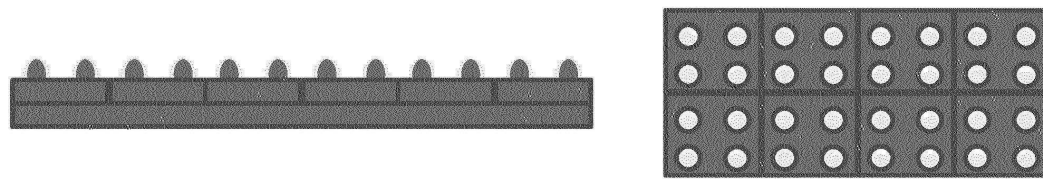
복수 색상의 캐리어 기판



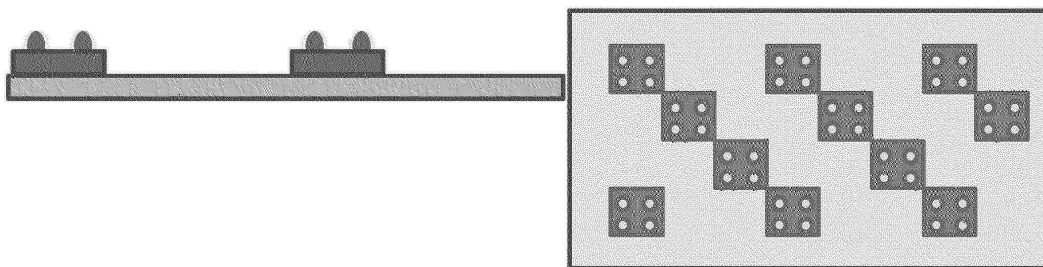
도면7a



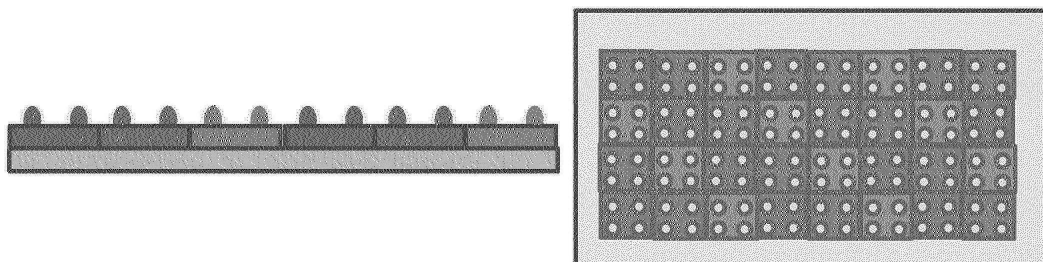
도면7b



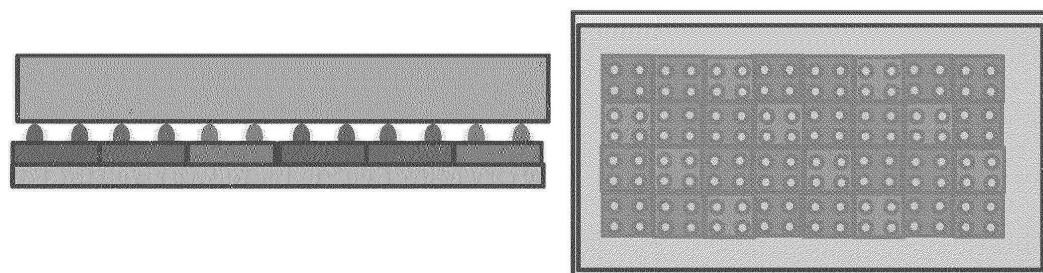
도면7c



도면7d

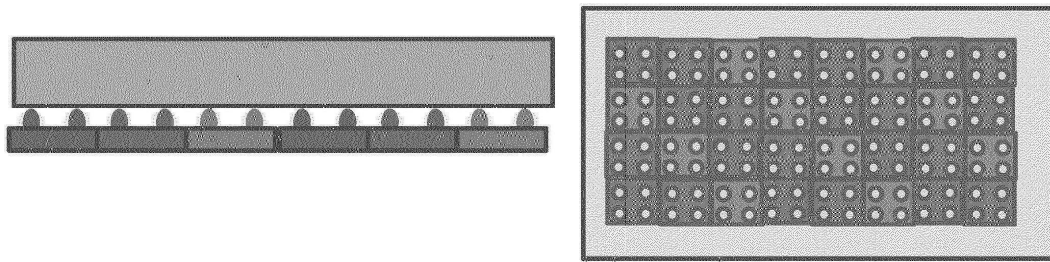


도면7e

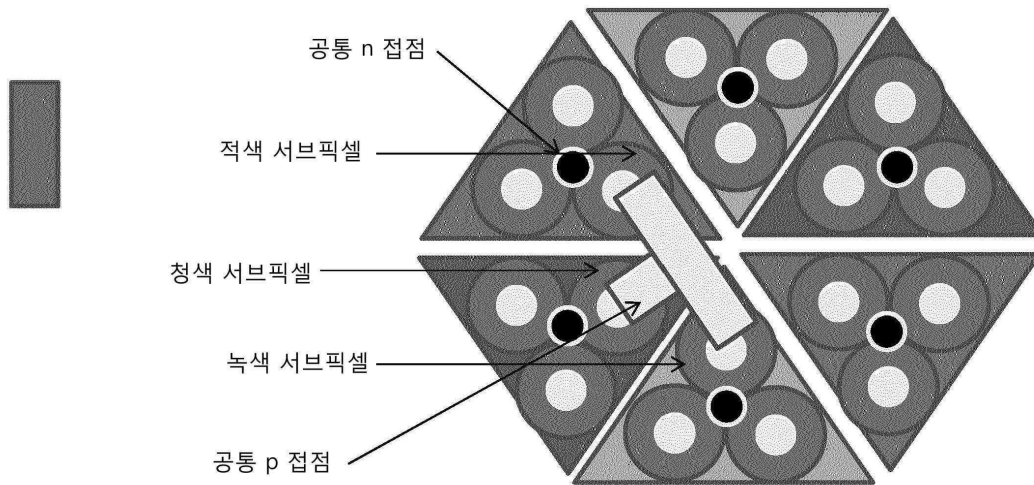




도면7f



도면8



도면9

