

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0121393

(43) 공개일자 2019년10월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)
H01L 33/48 (2010.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 33/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7030120
- (22) 출원일자(국제) 2018년03월16일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2019년10월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/022785
- (87) 국제공개번호 WO 2018/170352
국제공개일자 2018년09월20일
- (30) 우선권주장
62/472,121 2017년03월16일 미국(US)

- (71) 출원인
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
플라자
- (72) 발명자
오슬리 티모시 제임스
미국 캘리포니아 95118 산 호세 보르들레 드라이브 1492
- (74) 대리인
리엔목특허법인

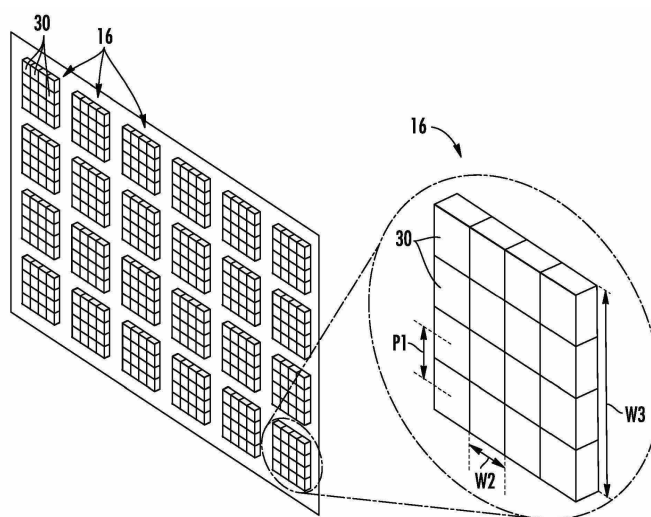
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 마이크로-LED들의 대량 전달을 위한 방법 및 프로세스

(57) 요약

마이크로-LED 장치 또는 디스플레이를 형성하는 방법이 제공된다. 이 방법은 복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들을 핸들링 기판상으로 전달하는 단계를 포함한다. 이 방법은 복수의 마이크로-LED들의 서브 세트를 상기 핸들링 기판으로부터 상기 디스플레이 백플레인으로 전달하는 단계를 포함한다. 전달된 마이크로-LED들의 서브 세트는 복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 각각으로부터의 적어도 하나 이상의 마이크로-LED를 포함한다. 핸들링 기판의 둘레에 의해 정의된 면적은 디스플레이 백플레인의 둘레에 의해 정의된 면적보다 크거나 같다. 디스플레이에 필요한 전체 마이크로-LED들 수의 많은 비율이 단일 단계로 전달된다. 마이크로-LED들은 핸들링 기판에 의해 지지되는 동안 다수의 웨이퍼들로부터 마이크로-LED 재료를 식각함으로써 형성될 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 33/48 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

마이크로-LED 디스플레이를 형성하는 방법으로서,

복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들을 핸들링 기관의 제1 주 표면 상으로 전달하는 단계로서, 여기서 제1 영역은 상기 핸들링 기관의 상기 제1 주 표면의 둘레에 의해 정의되며, 여기서 복수의 마이크로-LED들은 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 각각으로부터 형성되는, 상기 복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들을 전달하는 단계; 및

상기 복수의 마이크로-LED들의 서브 세트를 상기 핸들링 기관으로부터 디스플레이 백플레인의 제1 주 표면으로 전달하는 단계로서, 상기 디스플레이 백플레인은 전달된 상기 복수의 마이크로-LED들의 각각에 연결된 전기적 콘택들을 가지며, 여기서 전달된 상기 마이크로-LED들의 서브 세트는 상기 복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 각각으로부터의 적어도 하나의 마이크로-LED들을 포함하며, 여기서 상기 제1 영역은 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면의 둘레에 의해 정의된 제2 영역과 같거나 더 큰, 상기 복수의 마이크로-LED들의 서브 세트를 전달하는 단계;

를 포함하는 마이크로-LED 디스플레이를 형성하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 핸들링 기관의 상기 제1 영역은 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들 중의 하나의 둘레에 의해 정의된 제3 영역보다 더 큰 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 핸들링 기관의 상기 제1 영역은 상기 제3 영역의 10배 보다 더 큰 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 마이크로-LED들의 서브 세트를 상기 핸들링 기관으로부터 상기 디스플레이 백플레인으로 전달하는 단계는,

상기 마이크로-LED들이 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면과 대면하게 위치되도록 상기 핸들링 기관을 이동시키는 단계; 및

상기 핸들링 기관이 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면과 대면하는 상기 마이크로-LED들에 대하여 위치된 상태에서, 상기 핸들링 기관으로부터 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면 상으로 n개의 비-인접한 마이크로-LED들을 방출하는(releasing) 단계;를 더 포함하며, 여기서 n은 상기 디스플레이 백플레인에 의해 지지될 전체 LED들의 수의 5% 이상인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들이 상기 핸들링 기관에 의해 지지되는 동안, 상기 복수의 마이크로-LED들을 형성하기 위해 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 모두를 식각하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 식각하는 단계는 상기 핸들링 기관의 상기 제1 주 표면 상에 지지되는 동안에 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들 모두 위로 포토레지스트 코팅을 적용하고 패터닝하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 핸들링 기관은 유리 또는 유리-세라믹 재료의 부분이며, 상기 제1 영역은 적어도 300cm²인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 핸들링 기관은 적어도 10개의 마이크로-LED 웨이퍼들을 지지하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들은, 수직으로 지향된 갭이 각각의 마이크로-LED 재료 웨이퍼 및 수평으로 인접한 마이크로-LED 재료 웨이퍼들 사이에 위치하도록, 그리고 수평으로 지향된 갭이 각각의 마이크로-LED 재료 웨이퍼 및 수직으로 인접한 마이크로-LED 재료 웨이퍼들 사이에 위치하도록, 상기 핸들링 기관의 상기 제1 주 표면 상에 위치되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 디스플레이 백플레인 상의 모든 수직 칼럼들 내의 영역들에 대하여, 복수의 비-인접한, 이격된 마이크로-LED들을 제2 핸들링 기관으로부터 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면으로 전달하는 단계;

상기 디스플레이 백플레인 상의 모든 수평 로우들 내의 영역들에 대하여, 복수의 비-인접한, 이격된 마이크로-LED들을 제3 핸들링 기관으로부터 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면으로 전달하는 단계; 및

상기 디스플레이 백플레인 상의 모든 수평 로우들과 수직 칼럼들 사이의 교차점들 내의 영역들에 대하여, 복수의 비-인접한, 이격된 마이크로-LED들을 제4 핸들링 기관으로부터 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면으로 전달하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 제4 핸들링 기관으로부터의 상기 복수의 비-인접한, 이격된 마이크로-LED들은, 상기 복수의 비-인접한, 이격된 마이크로-LED들이 상기 제2 기관 또는 상기 제3 기관 중의 어느 하나로부터 상기 디스플레이 백플레인으로 전달되기 전에, 상기 교차점들 내의 영역들에 대하여 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면으로 전달되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

비-식각된 마이크로-LED 재료 웨이퍼들을 핸들링 기관의 제1 주 표면에 결합하는 단계로서, 여기서 상기 핸들링 기관의 상기 제1 주 표면의 길이 및 폭 중의 적어도 하나는 다수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들이 단일의 핸들링 기관 상에 위치되도록 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 길이 및 폭보다 더 큰, 상기 결합하는 단계; 및

마이크로-LED들의 어레이를 형성하기 위해 상기 핸들링 기관에 의해 지지되는 동안 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들을 식각하는 단계;

를 포함하는 마이크로-LED 장치를 형성하는 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 핸들링 기관의 상기 제1 주 표면의 상기 길이 및 상기 폭 모두는 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 길이 및 폭보다 크고, 적어도 10개의 마이크로-LED 웨이퍼들이 상기 핸들링 기관의 상기 제1 주 표면에 결합되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

평균 분리 피치 p_2 를 갖는 선택적으로 전도성인 기관 상에 어레이로 배열된 전체 수 m 개의 마이크로-LED들을 갖는 LED 장치를 형성하는 방법으로서,

비전도성 지지 기관의 제1 주 표면 상에 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이를 지지하는 단계로서, 상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이는 평균 분리 피치 p_1 을 가지며, 여기서 $p_2 \geq 10 * p_1$ 인, 상기 지지하는 단계;

상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이가 상기 선택적으로 전도성인 기관의 제1 주 표면에 대향하여 위치되도록 상기 비전도성 지지 기관을 이동시키는 단계; 및

상기 비전도성 지지 기관이 상기 선택적으로 전도성인 기관의 상기 제1 주 표면에 대향하여 위치된 상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들 어레이에 대하여 위치된 상태에서, 상기 조밀하게 패킹된 상기 지지 기관의 어레이로부터 상기 전도성 기관 상으로 n 개의 비-인접한 마이크로-LED들의 그룹을 방출하는 단계로서, 여기서 $n \geq 0.05 * m$ 인, 상기 방출하는 단계;를 포함하는 LED 장치를 형성하는 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이를 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이를 형성하는 단계는,

각각의 마이크로-LED 웨이퍼는 마이크로-LED 재료 층 및 성장 기관을 가지며, 적어도 10개의 마이크로-LED 웨이퍼들을 상기 비전도성 지지 기관에 결합하는 단계;

상기 마이크로-LED 웨이퍼가 상기 비전도성 지지 기관에 결합된 후 각각의 마이크로-LED 웨이퍼로부터 상기 성장 기관을 제거하는 단계; 및

상기 성장 기관들의 제거에 이어지며, 상기 비전도성 지지 기관에 의해 지지되는 동안에 결합된 상기 마이크로-LED 재료의 층들로부터 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

마이크로-LED 지지 장치로서,

제1 주 표면; 상기 제1 주 표면에 대향하는 제2 주 표면; 적어도 50 몰% 이상의 SiO_2 ; 200mm보다 큰 폭; 및 200mm보다 긴 길이;를 포함하는 유리 또는 유리-세라믹 기관; 및

상기 유리 또는 유리-세라믹 기관의 상기 제1 주 표면에 결합된 적어도 10개 이상의 마이크로-LED 재료 층들의 어레이;를 포함하며,

각각의 마이크로-LED 재료 층은, $100\mu\text{m}$ 이하의 평균 분리 피치; 및 $100\mu\text{m}$ 이하의 폭을 갖는 각각의 마이크로-LED;를 포함하는 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이로 형성되며,

상기 유리 기관에 의해 지지되는 상기 마이크로-LED들의 전체 수는 천만 개보다 많은 것을 특징으로 하는 마이크로-LED 지지 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 마이크로-LED 재료 층들의 어레이는 상기 유리 또는 유리-세라믹 기관의 상기 제1 주 표면에 결합된 적어

도 30개 이상의 마이크로-LED 재료 층들을 포함하고, 상기 유리 기판에 의해 지지되는 상기 마이크로-LED들의 전체 수는 8억 개보다 많은 것을 특징으로 하는 마이크로-LED 지지 장치.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 유리 또는 유리-세라믹 기판은 0.25mm 내지 1mm 사이의 상기 제1 주 표면과 상기 제2 주 표면 사이의 평균 두께를 포함하며, 상기 유리 또는 유리-세라믹 기판은 67 내지 70 몰% SiO₂를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-LED 지지 장치.

청구항 19

청구항 16에 있어서,

각각의 마이크로-LED 재료 층 및 수평으로 인접한 마이크로-LED 재료 층들 사이에 위치되는 복수의 길이 방향 갭들; 및

각각의 마이크로-LED 재료 층 및 수직으로 인접한 마이크로-LED 재료 층들 사이에 위치되는 복수의 폭 방향 갭들;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-LED 지지 장치.

청구항 20

청구항 16에 있어서,

상기 길이 방향 갭들 및 상기 폭 방향 갭들 모두의 폭들은 적어도 0.5mm 이상인 것을 특징으로 하는 마이크로-LED 지지 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] <관련된 출원에 대한 상호-참조>

[0002] [0001] 본 출원은 2017년 3월 16일 출원된 미국 예비 출원 일련번호 제62/472,121호의 35 U.S.C. § 119 하의 우선권의 이익을 주장하며, 그 내용은 그 전체로서 참조로 본 명세서에 통합된다.

[0003] [0002] 본 발명은 일반적으로 마이크로-LED 장치 제조 분야에 관한 것으로, 구체적으로는 디스플레이 백플레인(display backplane)과 같은 장치로 마이크로-LED들을 대량 전달하기 위한 공정에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] [0002] 일반적으로, 마이크로-LED 재료는 사파이어와 같은 성장 기판상에서 성장된다. 이어서, 상기 마이크로-LED 재료는 전형적으로 성장 기판상에서 식각되어 마이크로-LED를 형성한다. 디스플레이 응용들과 같은 응용들에서 마이크로-LED들을 활용하기 위해, 상기 마이크로-LED들은 디스플레이 백플레인으로 전달된다. 식각이 뒤따르는 마이크로-LED들의 조밀한(dense) 패키징으로 인하여 그리고 디스플레이 백플레인 상에서 마이크로-LED들의 밀도가 희박한(sparse) 패키징의 필요성으로 인하여, 특히 대면적 디스플레이들을 위한 마이크로-LED들의 효율적인 전달이 어렵다는 것이 입증되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] [0003] 본 개시의 일 실시 예는 마이크로-LED 디스플레이를 형성하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들을 핸들링 기판의 제1 주 표면상으로 전달하는 것을 포함한다. 제1 영역은 상기 현

들링 기관의 제1 주 표면의 둘레에 의해 정의되고, 복수의 마이크로-LED들은 각각의 상기 마이크로-LED 재료 웨이퍼들로부터 형성된다. 상기 방법은 복수의 마이크로-LED들의 서브 세트를 핸들링 기관으로부터 디스플레이 백플레인의 제1 주 표면으로 전달하는 단계를 포함하며, 상기 디스플레이 백플레인은 복수의 전달된 마이크로-LED들의 각각에 연결된 전기적 콘택들을 갖는다. 상기 전달된 마이크로-LED들의 서브 세트는 복수의 마이크로-LED 재료 웨이퍼들의 각각으로부터의 적어도 하나 이상의 마이크로-LED들을 포함하고, 상기 제1 영역은 상기 디스플레이 백플레인의 상기 제1 주 표면의 둘레에 의해 정의된 제2 영역과 같거나 또는 더 크다.

[0006] [0004] 본 개시의 추가 실시 예는 평균 분리 피치 p_2 를 갖는 선택적으로 전도성인 기관상에 어레이로 배열된, 전체 마이크로-LED들의 수 m 을 갖는 LED 장치를 형성하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 비전도성 지지 기관의 제1 주 표면에 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이를 지지하는 단계를 포함한다. 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이는 $p_2 \geq 10 * p_1$ 인 평균 분리 피치 p_1 을 갖는다. 상기 방법은 비전도성 지지 기관을 이동시켜 상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이가 상기 선택적으로 전도성인 기관의 제1 주 표면에 대향하여 위치되게 한다. 상기 비전도성 지지 기관은 상기 선택적으로 전도성인 기관의 제1 주 표면에 대향하여 위치된 상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이와 함께 위치되지만, 상기 방법은 상기 기관의 조밀하게 패킹된 어레이로부터 상기 전도성 기관으로 n 개의 비-인접한 마이크로-LED들의 그룹을 방출하는 단계를 포함하며, 여기서 $n \geq 0.05 * m$ 이다.

[0007] [0005] 본 개시의 추가 실시 예는 마이크로-LED 지지 장치에 관한 것이다. 상기 마이크로-LED 지지 장치는 유리 또는 유리-세라믹 기관을 포함한다. 상기 유리 또는 유리-세라믹 기관은 제1 주 표면, 상기 제1 주 표면에 대향하는 제2 주 표면, 적어도 50 mol% SiO_2 , 200mm 초과 폭 및 200mm 초과 길이를 포함한다. 상기 마이크로-LED 지지 장치는 상기 유리 또는 유리-세라믹 기관의 제1 주 표면에 결합된 적어도 10개 이상의 마이크로-LED 재료 층들의 어레이를 포함하고, 각각의 마이크로-LED 재료 층은 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이로 형성된다. 상기 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이는 $100\mu\text{m}$ 이하의 평균 분리 피치를 포함하고, 각각의 마이크로-LED는 $100\mu\text{m}$ 이하의 폭을 갖는다. 상기 유리 기관에 의해 지지되는 마이크로-LED들의 전체 수는 천만 개 이상이다.

[0008] [0006] 추가적인 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명에 기재될 것이며, 부분적으로는 상기 설명으로부터 통상의 기술자에게 명백하거나, 첨부된 도면들뿐만 아니라 그의 서면 설명 및 청구항들에 기재된 바와 같은 실시예들을 실시함으로써 인식될 것이다.

[0009] [0007] 전술한 일반적인 설명 및 하기의 상세한 설명은 모두 단지 예시적인 것이며, 청구 범위의 성질 및 특성을 이해하기 위한 개요 또는 뼈대를 제공하도록 의도된다는 것을 이해해야 한다.

[0010] [0008] 첨부한 도면들은 추가적인 이해를 제공하기 위해 포함되며, 본 명세서에 포함되어 본 명세서의 일부를 구성한다. 상기 도면들은 하나 이상의 실시 예(들)를 도시하고, 상세한 설명과 함께 다양한 실시 예들의 원리들 및 동작을 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0011] [0009] 도 1은 예시적인 실시 예에 따른, 핸들링 기관에 결합된 마이크로-LED 웨이퍼들의 개략도이다.

[0010] 도 2는 예시적인 실시 예에 따른, 상기 핸들링 기관으로의 결합에 이어지는 마이크로-LED 재료 층들로부터 성장 기관들의 방출을 도시하는 개략도이다.

[0011] 도 3은 예시적인 실시 예에 따른, 식각 이전에 다수의 웨이퍼들로부터 마이크로-LED 재료 층들을 지지하는 핸들링 기관의 개략적인 사시도이다.

[0012] 도 4는 예시적인 실시 예에 따른, 핸들링 기관에 의해 지지되는 동안 마이크로-LED들로 식각된 다수의 웨이퍼들로부터의 마이크로-LED 재료의 개략적인 사시도이다.

[0013] 도 5는 예시적인 실시 예에 따른, 다수의 웨이퍼들의 재료로부터 식각된 마이크로-LED들을 지지하는 핸들링 기관의 개략적인 평면도이다.

[0014] 도 6은 예시적인 실시 예에 따른, 디스플레이 백플레인에 인접하여 위치된 도 5의 핸들링 기관의 개략도이다.

[0015] 도 7은 예시적인 실시 예에 따른, 핸들링 기관으로부터 방출되고 디스플레이 백플레인에 결합된 선택적

인 비-인접 마이크로-LED들의 개략도이다.

[0016] 도 8은 예시적인 실시 예에 따른, 선택적, 비-인접 마이크로-LED들의 방출 이후 핸들링 기관의 개략적인 평면도이다.

[0017] 도 9는 예시적인 실시 예에 따른, 핸들링 기관으로부터 선택적인 비-인접 마이크로-LED들의 수용 이후의 디스플레이 백플레인의 개략적인 평면도이다.

[0018] 도 10은 예시적인 실시 예에 따른, 디스플레이 백플레인 상의 칩들의 집단을 도시하는 개략적인 평면도이다.

[0019] 도 11은 예시적인 실시 예에 따른, 작은 분리 피치를 갖는 핸들링 기관 상의 식각된 마이크로-LED들을 도시한다.

[0020] 도 12는 예시적인 실시 예에 따른, 큰 분리 피치를 갖는 디스플레이 백플레인 상의 3개의 마이크로-LED들의 그룹들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] [0021] 일반적으로 도면들을 참조하면, 마이크로-LED 디스플레이 백플레인을 형성하기 위한 시스템 및 방법의 다양한 실시 예들이 도시되고 설명된다. 다양한 실시 예들에서, 본 명세서에서 논의된 시스템 및 방법은 원하는 마이크로-LED들을 모두 디스플레이 백플레인으로 전달하기 위해 비교적 적은 수의 단계들을 이용하는 마이크로-LED 백플레인의 집단(population)을 제공한다. 마이크로-LED들은 전형적으로, 상기 마이크로-LED 재료가 성장 기관(예를 들어, 사파이어 성장 기관)에 의해 지지되는 동안에, 퇴적된/성장된 마이크로-LED 재료로부터 고밀도 어레이들로 개별적 마이크로-LED들을 식각함으로써 형성된다. 식각된 마이크로-LED들은 매우 작고(예를 들어, 100 μ m 미만, 일부는 12.5 μ m x 12.5 μ m 또는 그보다 작음) 그리고 또한 매우 작은(예 : 100 μ m 미만, 15 μ m 미만 또는 더 작은 피치) 상기 형성된 대로의 상태(즉, 피치)에서 인접한 마이크로-LED들 사이에 공간을 갖는다.
- [0013] [0022] 디스플레이 백플레인들은 전형적으로 성장 웨이퍼들 상에 상기 형성된 대로의 상태에서 인접한 마이크로-LED들 사이의 상기 공간보다 몇 배 큰 인접한 마이크로-LED들 사이에 공간을 갖는다. 상기 디스플레이 백플레인 상에서 식각 이후에 조밀한 상태에서 희박한 상태로 마이크로-LED들을 효율적으로 전달하는 것은, 출원인이 대형 디스플레이 백플레인(예를 들어, 약 300mm x 300mm 이상의 치수들을 갖는 디스플레이들)을 채우기(populate) 위해 수백 개의 개별적인 전달 단계들이 필요하다는 것을 인식하고 있는 가장 이전의 전달 방법들을 갖는 대면적 마이크로-LED 장치들 또는 디스플레이들의 개발에서 주요 도전이다.
- [0014] [0023] 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 본 명세서에서 논의된 시스템 및 방법은 비교적 적은 수의 전달 단계들(예를 들어, 20개 이하, 특정 실시 예들에서는 12개의 전달 단계들 및 다른 실시 예들에서는 4개의 전달 단계)에서 희박한 백플레인 집단을 달성한다. 아래에서 보다 상세하게 논의되는 바와 같이, 본 명세서에서 논의된 매우 효율적인 백플레인 집단 시스템 및 방법은 다수의 성장 웨이퍼들로부터의 마이크로-LED 재료를 상기 디스플레이 백플레인의 크기와 같거나 또는 더 큰 큰 핸들링 기관상에 하나의 어레이로 결합(예를 들어, 타일로 붙이는)하는 것을 포함한다.
- [0015] [0024] 상기 핸들링 기관에 의해 지지되는 다수의 웨이퍼들로부터의 마이크로-LED 재료를 가지고, 상기 마이크로-LED 재료는 마이크로-LED들의 어레이들로 식각된다. 출원인은 다수의 웨이퍼들의 마이크로-LED 재료가 상기 백플레인에 의해 지지되는 동안 다수의 웨이퍼들로부터 상기 마이크로-LED들을 한번에 식각함으로써 전체 핸들링 기관에 걸쳐 마이크로-LED들이 매우 낮은 수준의 피치 변화를 가질 수 있게 해준다(적어도 마이크로-LED들이 성장 기관 상에서 식각되고 그리고 식각 후에 공통의 핸들링 기관으로 전달되는 프로세스들과 비교할 때)는 것을 믿는다. 이 프로세스는 상기 디스플레이 백플레인보다 큰(또는 잠재적으로 더 큰) 조밀하게 패킹된 마이크로-LED들의 어레이를 지지하는 핸들링 기관을 생성한다.
- [0016] [0025] 다음으로, 상기 큰 마이크로-LED 지지 핸들링 기관은 디스플레이 백플레인과 정렬되고, 다수의 비-인접 마이크로-LED들은 지지 기관으로부터 디스플레이 백플레인으로 방출된다(예를 들어, 레이저 방출을 통해). 디스플레이 백플레인 상에 희박한 마이크로-LED 집단을 제공하기 위해, 원하는 디스플레이 백플레인 피치에 의해서로 분리된 핸들링 기관으로부터의 비-인접 마이크로-LED들은 상기 핸들링 기관으로부터 방출되어 디스플레이 백플레인에 결합된다.
- [0017] [0026] 따라서, 본 실시 예에서, 매우 많은 수의 마이크로-LED들(예를 들어, 디스플레이를 위한 전체 마이크로-

LED들 수의 적어도 5%)이 단일 전달 단계에서 디스플레이 백플레인 상으로 놓인다. 이해되는 바와 같이, 대부분의 마이크로-LED 디스플레이들은 디스플레이 백플레인 상의 각 위치에서 적색 마이크로-LED, 청색 마이크로-LED 및 녹색 마이크로-LED를 포함하는 마이크로-LED들의 그룹들을 포함하고, 이러한 실시 예들에서 완전히 채워진 디스플레이 백플레인은 각각의 마이크로-LED 색상에 대해 상이한 핸들링 기관으로부터의 적어도 하나의 전달로부터 형성된다.

[0018] [0027] 특정 실시 예들에서, 출원인은 마이크로-LED 웨이퍼들이, 빈 로우들(rows)과 컬럼들(columns) 형태의 공간들 또는 갭들이 핸들링 기관 상에서 인접한 웨이퍼들 사이에 형성되도록, 그리고 이들 갭들이 형성된 대로 마이크로-LED 피치보다 더 크도록 되는 방식으로 상기 핸들링 기관에 결합될 수 있다고 믿는다. 아래에서 논의되는 바와 같이, 이러한 실시 예들에서, 본 명세서에서 논의된 시스템 및 방법은 추가적인 마이크로-LED 채워진 핸들링 기관들의 사용을 포함하며, 이것은 초기 핸들링 기관들 상에서 웨이퍼간(inter-wafer) 갭 로우들 및 컬럼들로부터 발생하는 상기 디스플레이 백플레인 상에 "갭"을 채우기 위해 사용된다. 그러나, 이러한 실시 예들에서, 요구되는 전체 LED 전달 단계들의 수는 20 미만이고, 구체적으로 12일 수 있다: 3개의 마이크로-LED 색상들의 각각을 위한 하나의 초기 전달, 3개의 마이크로-LED 색상들의 각각을 위한 하나의 로우 갭 파일링(filing) 전달, 3개의 마이크로-LED 색상들의 각각을 위한 하나의 컬럼 갭 파일링 전달, 및 3개의 마이크로-LED 색상들의 각각을 위한 하나의 교차 갭 파일링 전달. 핸들링 기관 상에서 웨이퍼간 갭들을 설명하는 실시 예들에서조차도, 디스플레이 백플레인들은 전형적인 백플레인 집산화 프로세스들의 수백 개의 전달 단계들과 비교하여 20단계들 미만으로 채워질 수 있다.

[0019] [0028] 도 1 내지 10을 참조하면, 디스플레이 백플레인을 효율적으로 집산화하는 방법이 도시되고 설명된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 복수의(예를 들어, 적어도 10개, 적어도 30개, 적어도 100개) 마이크로-LED 웨이퍼들(10)이 핸들링 기관(12)에 결합, 접촉 또는 전달된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 각각의 마이크로-LED 웨이퍼(10)의 외부 표면은 핸들링 기관(12)의 제1 주 표면(14)에 결합된다. 특정 실시 예들에서, 각각의 마이크로-LED 웨이퍼(10)는 성장 기관(18) 상에 지지된 마이크로-LED 재료(예를 들어, 청색 및 녹색 마이크로-LED들의 경우 GaN, 적색 마이크로-LED들의 경우 InP)의 층(16)을 포함한다. 이 실시 예에서, 각각의 웨이퍼의 마이크로-LED 재료의 층(16)은 (예를 들어, 접착제 재료를 통해) 핸들링 기관의 주 표면(14)에 결합된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 기관(12)에 대한 결합에 이어서, 각각의 성장 기관(18)은(예를 들어, 화살표(19)로 표현된 레이저 방출 프로세스 또는 그라인드 및 연마와 같은 대안적인 방법을 통해) 방출되고, 핸들링 기관(12)에 결합된 웨이퍼들(10)의 각각으로부터 마이크로-LED 재료의 층들(16)의 각각을 남긴다.

[0020] [0029] 설명의 목적을 위해, 도 1은 하나의 단계에서 마이크로-LED 층들(16)로부터의 성장 기관(18)의 제거를 도시한다는 것을 이해해야 한다. 그러나, 일부 실시 예들에서, 각각의 성장 기관(18)은 그것의 마이크로-LED 층(16)이 핸들링 기관(12)에 부착된 후 그리고 다음의 인접한 마이크로-LED 층(16)의 부착 전에 제거될 수 있다. 이러한 실시 예들에서, 출원인은 인접한 마이크로-LED 층(16)을 부착하기 전에 성장 기관(18)을 제거함으로써, 인접한 마이크로-LED 층들(16) 사이의 갭이 매우 작게 (약 1mm) 형성될 수 있다고 믿는다.

[0021] [0030] 특정 실시 예에서, 핸들링 기관(12)은 마이크로-LED 재료 층(16)이 일단 접착제와 접촉하게 되면 초기에 경화되지 않고 나중에 경화되는 접착제를 갖는다. 일 실시 예에서, 상기 접착제는, 예를 들어 접착제를 경화시키기 위해 UV 광이 핸들링 기관(12)을 통과하는 UV 경화 접착제이다. 마이크로-LED들의 선택적인 제거는 아래에서보다 상세하게 논의될 것이며, 개별 마이크로-LED들의 선택적 방출은 방출될 마이크로-LED의 위치에서 그 접착제를 액체와 같은 상태로 다시 데우기 위해 레이저를 사용함으로써 달성될 수 있다. 레이저로부터의 열은 또한 나중에 냉각 및 동결되는 디스플레이 백플레인 상의 땀납을 가열하는데 사용될 수 있어서(이하에서 논의됨), 마이크로-LED는 디스플레이 백플레인에 결합되고 핸들링 기관(12)으로부터 방출될 수 있다.

[0022] [0031] 도 1 내지 3을 참조하면, 마이크로-LED 웨이퍼들(10)로부터의 상기 LED 재료(16)가 핸들링 기관(12) 상에 어레이 또는 타일 배열을 형성하도록, 마이크로-LED 웨이퍼들(10)은 폭 및 길이 치수 모두를 따라(도면들의 방향에서) 결합된다. 도 3에서 가장 잘 볼 수 있는 바와 같이, 성장 기관(18)의 제거 후에, 웨이퍼들(10)로부터 다수의 마이크로-LED 재료 층들(16)이 핸들링 기관(12)의 주 표면(14)을 따라 어레이 또는 타일 패턴으로 배열된다.

[0023] [0032] 도 3에 도시된 바와 같이, 핸들링 기관(12)은 폭 치수 W1 및 길이 L1을 갖는다. 도 1 내지 3에서 알 수 있는 바와 같이, 핸들링 기관(12)은 다수의 웨이퍼들(10) (및 다수의 웨이퍼들(10)의 마이크로-LED 재료 층들(16))이 핸들링 기관(12)의 둘레 내에 맞춰지도록 웨이퍼들(10)보다 실질적으로 더 크다. 이러한 실시 예들에서, 핸들링 기관은 $2W1 + 2L1$ 의 둘레를 가지며, 특정 실시 예들에서, $2W1 + 2L1$ 은 웨이퍼(10)의 최외곽

둘레의 길이의 3배보다, 구체적으로 5배보다, 보다 구체적으로 10배보다 더 크다. 유사하게, 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 핸들링 기관(12)의 제1 주 표면(14)의 면적은 각각의 마이크로-LED 재료 층(16)의 면적보다 적어도 10배 더 크다. 기술된 바와 같은 이러한 크기 차이들은 복수의 웨이퍼들(10)로부터의 마이크로-LED 재료 층들(16)이, 예컨대 단일 재료의 모놀리식 연속적으로 연결된 시트 또는 예를 들어 단일 핸들링 기관을 형성하기 위해 함께 연결된 그러한 시트들의 그룹과 같은, 단일 핸들링 기관(12) 상에 지지될 수 있게 해준다. 도 3은 예시 목적들을 위해 핸들링 기관(12)에 결합된 20개의 마이크로-LED 재료 층들(16)을 도시하고 있으며, 그리고 핸들링 기관(12)이 대형 디스플레이 백플레인들(예컨대, 50인치 디스플레이들, 65인치 디스플레이들, 75인치 디스플레이들 등) 또는 다수의 디스플레이 백플레인들을 채우기 위해 구성되는, 많은 응용들에서 핸들링 기관(12)은 디스플레이 백플레인만큼 크거나 또는 더 크며 그리고 표면(14)의 영역을 채우기에 충분한 마이크로-LED 재료 층들(16)을 포함하고 있다고 이해되어야 한다.

[0024] [0033] 특정 실시 예들에서, 핸들링 기관(12)은 적은 수의 마이크로-LED 전달 단계들에서 비교적 큰 디스플레이 백플레인을 채울 수 있도록 크기가 정해진다. 특정 실시 예들에서, W1 및/또는 L1은 적어도 200mm 이상, 적어도 300mm 이상, 적어도 700mm 이상, 적어도 1270mm 이상, 적어도 1650mm 이상, 적어도 1900mm 이상, 적어도 2200mm 이상 등일 수 있다. 이들 실시 예들에서, 핸들링 기관(12)의 주 표면(14)은 300cm² 초과하는, 1000cm² 초과하는, 5000cm² 초과하는, 1000cm² 초과하는 등의 면적을 갖는다.

[0025] [0034] 특정 실시 예들에서, 핸들링 기관(12)은 디스플레이 백플레인 상에 존재하는 마이크로-LED들에 전력을 공급하기 위한 전기적 연결들을 포함하지 않는 비전도성 지지 기관이다. 다양한 실시 예들에서, 기관(12)은 유리 또는 유리-세라믹 재료의 시트이다. 일부 이러한 실시 예들에서, 기관(12)의 재료는 SiO₂가 적어도 50 몰% 이고, 특정 실시 예들에서 SiO₂가 67 몰% 내지 70 몰% 사이이다. 특정 실시 예들에서, 기관(12)은 코닝사(Corning Inc.)로부터 입수 가능한 Eagle XG 유리일 수 있다.

[0026] [0035] 다양한 실시 예들에서, 큰 둘레 및 면적을 갖는 것에 더하여, 기관(12)은 본 명세서에서 논의된 바와 같이 처리 동안에 비교적 얇고 가볍게 취급을 용이하게 할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 기관(12)은 제1 주 표면(14)에 대항하는 제2 주 표면(26)을 갖는다. 기관(12)은 표면들(14 및 26) 사이에 정의된 두께 T1을 갖는다. 특정 실시 예들에서, T1은 0.25mm 내지 1mm 사이이다.

[0027] [0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 일부 실시 예들에서, 핸들링 기관(12) 상으로의 마이크로-LED 웨이퍼들(10)의 배열은 복수의 수평 방향 갭 로우들(20), 복수의 수직 방향 갭 컬럼들(22), 그리고 로우들(20)과 컬럼들(22) 사이의 교차점들에서의 복수의 교차 갭들(24)을 생성한다. 일부 실시 예들에서, 출원인은 마이크로-LED 웨이퍼들(10)의 치수들 및/또는 마이크로-LED 재료 층들(16)을 핸들링 기관(12)에 결합하기 위한 결합 및 방출 프로세스들에 의해 부과된 제약들로 인하여 핸들링 기관(12)에 부착될 경우 각각 다른 마이크로-LED 웨이퍼들(10)에 얼마나 근접할 수 있는지에 제한이 있을 수 있다고 생각한다. 이 제한은 마이크로-LED 재료 층들(16)의 인접한 구역들 사이에 갭들(20, 22 및 24)을 초래한다.

[0028] [0037] 도 3에 도시된 바와 같이, 갭들(20, 22 및 24)은 마이크로-LED 재료 층들(16)의 크기에 비해 상당히 크고, 마이크로-LED 재료 층들(16)로부터 형성될 마이크로-LED들의 크기에 비해 매우 크다. 다양한 실시 예들에서, 갭들(20 및 22)은 일반적으로 G1으로 도시된 갭 크기를 갖는다. 특정 실시 예들에서, G1은 0.5mm보다 크고, 구체적으로 0.5mm 내지 1.5mm 사이이며, 보다 구체적으로 약 1mm이다. 갭 크기 G1은 설명의 편의성을 위해 도 3에서 과장되었다는 것을 이해해야 한다. 예로서, 마이크로-LED 재료 층들의 치수들은 전형적으로 약 100mm 정도일 것이고, 이러한 실시 예들에서, 핸들링 기관(12)의 표면적의 적어도 90% 이상, 구체적으로 적어도 95% 이상, 및 보다 구체적으로 적어도 99% 이상이 마이크로-LED 재료 층들(16)에 의해 점유된다. 도 10과 관련하여 아래에서 보다 상세하게 설명될 바와 같이, 본 명세서에서 논의된 다양한 디스플레이 백플레인 집산화 방법들은 갭들(20 및 22) 및 교차점들(24)에 대응하는 디스플레이 백플레인 상의 공간들을 채우기 위해 사용되는 각 색상의 마이크로-LED에 대하여 3개의 추가적인 핸들링 기관들을 이용한다.

[0029] [0038] 도 4에 도시된 바와 같이, 일단 핸들링 기관(12)으로부터 지지된 마이크로-LED 재료 층들(16)을 남기고 성장 기관(18)이 제거되면, 마이크로-LED들(30)이 기관(12) 상에 위치한 다수의 마이크로-LED 층들(16)로부터 형성된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 마이크로-LED들(30)은 핸들링 기관(12)에 의해 지지되는 동안에 다수의 마이크로-LED 재료 층들(16)로부터 형성되고, 특정 실시 예들에서, 모든 마이크로-LED들(30)은 핸들링 기관(12) 상에 지지되는 동안 모든 마이크로-LED 재료 층들(16)로부터 형성된다.

[0030] [0039] 특정 실시 예들에서, 마이크로-LED들(30)은 상기 마이크로-LED 재료 층들(16)이 핸들링 기관(12)에 의해

지지되는 동안에 복수의 마이크로-LED들(30)을 형성하기 위해 모든 마이크로-LED 재료 층들(16)을 식각함으로써 형성된다. 일부 실시 예들에서, 마이크로-LED들(30)을 형성하기 위한 식각은 핸들링 기판(12)의 제1 주 표면(14) 상에 지지되는 동안 모든 마이크로-LED 재료 층들(16) 상에 포토 레지스트 코팅을 적용하는 것을 포함한다.

[0031] [0040] 도 4는 도시의 용이성을 위해 16개의 마이크로-LED들로 식각된, 각각의 웨이퍼(10)로부터의 마이크로-LED 재료 층(16)을 도시한다. 반면에, 각각의 마이크로-LED 재료 층(16)으로부터 형성된 마이크로-LED들(30)의 정확한 수는 웨이퍼(10)의 크기 및 각각의 마이크로-LED(30)의 최종 크기에 의존할 것이지만, 각각의 마이크로-LED 재료 층(16)은 많은 수의 마이크로-LED들(30)을 형성한다. 특정 실시 예들에서, 각각의 마이크로-LED 재료 층(16)은 1,000,000개 이상의 마이크로-LED들(30), 적어도 천만 개 이상의 마이크로-LED들(30), 적어도 3천만 개 이상의 마이크로-LED들(30) 등을 형성한다. 따라서, 다양한 실시 예들에서, 각각의 핸들링 기판(12)은 천만 개 이상의 마이크로-LED들, 1억 개 이상의 마이크로-LED들(30), 5억 개 이상의 마이크로-LED들, 8억 개 이상의 마이크로-LED들 등을 지지할 수 있다.

[0032] [0041] 여전히 도 4를 참조하면, 각각의 마이크로-LED 재료 층(16)으로부터 형성된 마이크로-LED들(30)의 수는 W2로 도시된 각각의 마이크로-LED(30)의 크기, W3으로 도시된 각각의 마이크로-LED 층(16)의 크기, 및 P1으로 도시된 각각의 마이크로-LED 재료 층(16) 내에서 인접한 마이크로-LED들(30) 사이의 분리 피치에 의존한다. 다양한 실시 예들에서, W2는 100 μ m 이하이고, P1은 100 μ m 이하이다. 다양한 실시 예들에서, W3은 50mm 내지 150mm 사이이고, 보다 구체적으로는 약 100mm이다. 일부 실시 예들에서, 마이크로 LED들(30)은 매우 작거나 조밀하게 패키징된 마이크로 LED들일 수 있다. 구체적으로, 일부 실시 예들에서, 마이크로 LED들(30)은 직사각형일 수 있고, 약 11.5 x 11.5 μ m의 치수를 가질 수 있고, 일부 이러한 실시 예들에서, 약 12.5 μ m의 피치 P1를 갖는다. 일부 실시 예들에서, W2는 5 μ m만큼 작을 수 있다.

[0033] [0042] 도 5 내지 도 9를 참조하면, 하나 이상의 디스플레이 백플레인(40)의 집단이 핸들링 기판(12)을 이용하는 것으로 도시되어 있다. 도 5는 본 명세서에서 논의된 시스템 및 방법을 이용하는 디스플레이 백플레인 집단을 예시하기 위한 목적으로 마이크로-LED들(30)로 식각된 마이크로-LED 재료(16)의 추가 영역들을 갖는 핸들링 기판(12)을 도시한다. 설명의 편의를 위해, 도 5는 겹로우들(20) 및 겹컬럼들(22)을 라인들로서 도시한다.

[0034] [0043] 일반적으로, 도 6을 참조하면, 디스플레이 백플레인(40)으로 도시된 전도성 트레이스(trace)들을 갖는 절연 기판과 같은 선택적으로 전도성인 기판은 디스플레이 응용에서 마이크로-LED들(30)을 수용하고 마이크로-LED들(30)을 지지하도록 구성된 지지 장치이다. 특정 응용들에서, 디스플레이 백플레인(40)은 디스플레이 백플레인(40)으로 전달되는 각각의 마이크로-LED들(30)이 결합될 하나 이상의 전도성 층/요소 및 전기적 접촉들을 포함하는 지지 장치이다.

[0035] [0044] 도 6 및 도 7을 참조하면, 핸들링 기판(12)은 마이크로-LED들(30)이 디스플레이 백플레인(40)의 제1 주 표면(42)을 대면하도록 이동되고 위치된다. 이해되는 바와 같이, 디스플레이 백플레인(40) 상에서 원하는 마이크로-LED 분리 피치 P2는 핸들링 기판(12) 상의 마이크로-LED들(30)의 조밀하게 식각된 상태에서의 식각된 분리 피치 P1보다 크다. 도 7을 참조하면, 디스플레이 백플레인(40)에 필요한 더 큰 마이크로-LED 분리 피치 P2를 수용하기 위해, 마이크로-LED들(30)의 서브 세트는 (예를 들어, 선택적 레이저 방출을 통해) 핸들링 기판(12)으로부터 디스플레이 백플레인(40)으로 전달된다. 도 7에 도시된 바와 같이, 디스플레이 백플레인(40) 상에 필요한 분리 피치는 원하는 백플레인 피치 P2에 의해 각각 다른 기판(12)으로부터 이격된 비-인접한 마이크로-LED들(44)을 전달함으로써 수용된다.

[0036] [0045] 또한, 필요한 전달 단계들의 수를 감소시키거나 최소화하기 위해, 핸들링 기판(12)의 표면(14)의 면적은 디스플레이 백플레인(40)의 표면(42)의 면적보다 크거나 같다. 따라서, 기판(12)은 디스플레이 백플레인(40)보다 크거나 같기 때문에, 도 6 및 도 7에 도시된 대면 배열에 있을 때 기판(12)상의 하나의 마이크로-LED(30)는 디스플레이 백플레인(40) 상의 원하는 LED 위치들의 대부분 또는 모두와 대면할 것이다. 따라서, 디스플레이 피치 P2에 의해 서로 분리되는 각각의 비-인접한 마이크로 LED들(30)의 선택적 방출은 피치 P2를 갖는 디스플레이 백플레인(40) 상에 전달된 마이크로-LED들(44)을 형성한다. 이러한 방식으로, 디스플레이 백플레인(40)의 대부분 또는 모두가 단일 전달 단계에서 마이크로-LED들(30)로 필요에 따라 채워진다.

[0037] [0046] 도 7 및 도 8을 참조하면, 기판(12)으로부터의 마이크로-LED들(30)의 전달이 보다 상세하게 도시되어 있다. 기판(12)으로부터 마이크로-LED들(30)의 서브 세트의 방출은 디스플레이 백플레인(40) 상에 위치한 전달된 마이크로-LED들(44)이 되도록 방출된 마이크로-LED들(30)에 의해 점유된 공간들(48)의 정렬된 패턴을 갖는 부분적으로 제거된 기판(46)을 형성한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 디스플레이 백플레인(40) 상의 전달된 마이크로

-LED들(44)은 기관(12)으로부터 전달된 마이크로-LED들에 의해 비워진 공간들(48)의 거울상이다.

[0038] [0047] 부가적으로, 도 7 내지 도 9에 도시된 바와 같이, 각각의 마이크로-LED 층들(16)로부터 적어도 하나의 마이크로-LED(30)는 디스플레이 백플레인(40)으로 전달되고, 이러한 실시 예들에서, 기관(12)으로부터의 마이크로-LED들(30)의 서브 세트만이 디스플레이 백플레인(40)을 채우기 위해 전달되기 때문에 기관(12)은 다수의 디스플레이 백플레인들을 채우기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 7 내지 도 9는 각각의 마이크로-LED 층(16)으로부터의 마이크로-LED들(30)의 25%가 전달되는 것을 도시하고 있으며, 그러한 기관(12)은 4개의 디스플레이 백플레인들(40)을 채우기 위해 사용될 수 있다는 것을 보여준다. 그러나, 진술한 바와 같이, 각각의 마이크로-LED 층(16)은 전형적으로 수백만 개의 마이크로-LED들(30)을 포함할 것이고, 그리고 P2 대 P1의 비가 매우 클 것이기 때문에, 기관(12)으로부터의 LED들의 전체 수의 작은 비율만(예를 들어, 마이크로-LED들(30)의 5% 미만, 마이크로-LED들(30)의 3% 미만, 마이크로-LED들(30)의 1% 미만 등)이 각각의 전달 단계에서 백플레인(40)으로 전달될 것이다. 이와 같이, 다수의 디스플레이 백플레인들을 채우기 위해 각각의 기관(12)은 다수의 백플레인들(40)을 가지고 다수의 전달 단계들에서 사용될 수 있다.

[0039] [0048] 이해될 수 있는 바와 같이, 많은 디스플레이 백플레인들(40)이 각각의 LED 위치에서 3개의 마이크로-LED들(하나의 적색, 하나의 청색 및 하나의 녹색, 도 12 참조)를 포함하기 때문에, 도 7 내지 도 9에 관련하여 논의된 프로세스는 각각 3가지 색상들 중의 하나의 마이크로-LED들을 갖는 3개의 상이한 기관들을 가지고 반복될 것이다. 또한, 특정 실시 예들에서, 상기 프로세스는 마이크로-LED들(30)에 의해 점유되는 크기 및 공간을 설명한다는 면에서 핸들링 기관 제거화(depopulation)를 지시하는 것을 포함한다. 예를 들어, 일 실시 예에서, 녹색의 마이크로-LED들로 완전히 채워진 핸들링 기관(12)은, 상기 완전히 채워진 기관(12)상의 마이크로-LED들과 이미 백플레인(40)상의 청색 마이크로-LED들 사이의 간섭으로 인해 청색 마이크로-LED들로 이미 채워진 디스플레이 백플레인(40)과 관련하여 도 7에 도시된 바와 같이 위치 설정하는 것이 가능하지 않을 수 있다. 따라서, 이러한 실시 예들에서, 부분적으로 제거된 녹색 마이크로-LED 함유 기관(12)이 청색 마이크로-LED들(30)이 이미 백플레인(40) 상에 있는 경우 사용된다. 따라서, 일부 백플레인(40)은 부분적으로 제거된 기관(12)을 먼저 청색 마이크로-LED들을 수용한 백플레인들(40)을 채우도록 제공하기 위해 녹색 마이크로-LED들로 먼저 채워질 수 있으며, 그리고 일부 백플레인(40)은 부분적으로 제거된 청색 기관(12)을 먼저 청색 마이크로-LED들을 수용한 기관들을 채우도록 제공하기 위해 청색 마이크로-LED들(30)로 먼저 채워질 수 있다.

[0040] [0049] 일부 실시 예들에서, 적색 마이크로-LED들은 청색 또는 녹색 마이크로-LED들의 재료의 높이보다 큰 두께(예를 들어, 기관(12)으로부터의 높이)를 갖는 재료로부터 형성된다. 따라서, 이러한 실시 예들에서, 이러한 더 큰 높이로 인해, 적색 마이크로-LED들(30)을 갖는 백플레인(40)을 첫 번째 아니면 두 번째로 채우는 것은 녹색 또는 청색 마이크로-LED들(30)의 후속 백플레인 집단과 간섭을 야기할 것이다. 따라서, 이러한 실시 예들에서, 본 명세서에서 논의된 다양한 방법들에서는 모든 녹색 및 청색 마이크로-LED들(30)이 백플레인(40) 상에 채워진 후, 적색 마이크로-LED들(30)이 채워진다.

[0041] [0050] 따라서, 도 5 내지 도 9를 참조하면, 본 명세서에서 논의된 프로세스는 평균 분리 피치 P2를 갖는, 백플레인(40) 상의 어레이로 배열된 전체 마이크로-LED들의 수 m을 갖는, 디스플레이 장치와 같은 LED 장치의 형성을 허용한다. 마이크로-LED들(30)은 평균 분리 피치 P1을 갖는 기관(12) 상에 조밀하게 패킹 된 어레이로 지지된다. 다양한 실시 예들에서, P2는 P1의 10배보다 크고, 보다 구체적으로 P2는 P1의 30배보다 크다. 이러한 실시 예들에서, 디스플레이 백플레인(40)의 마이크로-LED들의 전체 수 m의 많은 부분이 단일 단계에서 전달된다. 다양한 실시 예들에서, n 개의 마이크로-LED들(30)이 방출되어 각각의 방출 단계에서 백플레인(40) 상에 방출된 마이크로-LED들(44)을 형성한다. 특정 실시 예들에서, 단일의 전달 단계에서 전달된 다수의 전달된 마이크로-LED들(30)의 수 n은 다음 관계식들 중 하나 이상을 따른다: $n \geq 0.05 * m$, $n \geq 0.1 * m$, $n \geq 0.2 * m$, 또는 $n \geq 0.3 * m$. 따라서, 알 수 있는 바와 같이, 갭들(20, 22 및 24)을 갖는 기관들을 이용하더라도, 도 5 내지 도 9와 관련하여 설명된 프로세스는 각 전달 단계와 함께 전달되는 디스플레이 백플레인(40)을 위해 요구되는 LED들의 최종 수의 매우 큰 비율을 허용한다.

[0042] [0051] 도 10을 참조하면, 기관(12)이 갭 로우들(20), 갭 컬럼들(22) 및 갭 교차점들(24)을 포함하는 실시 예들에서, 디스플레이 백플레인(40) 상에 형성된 대응하는 갭들을 채우기 위해 추가적인 전달 단계들이 필요할 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 기관(12)으로부터의 마이크로-LED들의 전달은 기관(12) 상에 존재하는 갭 로우들(20), 컬럼들(22) 및 교차점들(24)에 대응하는 디스플레이 백플레인(40) 상의 갭들을 생성한다. 구체적으로, 기관(12)으로부터의 초기 전달 이후에 디스플레이 백플레인(40)은 기관 갭 로우들(20)에 대응하는 갭 로우들(50), 기관 갭 컬럼들(22)에 대응하는 갭 컬럼들(52) 및 기관 갭 교차점들(24)에 대응하는 갭 교차점들(54)을 포함한다. 이해될 바와 같이, 기관(12)은 갭들(20, 22 및 24)을 포함하기 때문에 마이크로 LED들이 기

관(12)으로부터 방출될 때 LED들이 없는 갭들(20, 22 및 24)의 영역들은 대응하는 백플레인 갭들(50, 52 및 54)을 생성하는 디스플레이 백플레인(40)의 대향하는 섹션들로 LED들을 전달할 수 없다.

[0043] [0052] 도 10에 도시된 바와 같이, 갭들(50, 52 및 54)의 크기는 디스플레이 백플레인(40)상에서 원하는 피치 P2보다 크고, 갭들(50, 52 및 54)의 크기는 갭-충전 전달 단계들 이전에, 디스플레이 백플레인(40) 상에서 마이크로-LED들(44)의 불균일한 분포를 초래한다. 이러한 갭들 및 불균일성을 제거하기 위해, 기관들(60, 62 및 64)로 도시된 3개의 추가 핸들링 기관이 제공된다. 기관들(60, 62 및 64)은 동일한 방식으로 형성되고, 상기 논의된 기관(12)과 동일한 배열을 갖는다. 그러나, 기관들(60, 62 및 64)이 (도 7에 도시된 것과 유사한 방식으로) 디스플레이 백플레인(40)과 정렬될 때, 갭들(50, 52 및 52)을 채우기 위해 단지 선택된 이격된 마이크로-LED들(30)만이 방출된다. 도 10에 도시된 바와 같이, 기관(60)은 "교차" 기관이고, 선택된 마이크로-LED들(번호 1로 식별됨)은 디스플레이 백플레인(40) 상의 모든 교차점들(54)을 채우기 위해 디스플레이 백플레인(40) 상으로 방출된다. 기관(62)은 "로우" 기관이며, 선택된 마이크로-LED들(번호 2로 식별됨)은 갭 로우들(50)을 채우기 위해 디스플레이 백플레인(40) 상으로 방출된다. 기관(64)은 "컬럼" 기관이고, 선택된 마이크로-LED들(번호 3으로 식별됨)은 갭 컬럼들(52)을 채우기 위해 디스플레이 백플레인(40) 상으로 방출된다. 특정 실시 예에서, 교차점(54)은 갭 로우들(50) 또는 갭 컬럼들(52) 이전에 채워진다.

[0044] [0053] 따라서, 도 10에 도시된 바와 같이, 본 실시 예에서, 주어진 색상의 모든 마이크로-LED들은 "교차" 기관(60)으로부터의 하나, "로우" 기관(62)으로부터의 하나, "컬럼" 기관(64)으로부터의 하나 및 기관(12)으로부터의 하나로 해서, 4개의 전달들을 통해 디스플레이 백플레인(40) 상에 채워진다. 특정 실시 예에서, 디스플레이 백플레인(40)은 먼저 "교차" 기관(60)으로부터의 전달로 채워지고, 마지막으로 기관(12)으로부터의 전달로 채워진다. 이러한 실시 예들에서, 4개의 전달들이 3개의 마이크로-LED 색상들의 각각에 대해 반복되기 때문에 백플레인(40)을 완전히 채우기 위해 전체 12개의 전달이 필요하다.

[0045] [0054] 전술한 바와 같이, 도 5 내지 도 10은 기관들(12, 60, 62 및 64) 상의 피치 P1은 도시의 용이성을 위해 백플레인(40) 상의 피치 P2의 단지 절반인 것으로 도시한다. 도 11 및 12는 식각된 마이크로-LED들(30)과 디스플레이 백플레인(40) 사이에서 전형적인 피치 차이의 예를 도시한다. 본 실시 예에서, 기관(12) 상의 마이크로-LED들(30)의 피치 P1은 12.5 μ m이고, 디스플레이 백플레인(40) 상의 마이크로-LED들의 피치 P2는 375 μ m이다. 따라서, 본 예에서, 기관(12)으로부터의 매 30 번째 마이크로-LED(30)가 375 μ m의 디스플레이 백플레인 피치를 제공하기 위해 디스플레이 백플레인(40)으로 전달될 것이다.

[0046] [0055] 또한, 예를 들어, 도 12는 3개의 마이크로 LED들을 포함하는 각각의 LED 그룹(70)을 도시한다. 일 실시 예에서, 각각의 LED 그룹(70)은 청색 마이크로-LED(72), 녹색 마이크로-LED(74) 및 적색 마이크로-LED(76)를 포함한다. 다른 실시 예에서, 각각의 LED 그룹(70)은 동일한 색상의 3개의 LED들을 포함할 수 있으며, 이러한 실시 예들에서, 디스플레이 백플레인(40)은 최종 디스플레이 장치를 형성하기 위해 색 변환 장치와 함께 사용될 수 있다.

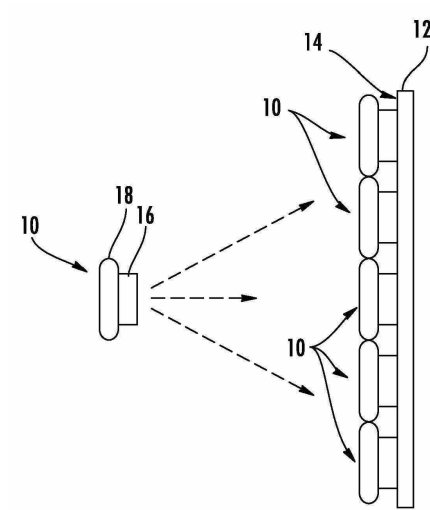
[0047] [0056] 상기 논의된 핸들링 및 효율의 이점들 이외에, 본 명세서에 기술된 방법은 다른 마이크로-LED 식각 및 전달 방법들에 비해 다른 이점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 성장 웨이퍼로부터의 방출 동안 마이크로-LED들의 측면 시프팅은 성장 기관상의 식각 동안 격자 부정합으로부터의 스트레스가 완화되는 것으로 보고되었다. 본 출원인은 성장 기관상에서 식각보다는 본 명세서에서 논의된 바와 같이 기관(12)상에서 마이크로-LED들(30)을 식각함으로써 마이크로-LED들의 측면 시프팅이 감소되거나 방지될 수 있다고 가정한다.

[0048] [0057] 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, 본 명세서에 제시된 임의의 방법은 그 단계들이 특정 순서로 수행될 것을 요구하는 것으로 해석되는 것으로 의도되지 않는다. 따라서, 방법 청구항이 실제로 그 단계들에 뒤따르는 순서를 실제로 인용하지 않거나, 또는 단계들이 특정 순서로 제한되어야 한다는 것이 청구항들 또는 설명들에서 달리 구체적으로 언급되지 않은 경우, 임의의 특정 순서가 추론되는 것으로 의도된 것은 아니다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 관사 "a"는 하나 이상의 구성 요소 또는 요소를 포함하도록 의도되며, 단지 하나를 의미하는 것으로 해석되도록 의도되지 않는다.

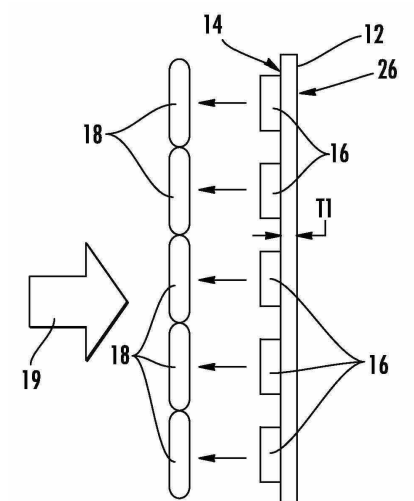
[0049] [0058] 개시된 실시 예들의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다양한 수정들 및 변형들이 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 실시 예들의 사상 및 본질을 포함하는 개시된 실시 예들의 수정들, 조합들, 하위 조합들 및 변형들은 당업자에게 발생할 수 있으므로, 개시된 실시 예들은 첨부된 청구 범위의 범위 및 그의 등가물들 내의 모든 것을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

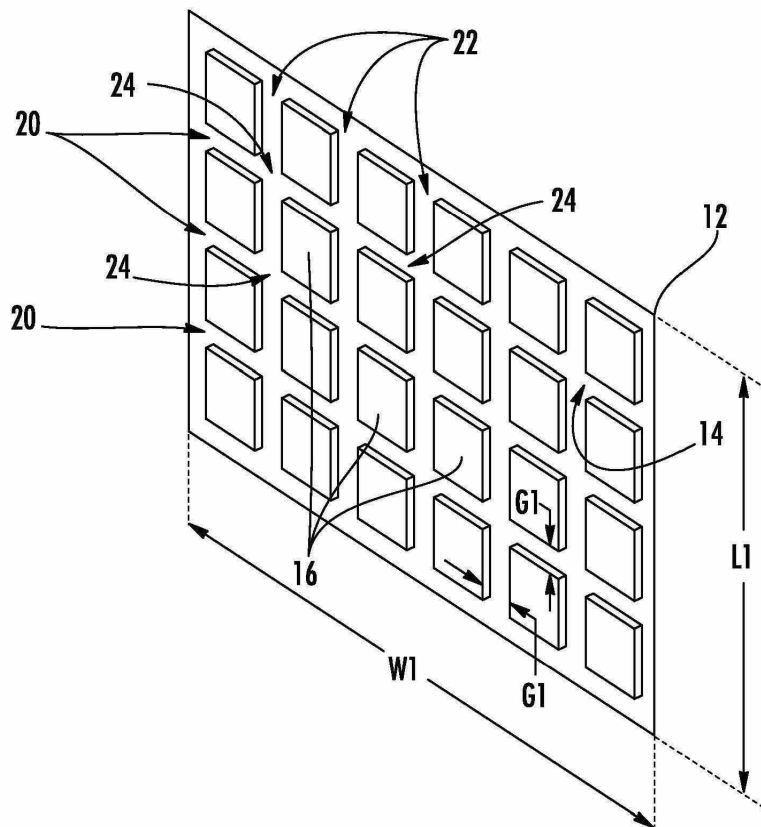
도면1



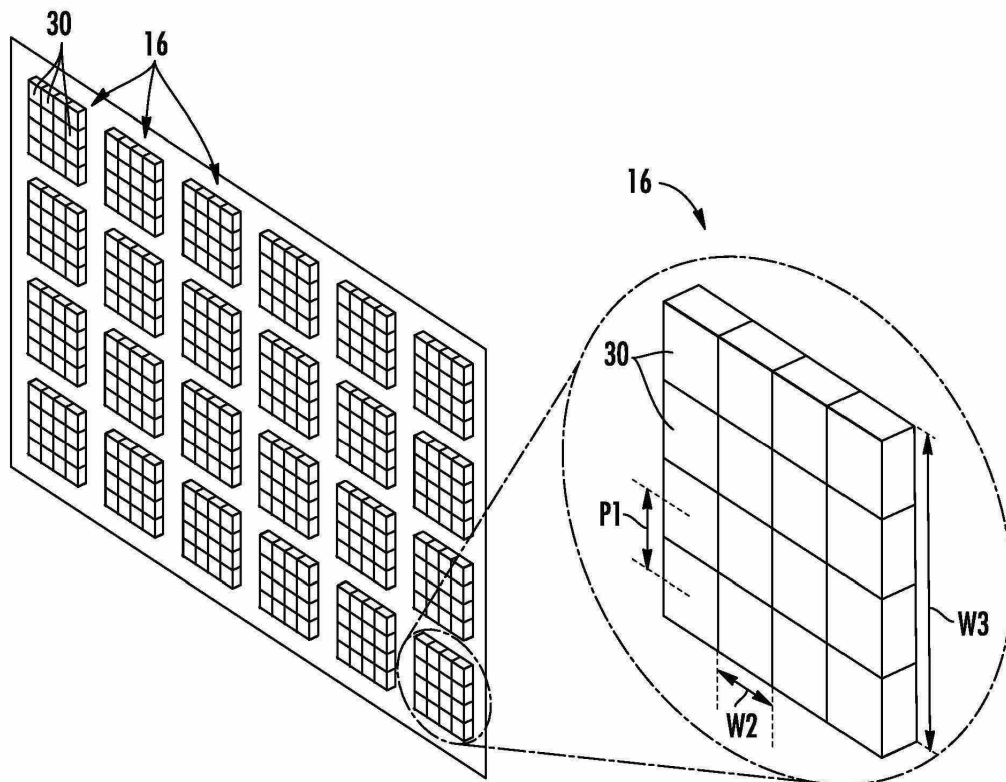
도면2



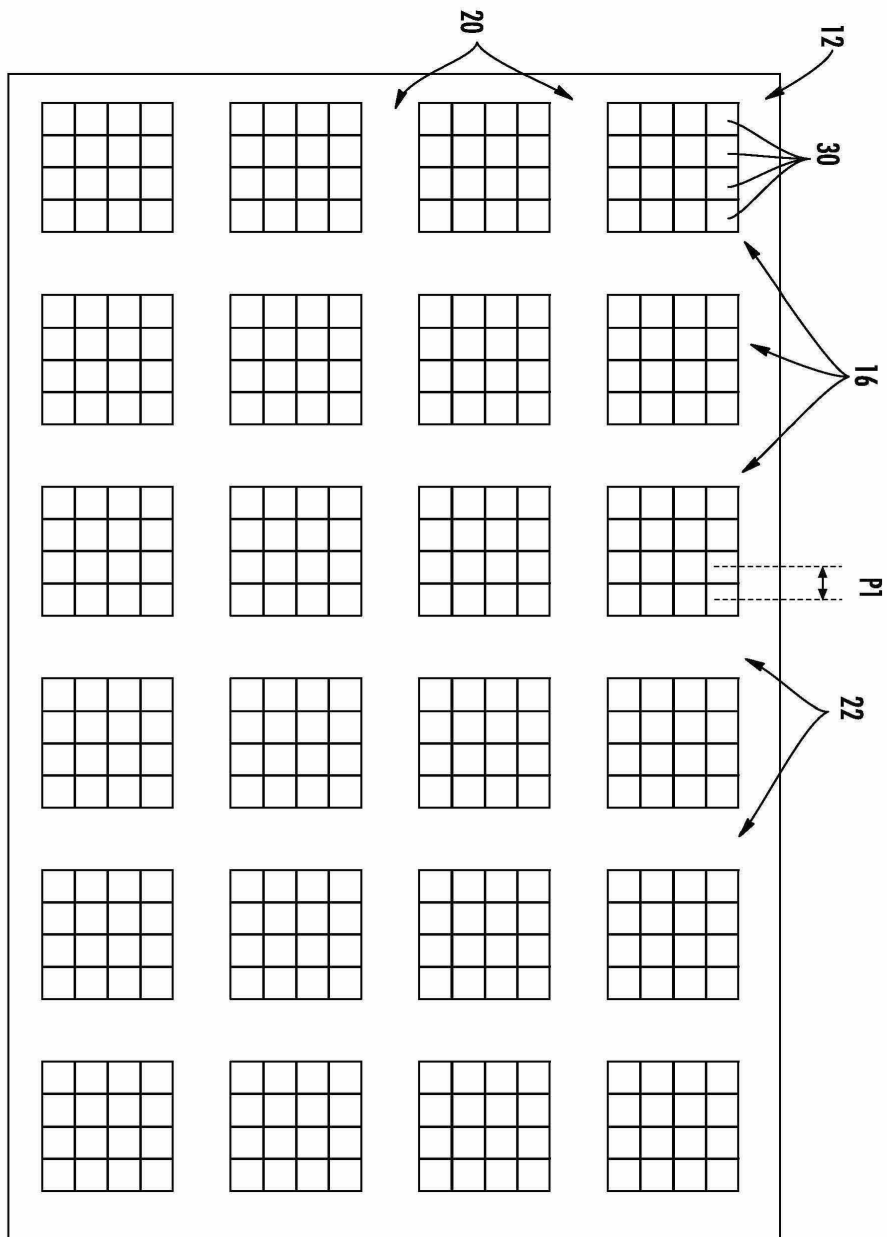
도면3



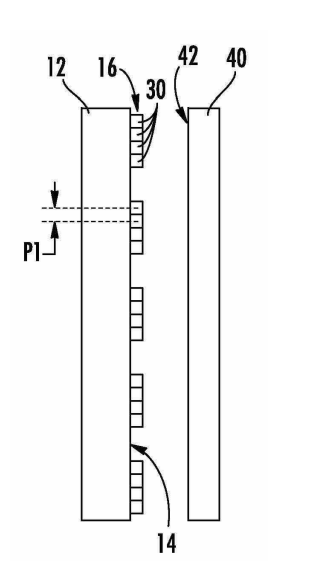
도면4



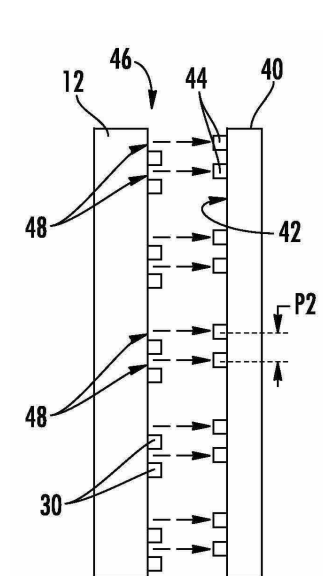
도면5



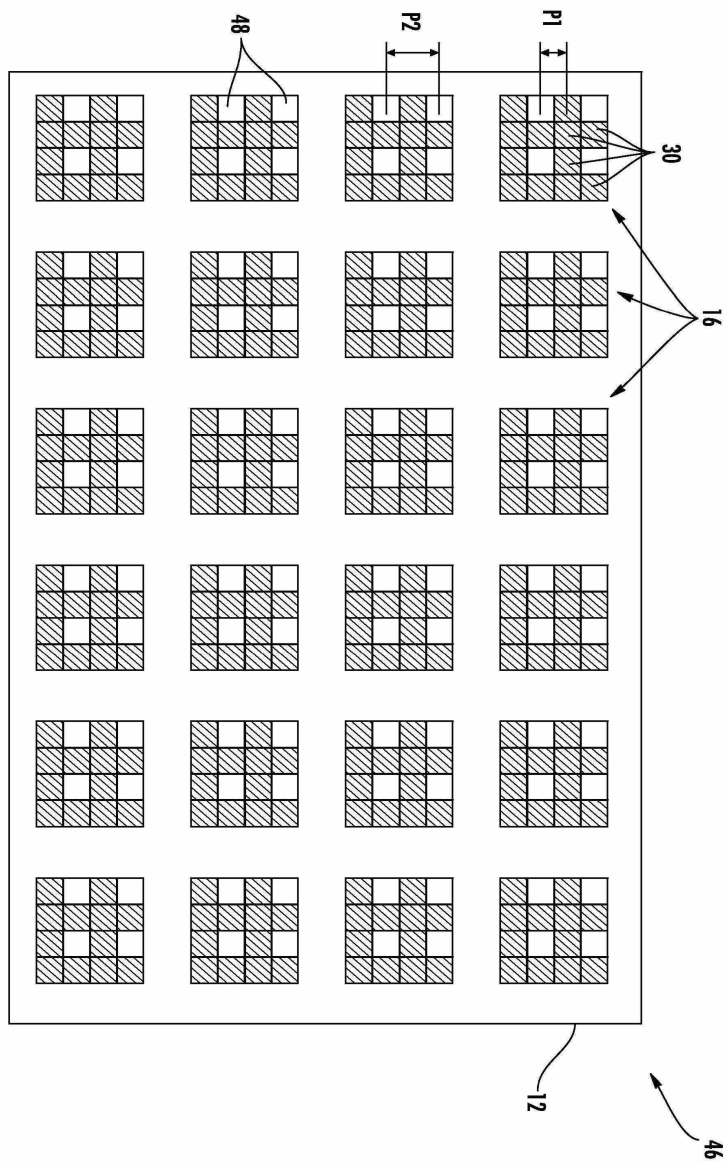
도면6



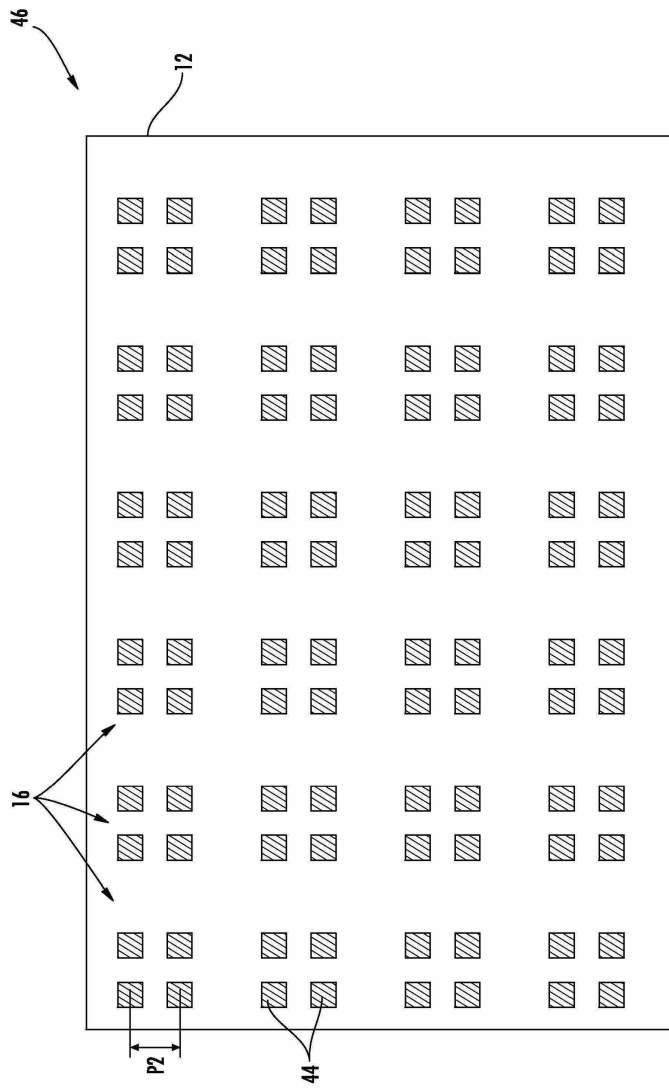
도면7



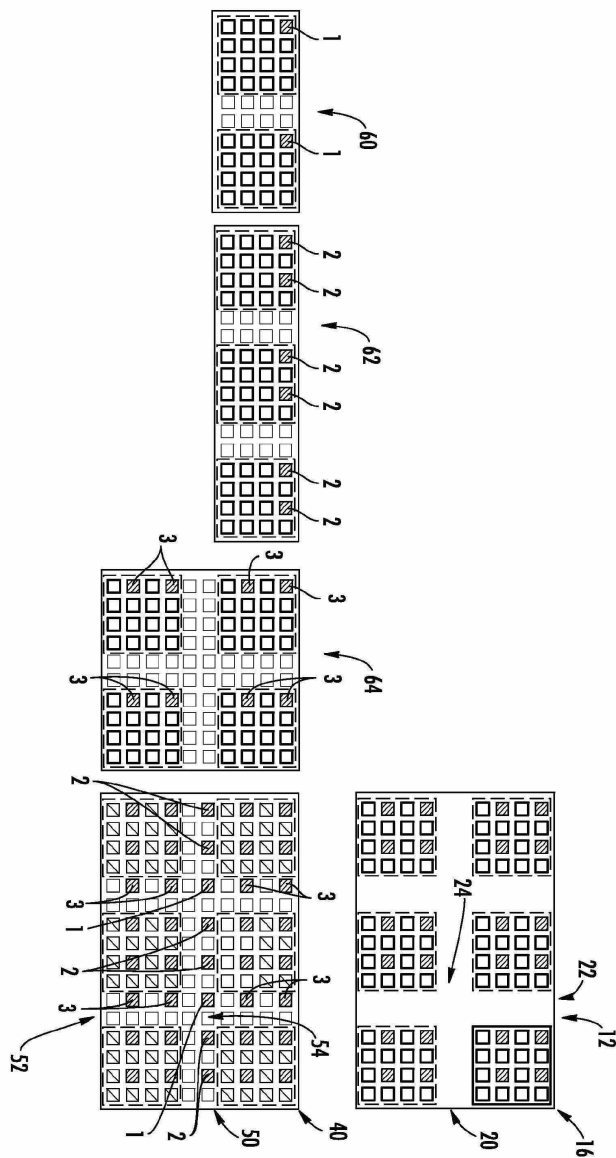
도면8



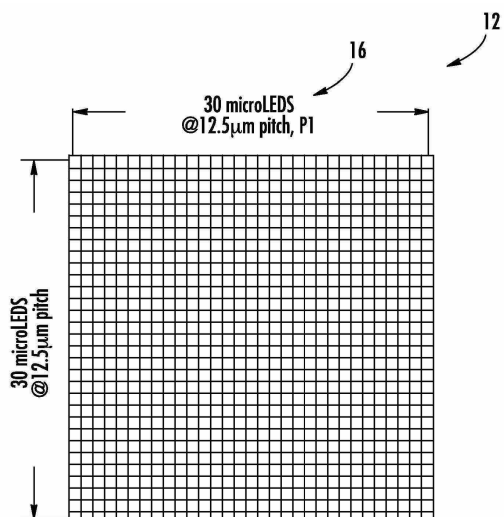
도면9



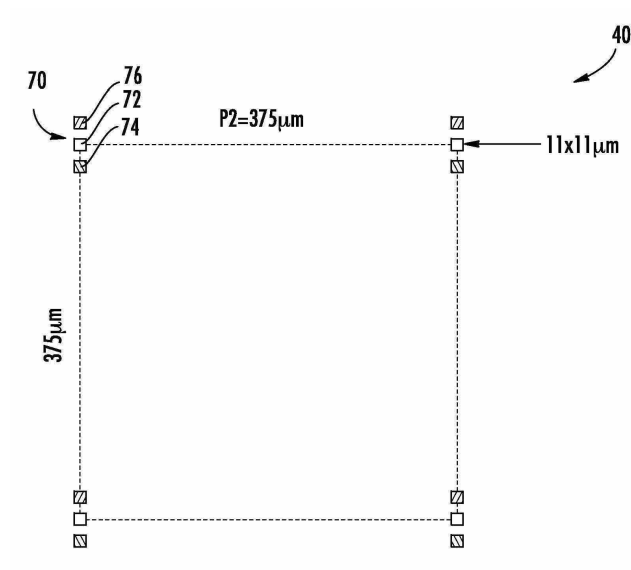
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	发光二极管传质的方法和过程		
公开(公告)号	KR1020190121393A	公开(公告)日	2019-10-25
申请号	KR1020197030120	申请日	2018-03-16
[标]申请(专利权)人(译)	康宁股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	康宁公司		
[标]发明人	ORSLEY TIMOTHY JAMES 오슬리티모시제임스		
发明人	오슬리티모시제임스		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/00 H01L33/48		
CPC分类号	H01L25/0753 H01L33/0095		
优先权	62/472121 2017-03-16 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种形成微型LED器件或显示器的方法。该方法包括将多个微型LED材料晶片转移到处理基板上。该方法包括将多个微型LED的子集从处理基板转移到显示器底板。所递送的微型LED的子集包括来自多个微型LED材料晶片中的每一个的至少一个微型LED。由处理基板的周界限定的面积大于或等于由显示器背板的周界限定的面积。显示器所需的微型LED总数的很大一部分是一步完成的。可以通过在被处理基板支撑的同时从多个晶片蚀刻微型LED材料来形成微型LED。

