



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0084072
(43) 공개일자 2022년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 3/00 (2022.01) G06F 1/16 (2006.01)
H01L 25/075 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)
H01L 33/58 (2010.01) H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 3/0056 (2013.01)
G02B 3/0012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7014584
(22) 출원일자(국제) 2020년09월30일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년04월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/053404
(87) 국제공개번호 WO 2021/067357
국제공개일자 2021년04월08일
(30) 우선권주장
62/909,205 2019년10월01일 미국(US)

(71) 출원인
제이드 버드 디스플레이(상하이) 리미티드
중국, 상하이, 푸둥 뉴 아리아, 홍잉 로드, 1889
리, 치밍
미국 87123 뉴멕시코주 엘버커키 스마티 존스 스트리트 1876
(72) 발명자
리, 치밍
미국 87123 뉴멕시코주 엘버커키 스마티 존스 스트리트 1876
주, 유안쿤
중국 201306 상하이 푸둥 홍인 로드 1889
자오, 슈양
중국 201306 상하이 푸둥 홍인 로드 1889
(74) 대리인
양영준, 임규빈, 백만기

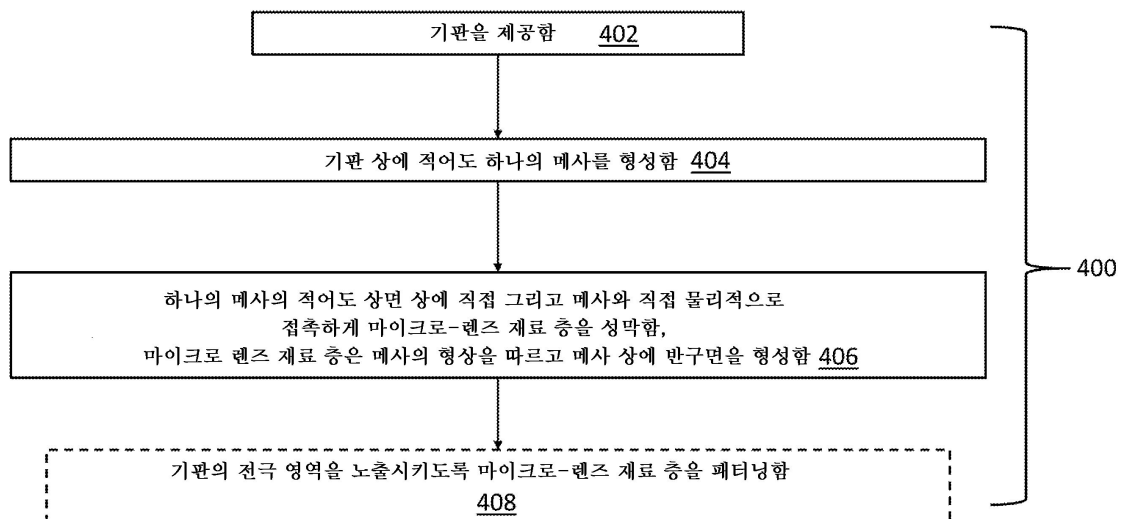
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 마이크로 렌즈 어레이가 통합된 디스플레이 패널들을 위한 시스템들 및 제조 방법들

(57) 요약

다양한 실시예들은 마이크로 렌즈 어레이가 통합된 디스플레이 패널을 포함한다. 디스플레이 패널은 통상적으로 대응하는 픽셀 드라이버 회로들(예를 들어, FET들)에 전기적으로 커플링된 픽셀 광원들(예를 들어, LED들)의 어레이를 포함하는 메사들의 어레이를 포함한다. 마이크로 렌즈들의 어레이는 픽셀 광원들을 포함하는 메사들에 정렬되고, 픽셀 광원들에 의해 생성된 광의 발산을 감소시키기 위해 포지셔닝된다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층으로 형성된 마이크로 렌즈들의 어레이는 메사들의 상면 상에 직접 형성된다. 디스플레이 패널은 또한 마이크로 렌즈들과 픽셀 드라이버 회로들 사이의 포지셔닝을 유지하기 위해 동일한 마이크로 렌즈 재료 층으로 형성된 통합된 광학 스페이서를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06F 1/1609 (2013.01)

H01L 25/0753 (2013.01)

H01L 33/0095 (2020.05)

H01L 33/58 (2013.01)

H01L 51/5275 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

발광 픽셀 유닛으로서,
기판 상에 형성된 적어도 하나의 메사; 및
상기 적어도 하나의 메사의 적어도 상면을 커버하는 마이크로 렌즈 층으로 형성된 마이크로 렌즈를 포함하고,
상기 마이크로 렌즈 층의 재료는 상기 적어도 하나의 메사의 재료와 상이하고,
상기 마이크로 렌즈 층은 상기 적어도 하나의 메사와 직접 물리적으로 접촉하는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈는 상기 적어도 하나의 메사의 상면 주위에 개별적으로 형성되는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 적어도 하나의 메사와 상기 마이크로 렌즈 사이에 동일한 마이크로 렌즈 층으로 스페이서가 형성되는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 스페이서의 두께는 1 마이크로미터 이하인, 발광 픽셀 유닛.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,
상기 스페이서의 재료는 상기 마이크로 렌즈의 재료와 동일한, 발광 픽셀 유닛.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈는 유전체 재료로 구성되는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 유전체 재료는 실리콘 산화물을 포함하는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈의 재료는 포토레지스트인, 발광 픽셀 유닛.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈의 높이는 2 마이크로미터 이하인, 발광 픽셀 유닛.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈의 폭은 4 마이크로미터 이하인, 발광 픽셀 유닛.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판 상에, 상기 적어도 하나의 메시가 메시 어레이의 매트릭스 내에 있고, 상기 마이크로 렌즈는 상기 메시 어레이의 배치에 따라 배치된 마이크로 렌즈 어레이의 매트릭스 내에 있는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 메시의 상면은 평탄하고, 상기 마이크로 렌즈의 형상은 반구면인, 발광 픽셀 유닛.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 메시는 적어도 발광 디바이스를 포함하는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 발광 디바이스는 PN 접합을 포함하는, 발광 픽셀 유닛.

청구항 15

발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법으로서,
기판을 제공하는 단계;
상기 기판 상에 적어도 하나의 메시지를 형성하는 단계; 및
상기 적어도 하나의 메시의 적어도 상면 상에 직접 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는 단계를 포함하고, 상기 마이크로 렌즈 재료 층은 상기 적어도 하나의 메시의 형상을 따르며 상기 적어도 하나의 메시 상에 반구면의 형상을 갖는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈 재료 층은 화학 기상 증착 기술에 의해 성막되는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는데 사용된 상기 화학 기상 증착 기술의 파라미터들은: 전력이 0W 내지 1000W, 압력이 100milli-torr 내지 2000milli-torr, 온도는 23℃ 내지 500℃, 가스 유량은 0sccm 내지 3000sccm, 그리고 시간은 1시간 내지 3시간인 것을 포함하는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 18

제15항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 마이크로 렌즈 재료 층은 유전체 재료로 구성되는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 19

제15항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관의 전극 영역을 노출시키도록 상기 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계를 추가로 포함하는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 패터닝하는 단계는,

상기 마이크로 렌즈 재료의 표면 상에 마스크를 형성하는 단계;

포토리소그래피 공정을 통해 상기 마스크를 패터닝함으로써, 상기 마스크에 개구들을 형성하고 상기 적어도 하나의 메사의 상기 전극 영역 위의 상기 마이크로 렌즈 재료 층을 노출시키는 단계; 및

마스크 보호가 제자리에 있는 상태에서, 상기 개구들에 의해 노출된 상기 마이크로 렌즈 재료 층의 부분들을 식각하는 단계

를 추가로 포함하는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

식각은 습식 식각 방법인, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 22

발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법으로서,

기관을 제공하는 단계;

상기 기관 상에 적어도 하나의 메사를 형성하는 단계;

상기 적어도 하나의 메사의 적어도 상면 상에 직접 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는 단계 - 상기 마이크로 렌즈 재료 층은 상기 적어도 하나의 메사의 상면을 커버하고 상기 마이크로 렌즈 재료의 상면 표면은 평탄함 -; 및

상기 마이크로 렌즈 재료 층을 위로부터 아래로 패터닝함으로써, 상기 마이크로 렌즈 재료 층을 통과하지 않으면서, 상기 마이크로 렌즈 재료 층에 적어도 반구면을 형성하는 단계

를 포함하고, 상기 반구면은 상기 적어도 하나의 메사 위에 배치되는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈 재료 층의 상기 표면 상에 마스크 층을 성막하는 단계;

상기 마스크 층에 반구면 패터닝을 형성하기 위해 상기 마스크 층을 패터닝하는 단계; 및

상기 마이크로 렌즈 재료 층에 반구면을 형성하기 위해 마스크로서 상기 반구면 패터닝을 사용하여, 상기 마이크로 렌즈 재료 층을 식각하는 단계

를 추가로 포함하는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈 재료 층이 식각된 후, 상기 마이크로 렌즈 재료 층이 상기 적어도 하나의 메사의 상면 표면을 노출시키도록 관통 식각되지 않음으로써, 스페이서가 상기 적어도 하나의 메사의 상면 상에 형성되는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 25

제22항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈 재료 층은 스핀 코팅에 의해 성막되는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 26

제23항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마스크 층은 먼저 포토리소그래 공정에 의해 그 다음 리플로우 공정에 의해 패터닝되는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 27

제23항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈 재료 층을 식각하는 단계는 포토리소그래피 공정에 의한 것인, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 28

제22항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 메사를 형성한 후 그리고 상기 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하기 전에, 패터닝 공정에서 상기 마이크로 렌즈 재료 층에 정렬하기 위한 마크들을 갖는 마크 층을 형성하는 단계를 추가로 포함하는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

청구항 29

제22항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝한 후, 상기 기관의 전극 영역을 노출시키도록 상기 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계를 추가로 포함하는, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들

[0002] 본 출원은 2019년 10월 1일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Systems and Fabrication Methods for Display Panels with Integrated Micro-Lens Array"인 미국가특허출원 제62/909,205호에 대한 우선권을 주장하며, 이는 참고로 본 명세서에 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 대체적으로 디스플레이 디바이스들에 관한 것으로, 특히 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널들을 위한 시스템들 및 제조 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 디스플레이 기술은 현재의 상업용 전자 디바이스에서 점점 더 대중화되고 있다. 이러한 디스플레이 패널은 액정 디스플레이 텔레비전(LCD TV) 및 유기 발광 다이오드 텔레비전(OLED TV)과 같은 고정식 대형 스크린뿐만 아니라 랩톱 개인용 컴퓨터, 스마트폰, 태블릿, 웨어러블 전자 디바이스와 같은 휴대용 전자 디바이스에 널리 사용된다. 고정식 대형 스크린에 대한 개발의 대부분은 다중 시청자들을 수용하고 다중 시청자들이 다양한 각도에서 스크린을 보는 것을 가능하게 하기 위해 높은 시야각을 달성하는 것으로 지향된다. 예를 들어, STN(super twisted nematic) 및 FSTN(film compensated super twisted nematic)과 같은 다양한 액정 재료들은 디스플레이 패널에서 각각의 모든 픽셀 광원의 큰 시야각을 달성하기 위해 개발되었다

[0006] 그러나, 대부분의 휴대용 전자 디바이스들은 주로 단일 사용자들을 위해 설계되며, 이들 휴대용 디바이스들의

스크린 배향은 다중 시청자들을 수용하기 위한 큰 시야각 대신 대응하는 사용자들에 대한 최상의 시야각으로 조정되어야 한다. 예를 들어, 사용자에게 적합한 시야각은 스크린 표면에 수직일 수 있다. 이 경우, 고정식 대형 스크린들에 비해, 큰 시야각에서 방출된 광이 대부분 낭비된다. 또한, 큰 시야각은 공공 장소에서 사용된 휴대용 전자 디바이스에 대해 프라이버시 우려를 일으킨다.

[0007] 게다가, 액정 디스플레이(LCD), 디지털 미러 디바이스(DMD), 및 액정 온 실리콘(LCOS)과 같은 패시브 이미지 디바이스에 기반한 종래 프로젝션 시스템에서는, 패시브 이미지 디바이스 그 자체가 광을 방출하지 않는다. 구체적으로, 종래 프로젝션 시스템은 광원으로부터 방출된 시준 광(collimated light)을 광학적으로 변조함으로써, 즉 픽셀 레벨에서의 광의 일부를, 예를 들어 LCD 패널에 의해 투과시키거나, 또는 예를 들어 DMD 패널에 의해 반사시킴으로써 이미지들을 투영한다. 그러나, 투과되거나 반사되지 않은 광의 일부는 손실되며, 이는 프로젝션 시스템의 효율을 감소시킨다. 또한, 시준 광을 제공하기 위해서는, 광원으로부터 방출된 발산 광을 수집하기 위해 복잡한 조명 옵틱스가 사용된다. 조명 옵틱스는 시스템 부피를 크게 할 뿐만 아니라 시스템에 부가적인 광학 손실을 또한 도입하며, 이는 시스템의 성능에 추가로 영향을 미친다. 종래 프로젝션 시스템에서는, 통상적으로 광원에 의해 생성된 조명 광의 10% 미만이 프로젝션 이미지를 형성하는데 사용된다.

[0008] 반도체 재료로 이루어진 발광 다이오드(LED)가 모노 컬러 또는 풀 컬러 디스플레이들에 사용될 수 있다. LED를 채용하는 현재 디스플레이에서는, 예를 들어, LCD 또는 DMD 패널에 의해 광학적으로 변조될 광을 제공하기 위해 광원으로서 LED가 대체적으로 사용된다. 즉, LED에 의해 방출된 광은 자체적으로 이미지를 형성하지 않는다. 이미지 디바이스로서 복수의 LED 다이를 포함하는 LED 패널을 사용하는 LED 디스플레이가 또한 연구되었다. 이러한 LED 디스플레이에서, LED 패널은 자체 발광 이미지 디바이스이며, 여기서 각각의 픽셀은 하나의 LED 다이(모노 컬러 디스플레이) 또는 각각이 프라이머리 컬러들 중 하나를 나타내는 복수의 LED 다이(풀 컬러 디스플레이)를 포함할 수 있다. 그러나, LED 다이에 의해 방출된 광은 자발적 방출로부터 생성되므로 방향성이 없어서, 큰 발산각을 초래한다. 큰 발산각은 LED 디스플레이에서 다양한 문제들을 야기할 수 있다. 예를 들어, 큰 발산각으로 인해, LED 다이에 의해 방출된 광은 LED 디스플레이에서 더 용이하게 산란 및/또는 반사될 수 있다. 산란된/반사된 광은 다른 픽셀들을 조명할 수 있어서, 픽셀들 사이의 광 크로스토크, 선명도 손실 및 콘트라스트 손실을 초래한다.

발명의 내용

[0009] 전술한 바와 같은 종래 디스플레이 시스템의 단점을 개선하고, 이를 해결하는데 도움이 되는 개선된 디스플레이 설계가 필요하다. 특히, 사용자의 프라이버시에 대한 더 양호한 보호를 위해 시야각이 감소되고, 또는/그리고 감소된 전력 소비를 위해 광 낭비가 감소되며 더 양호한 이미지들을 갖는 픽셀들 사이의 광 간섭이 감소된 디스플레이 패널이 필요하다.

[0010] 다양한 실시예들은 마이크로 렌즈 어레이가 통합된 디스플레이 패널을 포함한다. 디스플레이 패널은 통상적으로 대응하는 픽셀 드라이버 회로들(예를 들어, FET들)에 전기적으로 커플링된 픽셀 광원들(예를 들어, LED들, OLED들)의 어레이를 포함한다. 마이크로 렌즈들의 어레이는 픽셀 광원들에 정렬되고 픽셀 광원들에 의해 생성된 광의 발산을 감소시키도록 포지셔닝된다. 디스플레이 패널은 또한 마이크로 렌즈들과 픽셀 드라이버 회로들 사이의 포지셔닝을 유지하기 위해 통합된 광학 스페이서를 포함할 수 있다.

[0011] 마이크로 렌즈 어레이는 픽셀 광원들에 의해 생성된 광의 발산각과 디스플레이 패널의 사용가능한 시야각을 감소시킨다. 이는 결국 전력 낭비를 줄이고 밝기를 증가시키며 그리고/또는 공공 장소들에서 사용자 프라이버시를 더 잘 보호한다.

[0012] 마이크로 렌즈 어레이가 통합된 디스플레이 패널은 다양한 제조 방법들을 사용하여 제조되어, 다양한 디바이스 설계들을 유발할 수 있다. 일 양태에서, 마이크로 렌즈 어레이는 픽셀 광원들을 갖는 기관의 메사(mesa)들 또는 돌출부들로서 직접 제조된다. 일부 양태들에서, 셀프 어셈블리, 고온 리플로우, 그레이스케일 마스크 포토리소그래피, 몰딩/임프린팅/스탬핑, 및 건식 식각 패턴 전사는 마이크로 렌즈 어레이들을 제조하는데 사용될 수 있는 기법들이다.

[0013] 다른 양태들은 제조 방법들, 애플리케이션들, 및 상기 중 임의의 것과 관련된 다른 기술들을 포함하는 컴포넌트들, 디바이스들, 시스템들, 개선들, 방법들 및 공정들을 포함한다.

[0014] 일 양태에서, 발광 픽셀 유닛은 기관 상에 형성된 적어도 하나의 메사를 포함한다. 발광 픽셀 유닛은 또한 적어도 하나의 메사의 적어도 상면을 커버하는 마이크로 렌즈 층으로 형성된 마이크로 렌즈를 포함한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 층의 재료는 적어도 하나의 메사의 재료와 상이하고, 마이크로 렌즈 층은 적어도 하나

의 메시와 직접 물리적으로 접촉한다.

- [0015] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈는 적어도 하나의 메시의 상면 주위에 개별적으로 형성된다.
- [0016] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 스페이서는 적어도 하나의 메시와 마이크로 렌즈 사이에 동일한 마이크로 렌즈 층으로 형성된다.
- [0017] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 스페이서의 두께는 1 마이크로미터 이하이다.
- [0018] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 스페이서의 재료는 마이크로 렌즈의 재료와 동일하다.
- [0019] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈는 유전체 재료로 구성된다.
- [0020] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 유전체 재료는 실리콘 산화물을 포함한다.
- [0021] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈의 재료는 포토레지스트이다.
- [0022] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈의 높이는 2 마이크로미터 이하이다.
- [0023] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈의 폭은 4 마이크로미터 이하이다.
- [0024] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 기판 상에, 적어도 하나의 메시가 메시 어레이의 매트릭스 내에 있고, 마이크로 렌즈는 메시 어레이의 배치에 따라 배치된 마이크로 렌즈 어레이의 매트릭스 내에 있다.
- [0025] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 메시의 상면은 평탄하고, 마이크로 렌즈의 형상은 반구면이다.
- [0026] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 메시는 적어도 발광 디바이스를 포함한다.
- [0027] 발광 픽셀 유닛의 일부 실시예들에서, 발광 디바이스는 PN 접합을 포함한다.
- [0028] 다른 양태에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은: 기판을 제공하는 단계; 기판 상에 적어도 하나의 메시지를 형성하는 단계; 및 적어도 하나의 메시의 적어도 상면 상에 직접 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층은 적어도 하나의 메시의 형상을 따르며 적어도 하나의 메시 상에 반구면의 형상을 갖는다.
- [0029] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층은 화학 기상 증착 기술에 의해 성막된다.
- [0030] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는데 사용된 화학 기상 증착 기술의 일부 파라미터들은: 전력이 0W 내지 1000W, 압력이 100milli-torr 내지 2000milli-torr, 온도는 23℃ 내지 500℃, 가스 유량은 0sccm 내지 3000sccm, 그리고 시간은 1시간 내지 3시간인 것을 포함한다.
- [0031] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층은 유전체 재료로 구성된다.
- [0032] 일부 실시예들에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은: 기판의 전극 영역을 노출시키도록 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0033] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 패터닝하는 단계는: 마이크로 렌즈 재료의 표면 상에 마스크를 형성하는 단계; 포토리소그래피 공정을 통해 마스크를 패터닝함으로써, 마스크에 개구들을 형성하고 적어도 하나의 메시의 전극 영역 위의 마이크로 렌즈 재료 층을 노출시키는 단계; 및 마스크 보호가 제자리에 있는 상태에서, 개구들에 의해 노출된 마이크로 렌즈 재료 층의 부분들을 식각하는 단계를 더 포함한다.
- [0034] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 식각은 습식 식각 방법이다.
- [0035] 또 다른 양태에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은: 기판을 제공하는 단계; 기판 상에 적어도 하나의 메시지를 형성하는 단계; 및 적어도 하나의 메시의 적어도 상면 상에 직접 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층은 적어도 하나의 메시의 상면을 커버하며 마이크로 렌즈 재료의 상면 표면은 평탄하다. 일부 실시예들에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은 마이크로 렌즈 재료 층을 위로부터 아래로 패터닝함으로써, 마이크로 렌즈 재료 층을 통과하지 않으면서, 마이크로 렌즈 재료 층에 적어도 반구면을 형성하는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 반구면은 적어도 하나의 메시 위에 배치된다.

- [0036] 일부 실시예들에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은: 마이크로 렌즈 재료 층의 표면 상에 마스크 층을 성막하는 단계; 마스크 층에 반구면 패턴을 형성하기 위해 마스크 층을 패터닝하는 단계; 및 마스크로서 반구면 패턴을 사용하여, 마이크로 렌즈 재료 층을 식각하여 마이크로 렌즈 재료 층에 반구면을 형성하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0037] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층이 식각된 후, 마이크로 렌즈 재료 층은 적어도 하나의 메사의 상면 표면을 노출시키도록 관통 식각되지 않음으로써, 스페이서가 적어도 하나의 메사의 상면 상에 형성된다.
- [0038] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층은 스핀 코팅에 의해 성막된다.
- [0039] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마스크 층은 먼저 포토리소그래피 공정에 의해 그 다음 리플로우 공정에 의해 패터닝된다.
- [0040] 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법의 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층의 식각은 포토리소그래피 공정에 의한 것이다.
- [0041] 일부 실시예들에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은: 적어도 하나의 메사를 형성한 후 그리고 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하기 전에, 패터닝 공정에서 마이크로 렌즈 재료 층에 정렬하기 위한 마크들을 갖는 마크 층을 형성하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0042] 일부 실시예들에서, 발광 픽셀 유닛을 제조하는 방법은: 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝한 후, 기관의 전극 영역을 노출시키도록 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0043] 본 명세서에 개시된 디스플레이 디바이스들 및 시스템들의 설계는 메사의 형상에 대한 마이크로 렌즈 재료 형상의 일치를 활용하여 기관 상의 메사들의 상면 상에 마이크로 렌즈의 직접 형성을 활용함으로써, 마이크로 렌즈 제조의 단계들을 크게 감소시키고 디스플레이 패널 구조 형성의 효율을 개선한다. 또한, 디스플레이 시스템들의 제조는 추가 기관들을 사용 또는 유지하지 않으면서 마이크로 렌즈 구조 패턴들을 신뢰성 있게 효율적으로 형성할 수 있다. 감소된 시야각 및 감소된 광 간섭은 디스플레이 시스템들의 발광 효율, 해상도 및 전반적인 성능을 개선한다. 따라서, 마이크로 렌즈 어레이들을 갖는 디스플레이 시스템들의 구현은 종래 디스플레이들의 사용과 비교하여 증강 현실(AR) 및 가상 현실(VR), 헤드업 디스플레이(HUD), 모바일 디바이스 디스플레이, 웨어러블 디바이스 디스플레이, 고화질 프로젝터, 및 자동차 디스플레이를 더 잘 만족시킬 수 있다.
- [0044] 진술한 다양한 실시예들은 본 명세서에 설명된 임의의 다른 실시예들과 조합될 수 있음을 유의한다. 본 명세서에 설명된 특징 및 이점은 모두를 포함하는 것이 아니며, 특히 많은 부가 특징 및 이점이 도면, 명세서 및 청구항들을 고려하여 관련 기술 분야의 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 더욱이, 본 명세서에서 사용된 언어는 주로 관독성 및 교시적 목적들을 위해 선택되었고, 발명의 청구물을 기술하거나 제한하도록 선택되지 않았을 수 있음을 유의해야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 본 개시가 더 상세하게 이해될 수 있도록, 다양한 실시예들의 특징들을 참조하여 보다 특정한 설명이 이루어질 수 있으며, 그 중 일부는 첨부된 도면들에 도시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 개시의 적절한 특징들을 도시할 뿐이고, 따라서 설명이 다른 효과적인 특징들을 인정할 수 있기 때문에, 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다.
- 도 1은 일부 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 예시의 디스플레이 패널의 단면도이다.
- 도 2a는 일부 실시예들에 따른, 픽셀들의 정사각형 어레이 배열을 갖는 예시의 단일 컬러 디스플레이 패널의 상면도이다.
- 도 2b는 일 실시예들에 따른, 픽셀들의 삼각형 및 육각형 어레이 배열들을 도시하는 예시의 단일 컬러 디스플레이 패널의 상면도이다.
- 도 3a는 일부 실시예들에 따른, 픽셀들의 정사각형 어레이 배열을 갖는 예시의 멀티 컬러 디스플레이 패널의 상면도이다.
- 도 3b는 일부 실시예들에 따른, 픽셀들의 삼각형 어레이 배열을 갖는 예시의 멀티 컬러 디스플레이 패널의 상면도이다.

도 4는 일부 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널 상에 발광 픽셀 유닛을 형성하기 위한 제조 방법의 흐름도를 나타낸다.

도 5는 일부 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널 상에 발광 픽셀 유닛을 형성하기 위한 제조 방법의 흐름도를 나타낸다.

도 6a는 일부 실시예들에 따른, 탑-다운 패턴 전사를 사용하여 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널을 형성하기 위한 제조 방법을 나타낸다.

도 6b는 일부 실시예들에 따른, 탑-다운 패턴 전사를 사용하여 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널을 형성하기 위한 제조 방법을 나타낸다.

도 7은 일부 실시예들에 따른, 마이크로 LED 디스플레이 패널의 상면도이다.

일반적인 관행에 따라, 도면들에 도시된 다양한 특징들은 스케일로 도시되지 않을 수 있다. 따라서, 다양한 특징들의 치수들은 명료함을 위해 임의적으로 확장되거나 감소될 수 있다. 또한, 도면들의 일부는 주어진 시스템, 방법 또는 디바이스의 컴포넌트들 모두를 도시하지 않을 수 있다. 마지막으로, 유사한 참조 번호들은 명세서 및 도면들 전체에 걸쳐 유사한 특징들을 표기하는데 사용될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 첨부 도면들에 도시된 예시의 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 본 명세서에서 다수의 상세들이 설명된다. 그러나, 일부 실시예들은 많은 특정 상세들 없이 실행될 수 있으며, 청구항들의 범위는 청구항들에서 구체적으로 인용된 특징들 및 양태들에 의해서만 제한된다. 또한, 잘 알려진 공정들, 컴포넌트들 및 재료들은 본 명세서에 설명된 실시예들의 관련 양태들을 불필요하게 모호하게 하지 않도록 철저한 상세로 설명되지 않았다.

[0047] 위에 논의된 바와 같이, 일부 예들에서, LED 다이들은 큰 발산각을 가지며, 이는 배경 섹션에서 논의된 것들과 같은 다양한 문제들을 야기할 수 있다. 더욱이, 자체 발광 이미지 디바이스로서 복수의 LED 다이를 갖는 LED 어레이를 채용하는 프로젝션 시스템에서, LED 어레이에 의해 생성된 이미지를 투영하기 위해 프로젝션 렌즈 또는 프로젝션 렌즈 세트가 필요하며, 프로젝션 렌즈는 제한된 어퍼처 수를 가질 수 있다. 따라서, LED 다이들의 큰 발산각으로 인해, LED 다이들에 의해 방출된 광의 일부만이 프로젝션 렌즈에 의해 수집될 수 있다. 이것은 LED-기반 프로젝션 시스템의 밝기를 감소시키고 및/또는 전력 소비를 증가시킨다.

[0048] 본 개시에 따른 실시예들은, 픽셀 드라이버 회로들의 어레이, 기판 상부에 형성된, 예를 들어 LED 다이들을 포함할 수 있는 메사들의 어레이, 및 메사들의 어레이 상부에 형성된 마이크로 렌즈의 어레이를 갖는 기판을 포함하는 자체 발광 이미지 디바이스로서의 통합 디스플레이 패널, 및 이 디스플레이 패널을 제작하는 방법들을 포함한다. 디스플레이 패널 및 디스플레이 패널을 기반으로 하는 프로젝션 시스템들은 광원, 이미지 형성 기능, 및 광빔 시준 기능을 단일 모놀리식 디바이스로 조합하며 종래 프로젝션 시스템들의 단점들을 극복할 수 있다.

[0049] 도 1은 일부 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이(120)와 통합된 예시의 디스플레이 패널(100)의 단면도이다. 도 1에서, 완성된 디스플레이 패널(100)은 렌즈리스(lens-less) 디스플레이 패널(110)(즉, 마이크로 렌즈 어레이가 없음), 및 마이크로 렌즈 어레이(120)를 포함한다. 디스플레이 패널(100)은 픽셀(112P)에 나타낸 바와 같은, 각각의 개별 픽셀 내에 개별 메사들의 어레이(102)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 메사 어레이(102)가 기판(130) 상에 형성된다. 일부 실시예들에서, 기판은 반도체 기판이다. 일부 실시예들에서, 픽셀들(112P)의 각각은 픽셀 드라이버 회로(도 1에 나타내지 않음) 및 개별 메사(102M) 내의 대응하는 픽셀 광원(112S)을 추가로 포함한다. 마이크로 렌즈 어레이(120) 내의 마이크로 렌즈(122M)는 적어도 메사(102M)의 상면을 커버한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)는 메사(102M)를 직접 커버하고 터치한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)는 메사(102M)의 형상을 따르며 메사(102M) 상에 반구면을 형성한다. 예를 들어, 마이크로 렌즈는 메사(102M)의 상면 및 외부에 형성된다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 어레이(120)의 구성은 메사(102M)의 구성과 상이하다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 상면은 대체적으로 평탄하고 마이크로 렌즈(122M)의 형상은 대체적으로 반구면이다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)는 원형 플랫폼이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈들(122M)은 메사들(102M)의 상면 상에 형성된 후에는 접촉하지 않는다.

[0050] 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 어레이(120)는 실리콘 산화물과 같은 유전체 재료로 이루어진다. 일부 실시예들에서, 유전체 재료는 실리콘 질화물, 실리콘 탄화물, 알루미늄 산화물 등과 같은 투명 산화물이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 어레이(120)는 포토레지스트로 이루어진다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 높이는 2 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 높이는 1 마이크로미터

이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 높이는 0.5 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 폭은 4 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 폭은 3 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 폭은 2 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 폭은 1 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)의 폭과 높이의 비율은 2 초과이다.

[0051] 각각의 픽셀 광원(112S)은 픽셀 드라이버 회로에 전기적으로 커플링되고 이에 의해 구동된다. 픽셀 광원들(112S)은 개별적으로 제어가능하다. 마이크로 렌즈 어레이(120)는 렌즈리스 디스플레이 패널(110) 위에 형성되며 마이크로 렌즈들(122M)은 픽셀 광원들(112S)(도 1에 별도로 나타내지 않음)을 포함하는 대응하는 메사들(102)에 정렬된다. 본 개시의 목적을 위해, "위" 및 "상면"과 같은 용어는 픽셀 광원(112A)으로부터 멀리 뷰어를 향해 전파하는 광의 방향을 의미한다. 픽셀 광원들(112S)을 포함하는 메사들의 어레이들(102), 픽셀 드라이버 회로들(나타내지 않음)의 어레이 및 마이크로 렌즈들의 어레이는 모두 공통 기판(130) 상에 통합된다. 일부 실시예들에서, 픽셀 광원들(112S)의 각각은 PN 접합을 포함한다.

[0052] 명료함을 위해, 도 1은 디스플레이 패널(100)에서 단지 3개의 개별 픽셀(112P)만을 나타내며, 이들 각각은 하나의 단일 마이크로 렌즈(122M)에 대응하는 하나의 픽셀 광원(112S)을 포함한다. 전체 디스플레이 패널(100)은 많은 개별 픽셀들(112P) 및 많은 마이크로 렌즈들(122M)의 어레이를 포함할 것임을 이해해야 한다. 또한, 픽셀 광원들(112S)을 포함하는 메사들(102M)과 마이크로 렌즈들(122M) 사이의 일대일 대응은 필요하지 않으며, 픽셀 드라이버 회로들(나타내지 않음)과 픽셀 광원들 사이의 일대일 대응도 필요하지 않다. 픽셀 광원들은 또한 예를 들어, 병렬로 연결된 LED들과 같은 다중 개별 광 요소들로 이루어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 마이크로 렌즈(122M)는 여러 메사들(102M)를 커버할 수 있다.

[0053] 픽셀 광원(112S)은 디스플레이 패널(100)을 위한 광을 생성한다. 상이한 타입들의 픽셀 광원들(112S), 예를 들어 개별 마이크로 LED들의 어레이를 포함하는 마이크로 LED 어레이, 개별 마이크로 OLED들의 어레이를 포함하는 마이크로 OLED 어레이, 또는 개별 마이크로 LCD들의 어레이를 포함하는 마이크로 LCD 어레이가 사용될 수 있다. LCD 어레이에서 "픽셀 광원"은 실제로 전기로부터 광을 생성하는 것과는 대조적으로 백라이트 또는 다른 곳에서 생성된 광을 변조하지만, 달리 언급되지 않는 한 본 명세서에서는 여전히 픽셀 광원으로서 지칭됨을 유의한다. 일 실시예에서, 각각의 개별 픽셀 광원(112S)은 단일 광 요소를 포함한다. 다른 실시예에서, 각각의 개별 픽셀 광원(112S)은 다중 광 요소들, 예를 들어 병렬로 커플링된 LED들을 포함한다.

[0054] 도 1에서, 마이크로 렌즈 어레이(120)는 개별 마이크로 렌즈들(122M)의 어레이를 포함하고, 각각의 마이크로 렌즈는 대응하는 픽셀 광원(112S)에 정렬된다. 개별 마이크로 렌즈들(122M)은 포지티브 굴절력을 가지며, 도 1에서 광선들(116 내지 118)에 의해 나타낸 바와 같이, 대응하는 픽셀 광원(112S)으로부터 방출되는 광에 대한 발산 또는 시야각을 감소시키도록 포지셔닝된다. 광선(116)은 상당히 넓은 원래 발산각(126)을 갖는, 픽셀 광원(112S)으로부터 방출된 광빔의 에지를 나타낸다. 일 실시예에서, 원래 각도(126)는 60도 초과이다. 광은 마이크로 렌즈(122M)에 의해 구부러져서, 새로운 에지 광선(118)이 이제 감소된 발산각(128)을 갖는다. 일 실시예에서, 감소된 각도(128)는 30도 미만이다. 마이크로 렌즈 어레이(120)에서의 마이크로 렌즈들(122M)은 통상적으로 동일하다. 마이크로 렌즈들의 예들은 구면 마이크로 렌즈들, 비구면 마이크로 렌즈들, 프레즈날 마이크로 렌즈들 및 원통형 마이크로 렌즈들을 포함한다.

[0055] 마이크로 렌즈 어레이(120)는 통상적으로 평탄한 측면과 만곡된 측면을 갖는다. 도 1에서, 마이크로 렌즈(122M)의 하면은 평탄한 측면이고, 마이크로 렌즈(122M)의 상면은 만곡된 측면이다. 각각의 마이크로 렌즈(122M)의 베이스의 통상적인 형상들은 원형, 정사각형, 직사각형 및 육각형을 포함한다. 개별 마이크로 렌즈들(122M)은: 형상, 곡률, 굴절력, 사이즈, 베이스, 간격 등이 동일하거나 상이할 수 있다. 도 1의 예에서, 마이크로 렌즈(122M)의 원형 베이스는 개별 픽셀(112P)과 동일한 폭을 갖지만, 더 작은 면적을 갖는데, 이는 마이크로 렌즈 베이스가 원형이고 개별 픽셀(112P)은 정사각형이기 때문이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 베이스 영역은 픽셀 광원(112S)의 영역보다 더 크다.

[0056] 일부 실시예들에서, 광학 스페이서(140)가 렌즈리스 디스플레이 패널(110)과 마이크로 렌즈 어레이(120) 사이에 형성된다. 일부 실시예들에서, 광학 스페이서(140)가 메사들의 어레이(102)와 마이크로 렌즈 어레이(120) 사이에 형성된다.

[0057] 광학 스페이서(140)는 픽셀 광원 어레이(112S)에 대한 마이크로 렌즈 어레이(120)의 포지션을 유지하기 위해 형성되는 광학적으로 투명한 층이다. 광학 스페이서(140)는 픽셀 광원들(112)로부터 방출된 파장들에서 투명한 다양한 재료들로 이루어질 수 있다. 광학 스페이서(140)를 위한 예시의 투명 재료는 폴리머, 유전체 및 반도체를

포함한다. 광학 스페이스(140)를 만들기 위한 재료는 마이크로 렌즈 어레이(120)를 만들기 위한 재료와 동일하거나 상이할 수 있다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(122M)가 메사(102M)의 형상에 따라 형성되는 경우, 광학 스페이스 층(140)은 마이크로 렌즈(122M)와 동일한 재료로 동일한 공정에서 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광학 스페이스 층(140)은 동일한 재료로 동일한 공정에서 마이크로 렌즈(122M) 아래에 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 높이는 기판(130)의 하면으로부터 측정된 광학 스페이스(140)의 두께보다 더 크거나, 같거나, 더 작다.

[0058] 광학 스페이스(140)의 두께는 마이크로 렌즈 어레이(120)와 픽셀 광원 어레이(112S) 사이의 적절한 간격을 유지하도록 설계된다. 일례로서, 마이크로 렌즈의 초점 거리보다 큰, 픽셀 광원과 마이크로 렌즈 사이의 광학적 간격을 유지하는 광학 스페이스에 대해, 단일 픽셀의 이미지가 소정의 거리에 형성된다. 다른 예로서, 마이크로 렌즈의 초점 거리보다 작은, 픽셀 광원과 마이크로 렌즈 사이의 광학적 간격을 유지하는 광학 스페이스에 대해, 감소된 발산/시야각이 달성된다. 발산/시야각의 감소량은 또한 부분적으로 메사(102M)의 상면 표면으로부터 측정된 광학 스페이스(140)의 두께에 의존한다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 상면 표면으로부터 측정된 스페이스(140)의 두께는 1 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 상면 표면으로부터 측정된 광학 스페이스(140)의 두께는 0.5 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 상면 표면으로부터 측정된 광학 스페이스(140)의 두께는 0.2 마이크로미터 이하이다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 상면 표면으로부터 측정된 광학 스페이스(140)의 두께는 약 1 마이크로미터이다. 일부 실시예들에서, 광학 스페이스(140)의 재료는 마이크로 렌즈 어레이(120)의 재료와 동일하다.

[0059] 일부 실시예들에서, 밝기 강화 효과는 마이크로 렌즈 어레이를 디스플레이 패널 상으로 통합하는 것을 통해 달성된다. 일부 예들에서, 마이크로 렌즈 어레이의 밝기는 마이크로 렌즈의 집광 효과로 인해, 디스플레이 표면에 수직인 방향으로 마이크로 렌즈 어레이 없이 밝기가 4배이다. 대안의 실시예들에서, 밝기 강화 팩터는 마이크로 렌즈 어레이 및 광학 스페이스의 상이한 설계들에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 8 초과의 팩터가 달성될 수 있다.

[0060] 도 2a 및 도 2b는 일부 실시예들에 따른, 구면 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 예시의 단일 컬러 디스플레이 패널들의 상면도들이다. 보다 구체적으로, 도 2a는 픽셀들의 정사각형 어레이 배열을 갖는 예시의 단일 컬러 디스플레이 패널(200)의 상면도이고, 도 2b는 픽셀들의 삼각형 및 육각형 어레이 배열을 도시하는 예시의 단일 컬러 디스플레이 패널(250)의 상면도이다. 예로서, 삼각형 어레이 배열(230)의 실시예 및 육각형 어레이 배열(235)의 실시예가 도 2b에 나타나 있다. 양자의 디스플레이 패널들(200, 250)은 마이크로 렌즈들(210, 260)의 어레이, 마이크로 렌즈들(210) 아래의 픽셀 광원들(220, 270)을 포함하는 메사들의 어레이, 및 마이크로 렌즈 어레이와 메사 어레이 사이에 형성된 선택적 광학 스페이스들(240, 290)을 포함한다. 각각의 개별 마이크로 렌즈는 개별 픽셀 광원을 포함하는 메사에 정렬된다. 더 상세하게, 정사각형 매트릭스 배열을 갖는 디스플레이 패널(200)은 개별 마이크로 렌즈들(210)의 어레이, 픽셀 광원들(220)을 포함하는 대응하는 메사들의 어레이 및 그 사이의 선택적 광학 스페이스(240)를 포함하고, 삼각형 매트릭스 또는 육각형 배열을 갖는 디스플레이 패널(250)은 개별 마이크로 렌즈들(260)의 어레이, 픽셀 광원들(270)을 포함하는 대응하는 메사들의 어레이, 및 그 사이의 선택적 광학 스페이스(290)를 포함한다. 양자의 디스플레이 패널들(200, 250)에서, 픽셀 광원들은 모두 동일한 컬러 광을 생성하는 단일 컬러 픽셀 광원들, 예를 들어 단일 컬러 디스플레이 패널들을 형성하는 단일 컬러 LED들이다.

[0061] 도 2a 및 도 2b에서, 대응하는 디스플레이 패널(200, 250)의 개별 마이크로 렌즈들(210, 260)은 정사각형, 삼각형 또는 육각형 매트릭스로 배열된 구면 마이크로 렌즈이다. 대안의 실시예들에서, 마이크로 렌즈들은 비-구면 형상들을 가질 수 있다. 마이크로 렌즈들은 또한 직사각형 매트릭스 배열 또는 팔각형 매트릭스 배열, 또는 기하학적 매트릭스 배열들의 조합들과 같은 다른 매트릭스 배열들로 배열될 수 있다.

[0062] 도 3a 및 도 3b는 일부 실시예들에 따른, 구면 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 예시의 멀티 컬러 디스플레이 패널들의 상면도이다. 보다 구체적으로, 도 3a는 픽셀들의 정사각형 어레이 배열을 갖는 예시의 멀티 컬러 디스플레이 패널(300)의 상면도이고, 도 3b는 픽셀들의 삼각형 어레이 배열을 갖는 예시의 멀티 컬러 디스플레이 패널(350)의 상면도이다. 양자의 디스플레이 패널들(300, 350)은 마이크로 렌즈들의 어레이(310, 360), 픽셀 광원들(320, 370)을 포함하는 메사들의 어레이, 및 마이크로 렌즈 어레이와 픽셀 광원 어레이 사이에 형성된 선택적 광학 스페이스(340, 390)를 포함하고, 각각의 마이크로 렌즈는 개별 픽셀 광원을 포함하는 대응하는 메사에 정렬된다.

[0063] 보다 상세하게, 정사각형 매트릭스 배열을 갖는 디스플레이 패널(300)은 개별 마이크로 렌즈들(310)의 어레이, 픽셀 광원들(320)을 포함하는 대응하는 메사들의 어레이 및 그 사이의 선택적 광학 스페이스(340)를 포함한다.

도 2a 및 도 2b에 나타난 단일 컬러 디스플레이 패널들(200, 250)과 달리, 디스플레이 패널(300)에서의 픽셀 광원 어레이는 상이한 방출 파장들과 연관된 픽셀 광원들을 포함하여, 멀티 컬러 디스플레이 패널을 생성한다. 예를 들어, 픽셀 광원(320R)은 적색 광을 생성하고 대응하는 마이크로 렌즈(310R)는 적색 픽셀 광원에 정렬되고, 픽셀 광원(320G)은 녹색 광을 생성하고 대응하는 마이크로 렌즈(310G)는 녹색 픽셀 광원에 정렬되며, 픽셀 광원(320B)은 청색 광을 생성하고 대응하는 마이크로 렌즈(310B)는 청색 픽셀 광원에 정렬된다. 일 실시예에서, 상이한 컬러들을 갖는 여러 픽셀 광원들(320)은 RGB 풀 컬러 픽셀을 형성하기 위해 소정의 비율로 함께 그룹화된다. 예를 들어, 상이한 컬러들을 갖는 여러 픽셀 광원들(320)은 삼각형, 직사각형 또는 육각형 매트릭스 배열로 함께 그룹화된다. 예를 들어, 일반적인 설계에서, 적색 픽셀 광원들(320R), 녹색 픽셀 광원들(320G) 및 청색 픽셀 광원들(320B)은 1:2:1의 비율로 그룹화되어 광원들의 2x2 정사각형 배열을 갖는 단일 풀 컬러 픽셀(330)을 형성한다.

[0064] 도 3a 및 도 3b에서, 대응하는 디스플레이 패널(300, 350)의 개별 마이크로 렌즈들(310, 360)은 구면 마이크로 렌즈들이다. 대안의 실시예들에서, 마이크로 렌즈들은 비구면 형상들을 가질 수 있다. 마이크로 렌즈들은 또한 직사각형 매트릭스 배열 또는 육각형 매트릭스 배열과 같은 다른 매트릭스 배열들로 배열될 수 있다.

[0065] 삼각형 매트릭스 배열을 갖는 디스플레이 패널(350)은 또한 개별 마이크로 렌즈들(360)의 어레이, 픽셀 광원들(370)을 포함하는 대응하는 메사들의 어레이 및 그 사이의 광학 스페이서(390)를 포함하고, 픽셀 광원들(370)은 또한 상이한 방출 파장들과 연관되어 상이한 광 컬러들을 제공한다. 예를 들어, 픽셀 광원(370R)은 적색 광을 방출하고 대응하는 마이크로 렌즈(360R)는 적색 픽셀 광원에 정렬되고, 픽셀 광원(370G)은 녹색 광을 방출하고 대응하는 마이크로 렌즈(360G)는 녹색 픽셀 광원에 정렬되며, 픽셀 광원(370B)은 청색 광을 방출하고 대응하는 마이크로 렌즈(360B)는 청색 픽셀 광원에 정렬된다. 이 예에서는, 적색 픽셀 광원들(320R), 녹색 픽셀 광원들(320G) 및 청색 픽셀 광원들(320B)이 1:1:1의 비율로 그룹화되어 광원들의 삼각형 배열을 갖는 단일 풀 컬러 픽셀(380)을 형성한다. 일부 실시예들에서, 원통형 마이크로 렌즈 어레이가 메사들의 상면 상에 형성될 수 있다.

[0066] 도 4 및 도 5는 다양한 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널을 형성하기 위한 상이한 제조 방법들의 예들을 나타낸다.

[0067] 도 4는 일부 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널 상에 발광 픽셀 유닛을 형성하기 위한 제조 방법의 흐름도를 나타낸다. 방법(400)의 동작들(예를 들어, 단계들)은 도 1에 설명된 실시예들에 대응하여 수행될 수 있다.

[0068] 방법(400)은 기관을 제공하는 단계(402)를 포함한다. 예를 들어, 도 1은 기관(130)의 단면도를 나타낸다. 일부 실시예들에서, 기관(130)은 실리콘과 같은 반도체 기관이다. 일부 실시예들에서, 기관(130)의 재료는 II~III 족 화합물, 사파이어, 알루미늄 산화물, 갈륨 질화물 등으로부터 유래된다.

[0069] 방법(400)은 또한 기관 상에 적어도 하나의 메사를 형성하는 단계(404)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 메사는 성막, 포토리소그래피 및 식각과 같은 기존 반도체 제조 방법들에 의해 형성된 가파른 측면들을 갖는 기관으로부터의 평탄-토평핑된 돌출부이다. 일부 실시예들에서, 메사들은 직사각형, 정사각형, 삼각형, 사다리꼴, 다각형 등의 형상일 수 있다. 일부 실시예들에서, 메사는 적어도 PN 접합을 포함한다. 예를 들어, 도 1은 메사(102M)의 단면도를 나타낸다. 기관(130)은 메사(102M) 내에 대응하는 픽셀 광원(112S)을 각각 갖는 개별 픽셀들(112P)의 통합 어레이를 이미 포함한다. 일 실시예에서, 대응하는 픽셀 광원 어레이를 제어하는 픽셀 드라이버 회로들의 어레이(나타내지 않음)가 또한 기관(130) 상에 통합된다. 도 4의 실시예들은 이러한 구조에서 시작하며, 이는 도 1에 나타난 바와 같이 렌즈리스 디스플레이 패널(110)로 지칭된다.

[0070] 방법(400)은 하나의 메사의 적어도 상면 상에 직접적으로 그리고 메사와 직접 물리적으로 접촉하게 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는 단계(406)를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 도 1에 나타난 바와 같이, 마이크로 렌즈 재료 층의 형상은 메사(102M)의 형상을 따르며 메사 상에 반구면을 형성한다. 일부 실시예들에서, 메사(102M)의 상면은 대체적으로 평탄하고 형성된 마이크로 렌즈(122M)의 형상은 대체적으로 반구면이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층은 화학 기상 증착(CVD) 기술에 의해 기관 상에 직접 성막된다. 일부 실시예들에서, CVD 공정을 위한 증착 파라미터는 다음과 같다: 전력은 약 0W 내지 약 1000W이고, 압력은 약 100milli-torr 내지 약 2000milli-torr이고, 온도는 약 23℃ 내지 약 500℃이고, 가스 플로우율은 약 0 내지 약 3000scm (표준 입방 센티미터/분)이며, 시간은 약 1시간 내지 약 3시간이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층의 재료는 실리콘 이산화물과 같은 유전체 재료이다.

[0071] 방법(400)은 기관의 전극 영역(도 1에는 나타내지 않음)을 노출시키기 위해 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하

는 단계(408)를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계(408)는 식각 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 식각 단계는 마이크로 렌즈 재료의 표면 상에 마스크를 형성하는 단계를 포함한다. 식각 단계는 또한 포토리소그래피 공정을 통해 마스크를 패터닝함으로써, 마스크에 개구들을 형성하고 메사들의 전극 영역 위의 마이크로 렌즈 재료 층을 노출시키는 단계를 포함한다. 식각 단계는 마스크 보호가 제자리에 있는 상태에서 개구들에 의해 노출된 마이크로 렌즈 재료 층의 부분들을 식각하는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 노출된 마이크로 렌즈 재료 층은 습식 식각 방법에 의해 식각된다.

[0072] 도 5는 일부 실시예들에 따른, 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널 상에 발광 픽셀 유닛을 형성하기 위한 제조 방법의 흐름도를 나타낸다. 방법(500)의 동작들(예를 들어, 단계들)은 도 1에 설명된 실시예들에 대응하여 수행될 수 있다.

[0073] 방법(500)은 기관을 제공하는 단계(502)를 포함한다. 예를 들어, 도 1은 기관(130)의 단면도를 나타낸다. 일부 실시예들에서, 기관(130)은 실리콘과 같은 반도체 기관이다.

[0074] 방법(500)은 또한 기관 상에 적어도 메사를 형성하는 단계(504)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 메사는 성막, 포토리소그래피 및 식각과 같은 기존 반도체 제조 방법들에 의해 형성된 가파른 측면들을 갖는 기관으로부터의 평탄-토평된 돌출부이다. 일부 실시예들에서, 메사들은 직사각형, 정사각형, 삼각형, 사다리꼴, 다각형 등의 형상일 수 있다. 일부 실시예들에서, 메사는 적어도 PN 접합을 포함한다. 예를 들어, 도 1은 메사(102M)의 단면도를 나타낸다. 기관(130)은 메사(102M) 내에 대응하는 픽셀 광원(112S)을 각각 갖는 개별 픽셀들(112P)의 통합 어레이를 이미 포함한다. 일 실시예에서, 대응하는 픽셀 광원 어레이를 제어하는 픽셀 드라이버 회로들의 어레이(나타내지 않음)가 또한 기관(130) 상에 통합된다. 도 5의 실시예들은 이러한 구조에서 시작하며, 이는 도 1에 나타난 바와 같이 렌즈리스 디스플레이 패널(110)로 지칭된다.

[0075] 일부 실시예들에서, 방법(500)은 또한 이후 단계들에서 성막된 마이크로 렌즈 재료 층에 정렬하기 위한 마크들을 갖는 마크 층을 형성하는 선택적 단계(506)를 포함한다. 예를 들어, 마크 층은 발광 픽셀의 중심에 마이크로 렌즈를 형성하기 위해 마이크로 렌즈 재료 층에 발광 픽셀들의 유닛들을 정렬하도록 형성된다. 일부 실시예들에서, 마크 층은 메사의 상면 상에 마이크로 렌즈를 형성하기 위해 메사를 그 위의 층들 특히 마이크로 렌즈 재료 층에 정렬하도록 형성된다.

[0076] 방법(500)은 하나의 메사의 적어도 상면 상에 직접적으로 마이크로 렌즈 재료 층을 성막하는 단계(508)를 추가로 포함한다. 도 6a 및 도 6b는 일부 실시예들에 따른, 탑-다운 패턴 전사를 사용하여 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널을 형성하기 위한 제조 방법을 추가로 나타낸다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)은 도 6a에 나타난 바와 같이 메사(602M)의 상면을 커버하고 마이크로 렌즈 재료 층(645)의 상면 표면은 평탄하다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)은 스핀 코팅에 의해 메사 어레이(602)의 상면 상에 성막된다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)의 재료는 포토레지스트이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)의 재료는 실리콘 산화물과 같은 유전체 재료이다.

[0077] 방법(500)은 마이크로 렌즈 재료 층을 위로부터 아래로 패터닝함으로써, 도 6a 및 도 6b에 나타난 바와 같이 마이크로 렌즈 재료 층에 적어도 반구면을 형성하는 단계(510)를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 패터닝은 마이크로 렌즈 재료 층(645)의 하면을 관통하거나 하면까지 식각하지 않으면서 수행된다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈(620)의 반구면은 적어도 하나의 메사(602M) 위에 배치된다.

[0078] 일부 실시예들에서, 단계(510)는 도 6a에 나타난 바와 같이 마이크로 렌즈 재료 층(645)의 표면 상에 마스크 층(630)을 성막하는 제1 단계를 추가로 포함한다.

[0079] 단계(510)는 또한 마스크 층(630)에 반구면 패턴을 형성하기 위해 마스크 층(630)을 패터닝하는 제2 단계를 포함한다. 일부 예들에서, 마스크 층(630)은 먼저 포토리소그래피 공정에 의해 그 다음 리플로우 공정에 의해 패터닝된다. 일부 실시예들에서, 감광성 폴리머 마스크 층(630)은 반구면 패턴의 형성을 준비하기 위해, 점선의 직사각형 셀들에서, 도 6a에 나타난 바와 같이, 격리된 셀들(640)로 패터닝된다. 일례로서, 격리된 셀들(640)은 포토리소그래피 공정을 통해 패터닝되고 형성된다. 격리된 셀들(640)을 갖는 패터닝된 감광성 폴리머 마스크 층(650)은 그 후 고온 리플로우 공정을 사용하여 반구면 패턴(660)으로 형상화된다. 하나의 접근법에서, 격리된 셀들(640)은 고온 리플로우를 통해 격리된 반구면 패턴(660)으로 형성된다. 일부 실시예들에서, 하나의 픽셀의 격리된 반구면 패턴(660)은 인접한 픽셀의 반구면 패턴과 직접 물리적으로 접촉하지 않는다. 일부 실시예들에서, 하나의 픽셀의 반구면 패턴(660)만이 반구면 패턴(660)의 하면에서 인접한 픽셀의 반구면 패턴과 접촉한다. 패터닝된 감광성 폴리머 마스크 층(650)은 폴리머 재료의 용융점 초과 온도 동안 소정 시간 동안 가열

된다. 폴리머 재료가 액화된 상태로 용융된 후, 액화된 재료의 표면 장력이 이를 매끄러운 곡률 표면을 가진 형상으로 만들 것이다. 셀의 높이가 $2R/3$ 일 때 반경 R 의 둥근 베이스를 가진 셀에 대해, 리플로우 공정 후에 반구면 형상/패턴이 형성될 것이다. 도 6a는 고온 리플로우 공정이 완료된 후 반구면 패턴들(660)의 어레이와 통합된 디스플레이 패널을 나타낸다. 일부 실시예들에서, 마스크 층에서의 반구면 패턴은 방법(400)에서 설명된 마이크로 렌즈를 위한 제조 방법을 포함하는 다른 제조 방법에 의해 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 마스크 층에서의 반구면 패턴은 그레이스케일 마스크 포토리소그래피 노출을 사용하여 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 마스크 층에서의 반구면 패턴은 몰드/임프린팅 공정을 통해 형성될 수 있다.

[0080] 단계(510)는 마스크로서 반구면 패턴(660)을 사용하여, 마이크로 렌즈 재료 층(645)을 식각하여 마이크로 렌즈 재료 층(645)에 반구면을 형성하는 제3 단계를 추가로 포함한다. 일부 예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)을 식각하는 것은 포토리소그래피 공정에 의한 것이다. 일부 예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)을 식각하는 것은 도 6a에 나타낸 바와 같이 플라즈마 식각 공정(635)과 같은 건식 식각에 의한 것이다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층(645)이 식각된 후, 마이크로 렌즈 재료 층(645)은 도 6a 및 도 6b에 나타낸 바와 같이 메사(602M)의 상면 표면을 노출시키도록 판통 식각되지 않으며, 이에 의해 스페이서(670)가 도 6b에 나타낸 바와 같이 메사(602M)의 상면 상에 형성되거나 메사(602M)의 상면을 커버한다.

[0081] 방법(500)은 기관의 전극 영역(도 6b에는 나타내지 않음)을 노출시키기 위해 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계(512)를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 마이크로 렌즈 재료 층을 패터닝하는 단계(512)는 식각 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 식각 단계는 마이크로 렌즈 재료의 표면 상에 마스크를 형성하는 단계를 포함한다. 식각 단계는 또한 포토리소그래피 공정을 통해 마스크를 패터닝함으로써, 마스크에 개구들을 형성하고 메사들의 전극 영역 위의 마이크로 렌즈 재료 층을 노출시키는 단계를 포함한다. 식각 단계는 마스크 보호가 있는 상태에서 노출된 마이크로 렌즈 재료 층을 식각하는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시예들에서, 노출된 마이크로 렌즈 재료 층은 습식 식각 방법에 의해 식각된다. 일부 실시예들에서, 전극용 개구는 디스플레이 어레이 영역 외부에 포지셔닝된다.

[0082] 전술한 바와 같이, 도 1, 도 4, 도 5, 도 6a 및 도 6b는 마이크로 렌즈 어레이와 통합된 디스플레이 패널을 형성하기 위한 다양한 제조 방법들을 나타낸다. 이들은 단지 예들일 뿐이며, 다른 제조 기법들이 또한 사용될 수 있음을 이해해야 한다.

[0083] 상세한 설명은 많은 상세사항들을 포함하지만, 이들은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않아야 하며 단지 본 발명의 상이한 예들 및 양태들을 예시하는 것으로 해석되어야 한다. 본 발명의 범위는 위에 상세히 논의되지 않은 다른 실시예들을 포함함을 이해해야 한다. 예를 들어, 정사각형 베이스 또는 다른 다각형 베이스와 같은, 상이한 형상 베이스들을 가진 마이크로 렌즈들이 또한 사용될 수 있다. 첨부된 청구항들에서 정의된 바와 같이 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않으면서 본 명세서에 개시된 본 발명의 방법 및 장치의 배열, 동작, 및 상세들에서 관련 기술 분야의 통상의 기술자들에게 자명할 다양한 다른 수정들, 변경들 및 변형들이 이루어질 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들 및 그 법적 균등물들에 의해 결정되어야 한다.

[0084] 추가 실시예들은 또한 다양한 다른 실시예들에서 조합되거나 그렇지 않으면 재배열되는 도 1, 도 2a, 도 2b, 도 3a, 도 3b, 도 4, 도 5, 도 6a 및 도 6b에 나타낸 실시예들을 포함하는 위의 실시예들의 다양한 서브세트들을 포함한다.

[0085] 도 7은 일부 실시예들에 따른, 마이크로 LED 디스플레이 패널(700)의 상면도이다. 디스플레이 패널(700)은 데이터 인터페이스(710), 제어 모듈(720) 및 픽셀 영역(750)을 포함한다. 데이터 인터페이스(710)는 디스플레이될 이미지를 정의하는 데이터를 수신한다. 이러한 데이터의 소스(들) 및 포맷은 애플리케이션에 의존하여 달라질 것이다. 제어 모듈(720)은 인입 데이터를 수신하고 이를 디스플레이 패널에서 픽셀들을 구동하기에 적합한 형태로 변환한다. 제어 모듈(720)은 수신된 포맷을 픽셀 영역(750)에 적절한 포맷으로 변환하기 위한 디지털 로직 및/또는 상태 머신들, 데이터를 저장하고 전송하기 위한 시프트 레지스터들 또는 다른 타입들의 버퍼들 및 메모리, 디지털 아날로그 변환기들과 레벨 시프터들, 및 클로킹 회로부를 포함하는 스캔 제어기들을 포함할 수 있다.

[0086] 픽셀 영역(750)은 픽셀들을 포함하는 메사들의 어레이(도 7에서 LED(734)와 별도로 나타내지 않음)를 포함한다. 픽셀들은 예를 들어, 전술한 바와 같이, 픽셀 드라이버들과 통합된 단일 컬러 또는 멀티 컬러 LED(734)와 같은 마이크로 LED들을 포함한다. 마이크로 렌즈의 어레이(도 7에서 LED(734)와 별도로 나타내지 않음)는 메사들의 어레이의 상면을 커버한다. 이 예에서, 디스플레이 패널(700)은 컬러 RGB 디스플레이 패널이다. 이는 적색, 녹색 및 청색 픽셀들을 포함한다. 각각의 픽셀 내에서, LED(734)는 픽셀 드라이버에 의해 제어된다. 픽셀은 이전

에 나타난 실시예들에 따라, 접지 패드(736)를 통해 공급 전압(나타내지 않음) 및 접지에 콘택하고, 또한 제어 신호에 콘택한다. 도 7에 나타내지는 않았지만, LED(734)의 p-전극과 구동 트랜지스터의 출력은 전기적으로 연결된다. LED 전류 구동 신호 연결(LED의 p-전극과 픽셀 드라이버의 출력 사이), 접지 연결(n-전극과 시스템 접지 사이), 공급 전압 Vdd 연결(픽셀 드라이버의 소스와 시스템 Vdd 사이), 및 픽셀 드라이버의 게이트에 대한 제어 신호 연결은 다양한 실시예들에 따라 이루어진다. 본 명세서에 개시된 마이크로 렌즈 어레이 중 임의의 것은 마이크로 LED 디스플레이 패널(700)로 구현될 수 있다.

[0087] 도 7은 대표적인 도면일 뿐이다. 다른 설계들이 자명할 것이다. 예를 들어, 컬러들이 적색, 녹색 및 청색일 필요는 없다. 이들은 또한 기둥들 또는 스트라이프들로 배열될 필요도 없다. 일례로서, 도 7에 나타난 픽셀들의 정사각형 매트릭스의 배열과는 별도로, 픽셀들의 육각형 매트릭스의 배열이 또한 디스플레이 패널(700)을 형성하는데 사용될 수 있다.

[0088] 일부 애플리케이션들에서는, 완전히 프로그래밍가능한 픽셀들의 직사각형 배열이 필요하지 않다. 다양한 형상들 및 디스플레이들을 갖는 디스플레이 패널들의 다른 설계들이 또한 본 명세서에 설명된 디바이스 구조들을 사용하여 형성될 수 있다. 한가지 예는 사이니지(signage) 및 자동차를 포함한 특수 애플리케이션들이다. 예를 들어, 다중 픽셀들은 별 또는 나선형의 형상으로 배열되어 디스플레이 패널을 형성할 수 있으며, 디스플레이 패널 상의 상이한 패턴들은 LED들을 턴온 및 오프함으로써 생성될 수 있다. 또 다른 특수 예는 자동차 헤드라이트들 및 스마트 조명이며, 여기서 소정의 픽셀들은 함께 그룹화되어 다양한 조명 형상들을 형성하고 LED 픽셀들의 각각의 그룹은 턴온 또는 오프되거나 다르게는 개별 픽셀 드라이버들에 의해 조정될 수 있다.

[0089] 심지어 각각의 픽셀 내에서 디바이스들의 측방향 배열도 달라질 수 있다. 도 1, 도 6a 및 도 6b에서, LED들 및 픽셀 드라이버들은 수직으로 배열되며, 즉 각각의 LED가 대응하는 픽셀 드라이버 회로의 상면 상에 위치된다. 다른 배열들이 가능하다. 예를 들어, 픽셀 드라이버는 또한 LED "뒤에", "앞에" 또는 "옆에" 위치될 수 있다.

[0090] 상이한 타입들의 디스플레이 패널들이 제조될 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 패널의 해상도는 통상적으로 8x8 부터 3840x2160까지의 범위일 수 있다. 일반적인 디스플레이 해상도는 320x240 해상도 및 4:3의 종횡비를 갖는 QVGA, 1024x768 해상도 및 4:3의 종횡비를 갖는 XGA, 1280x720 해상도 및 16:9의 종횡비를 갖는 D, 1920x1080 해상도 및 16:9의 종횡비를 갖는 FHD, 3840x2160 해상도 및 16:9의 종횡비를 갖는 UHD, 및 4096x2160 해상도를 갖는 4K를 포함한다. 또한 서브마이크론 이하부터 10mm 이상에 이르기까지, 다양한 픽셀 사이즈들이 있을 수 있다. 전체 디스플레이 영역의 사이즈가 또한 수십 마이크로 이하의 작은 대각선부터 수백 인치 이상에 이르기까지, 광범위하게 달라질 수 있다.

[0091] 상이한 애플리케이션들이 또한 광학 밝기 및 시야각에 대한 상이한 요건들을 가질 것이다. 예시의 애플리케이션은 직접 뷰잉 디스플레이 스크린, 홈/오피스 프로젝터용 조명 엔진 및 스마트 폰, 랩톱, 웨어러블 전자장치, AR 및 VR 안경, 망막 프로젝션과 같은 휴대용 전자장치를 포함한다. 전력 소비는 망막 프로젝터에 대한 몇 밀리와트 만큼 낮은 것부터 대형 스크린 실외 디스플레이, 프로젝터 및 스마트 자동차 헤드라이트에 대한 킬로와트 만큼 높은 것까지 달라질 수 있다. 프레임 속도 측면에서, 무기 LED의 빠른 응답(나노초)으로 인해, 프레임 속도는 작은 해상도에 대해 KHz 또는 심지어 MHz 만큼 높을 수 있다.

[0092] 추가 실시예들은 또한 다양한 다른 실시예들에서 조합되거나 그렇지 않으면 재배열되는 도 1, 도 2a, 도 2b, 도 3a, 도 3b, 도 4, 도 5, 도 6a, 도 6b 및 도 7에 나타난 바와 같은 실시예들을 포함하는 위의 실시예들의 다양한 서브세트들을 포함한다.

[0093] 상세한 설명은 많은 상세사항들을 포함하지만, 이들은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않아야 하며 단지 본 발명의 상이한 예들 및 양태들을 예시하는 것으로 해석되어야 한다. 본 발명의 범위는 위에 상세히 논의되지 않은 다른 실시예들을 포함함을 이해해야 한다. 예를 들어, 전술한 접근법들은 LED 및 OLED 이외의 기능 디바이스의 픽셀 드라이버 이외의 제어 회로부와 통합에 적용될 수 있다. 비-LED 디바이스들의 예들은 수직 공동 표면 방출 레이저(VCSSEL), 광검출기, 마이크로-전기-기계 시스템(MEMS), 실리콘 포토닉 디바이스, 전력 전자 디바이스, 및 분산 피드백 레이저(DFB)를 포함한다. 다른 제어 회로부의 예들은 전류 드라이버, 전압 드라이버, 트랜스 임피던스 증폭기, 및 로직 회로를 포함한다.

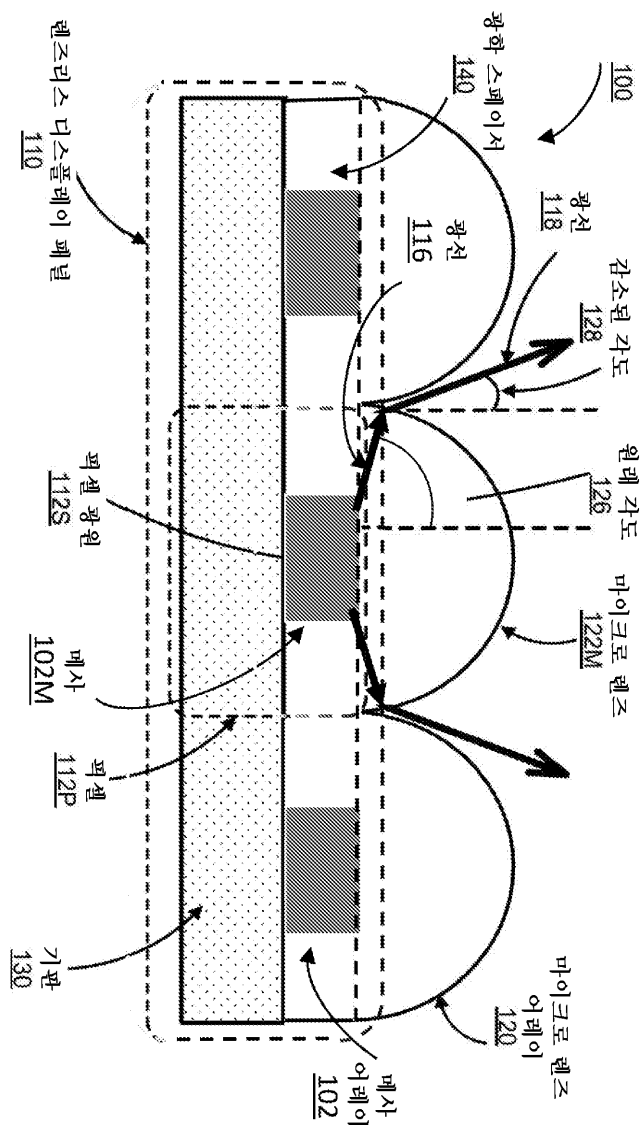
[0094] 개시된 실시예들의 앞선 설명은 관련 기술 분야의 통상의 기술자가 본 명세서에 설명된 실시예들 및 그 변형들을 만들거나 사용하는 것을 가능하게 하기 위해 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 수정들이 관련 기술 분야의 통상의 기술자들에게 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에 정의된 일반적인 원리는 본 명세서에 개시된 청구물의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 개시는 본 명세서

에 나타난 실시예들에 제한되도록 의도되는 것이 아니라 본 명세서에 개시된 신규한 특징들 및 원리들과 다음의 청구항들과 일치하는 최광의 범위에 부합되는 것으로 의도된다.

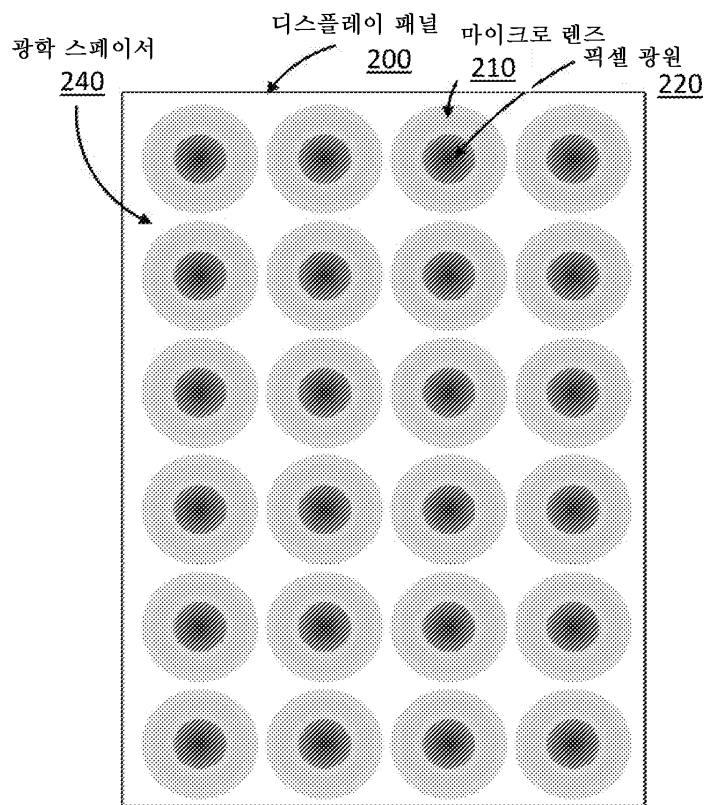
- [0095] 본 발명의 특징들은 본 명세서에 제시된 특징들 중 임의의 것을 수행하기 위해 프로세싱 시스템을 프로그램하는데 사용될 수 있는/명령들이 저장된 저장 매체(매체들) 또는 컴퓨터 판독가능 저장 매체(매체들)와 같은 컴퓨터 프로그램 제품에서, 이를 사용하여 또는 이의 도움으로 구현될 수 있다. 저장 매체는 DRAM, SRAM, DDR RAM 또는 다른 랜덤 액세스 고체 상태 메모리 디바이스와 같은 고속 랜덤 액세스 메모리를 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않으며, 비휘발성 메모리, 예컨대 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스, 광학 디스크 저장 디바이스, 플래시 메모리 디바이스 또는 다른 비휘발성 고체 상태 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 메모리는 선택적으로 CPU(들)에서 원격으로 위치된 하나 이상의 저장 디바이스를 포함한다. 메모리 또는 대안으로 메모리 내의 비휘발성 메모리 디바이스(들)은, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함한다.
- [0096] 임의의 머신 판독가능 매체(매체들) 상에 저장된, 본 발명의 특징들은 프로세싱 시스템의 하드웨어를 제어하고, 프로세싱 시스템이 본 발명의 결과들을 활용하는 다른 메커니즘과 상호작용하는 것을 가능하게 하기 위한 소프트웨어 및/또는 펌웨어에 통합될 수 있다. 이러한 소프트웨어 또는 펌웨어는 애플리케이션 코드, 디바이스 드라이버, 운영 시스템, 및 실행 환경/컨테이너를 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0097] "제1", "제2" 등의 용어들은 본 명세서에서 다양한 요소들 또는 단계들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들 또는 단계들은 이들 용어들로 제한되지 않아야 함을 이해할 것이다. 이들 용어들은 하나의 요소 또는 단계를 다른 것과 구별하는데에만 사용된다.
- [0098] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예들만을 설명하기 위한 것이며, 청구항들을 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 실시예들 및 첨부된 청구항들의 설명에서 사용된 바와 같이, 단수 형태의 부정관사 및 정관사("a" "an" 및 "the")는, 문맥이 달리 명확하게 나타내지 않는 한, 복수의 형태들을 또한 포함하도록 의도된다. 본 명세서에 사용된 바와 같이 용어 "및/또는"은 연관된 목록 아이템들 중 하나 이상의 임의의 그리고 모든가능한 조합들을 지칭하고 이들을 포괄하는 것으로 또한 이해될 것이다. 본 명세서에서 사용될 때, 용어들 "포함하다" 및/또는 "포함하는"은 언급된 특징, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 컴포넌트의 존재를 특정하지만, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 컴포넌트 및/또는 이들의 그룹의 존재 또는 부가를 배제하지 않음을 추가로 이해할 것이다.
- [0099] 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "~이면"은 문맥에 의존하여, 언급된 조건 판례가 참 "일 때" 또는 참 "이면" 또는 참임을 "결정하는 것에 응답하여" 또는 "결정에 따라", 또는 "검출하는 것에 응답하여"를 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 유사하게, 구절 "[명시된 조건 판례가 참이라고] 결정되는 경우" 또는 "[명시된 조건 판례가 참인] 경우" 또는 "[명시된 조건 판례가 참일] 때"는 문맥에 의존하여, 명시된 조건 판례가 참임을 "결정하면" 또는 "결정하는 것에 응답하여" 또는 "결정에 따라" 또는 "검출하면" 또는 "검출하는 것에 응답하여"를 의미하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0100] 전술한 기재는 설명을 위해 특정 실시예들을 참조하여 설명되었다. 그러나, 위의 예시적인 논의들은 개시된 정확한 형태들로 청구항들을 제한하거나 완전한 것으로 의도되지 않는다. 상기 교시들을 고려하여 많은 수정들 및 변형들이 가능하다. 실시예들은 동작 원리 및 실제 적용을 가장 잘 설명하기 위해 선택되고 설명되어, 이에 의해 관련 기술 분야의 통상의 기술자들이 가능하게 한다.

도면

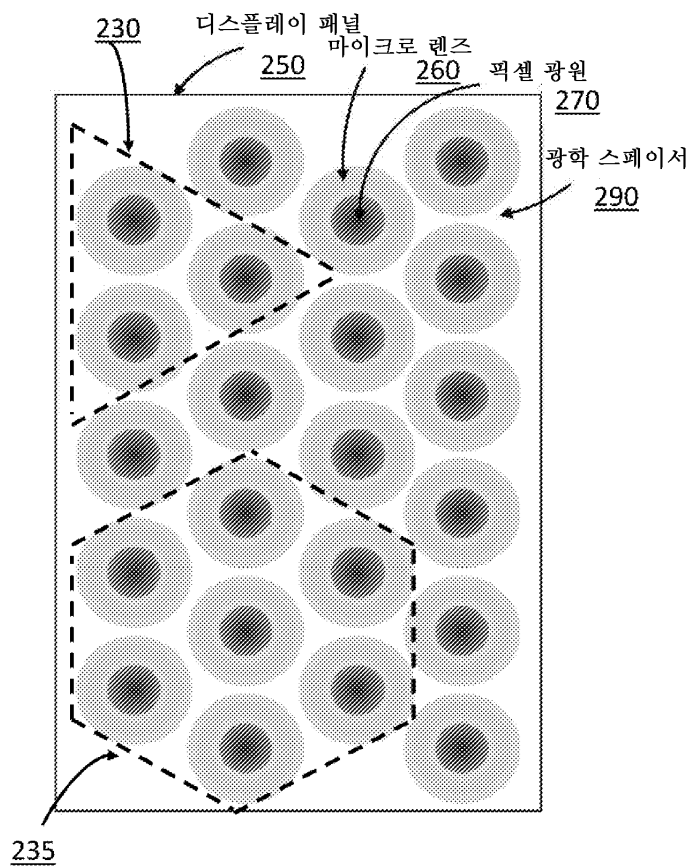
도면1



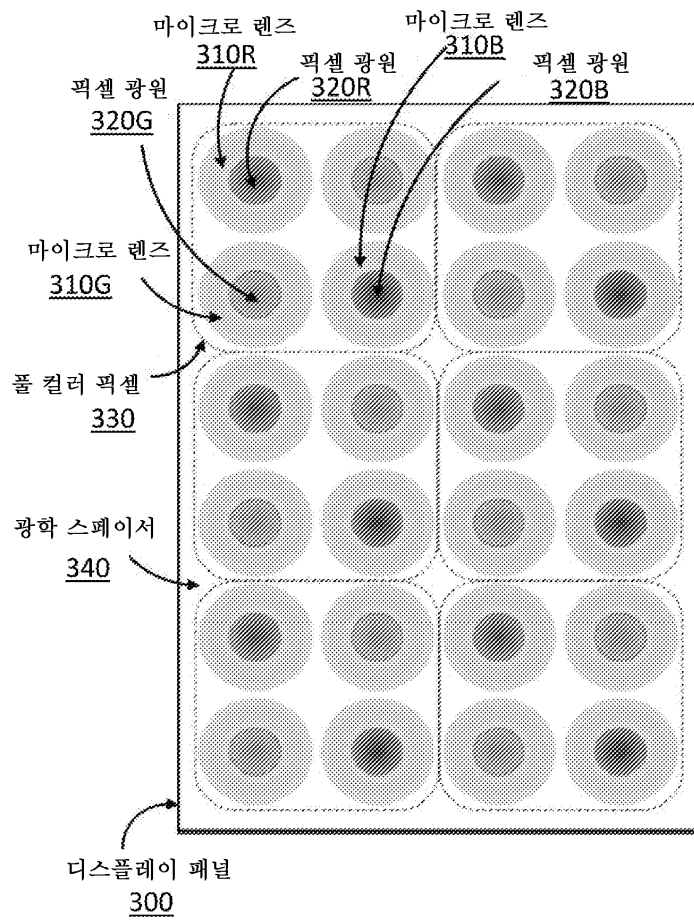
도면2a



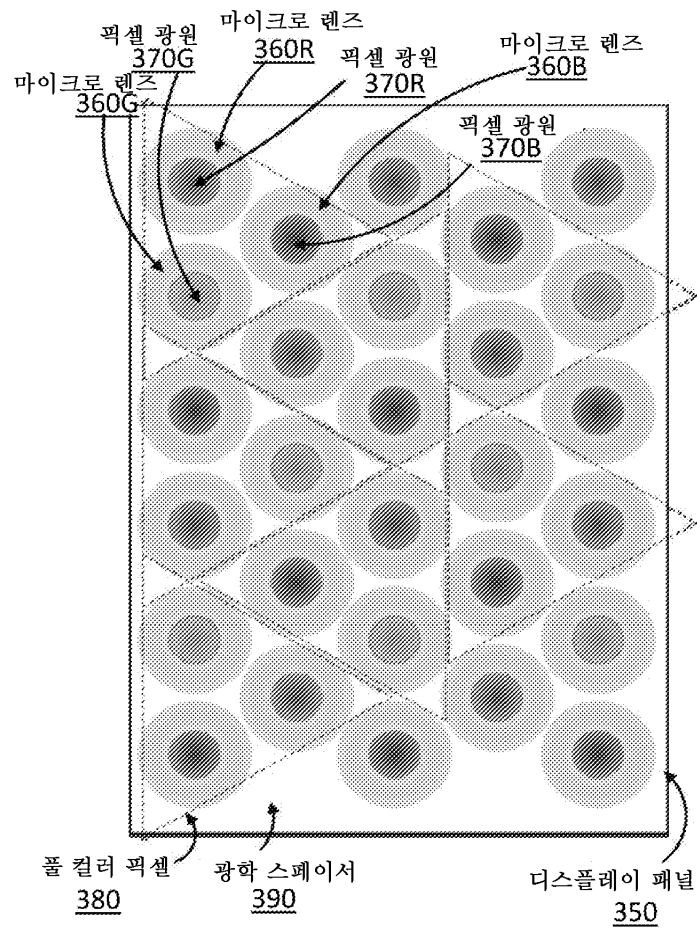
도면2b



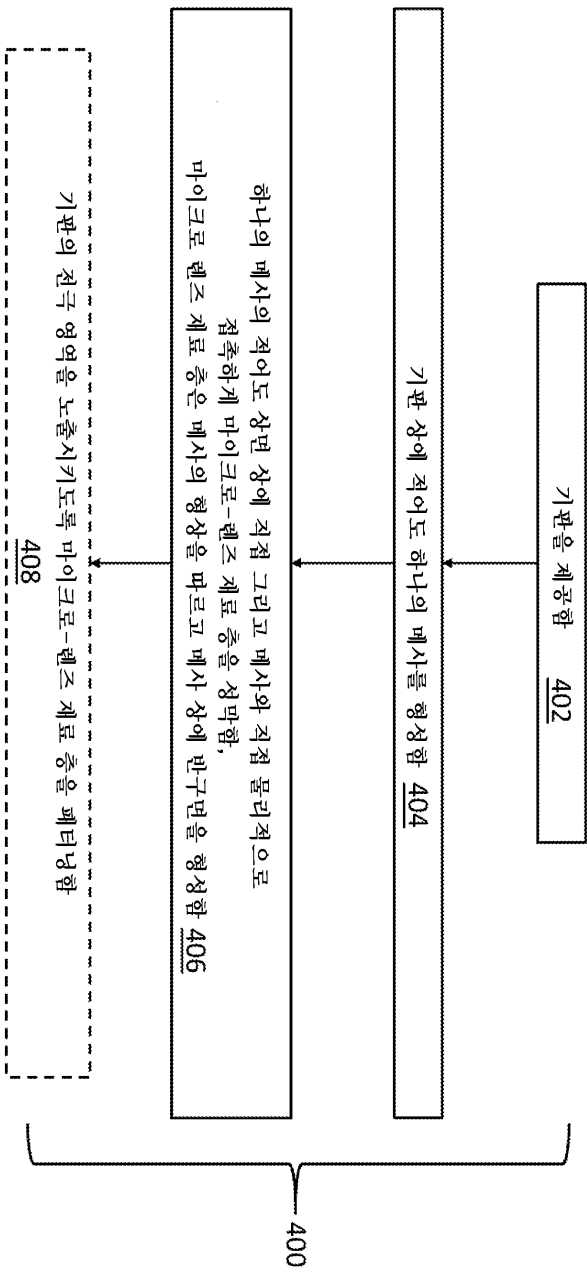
도면3a



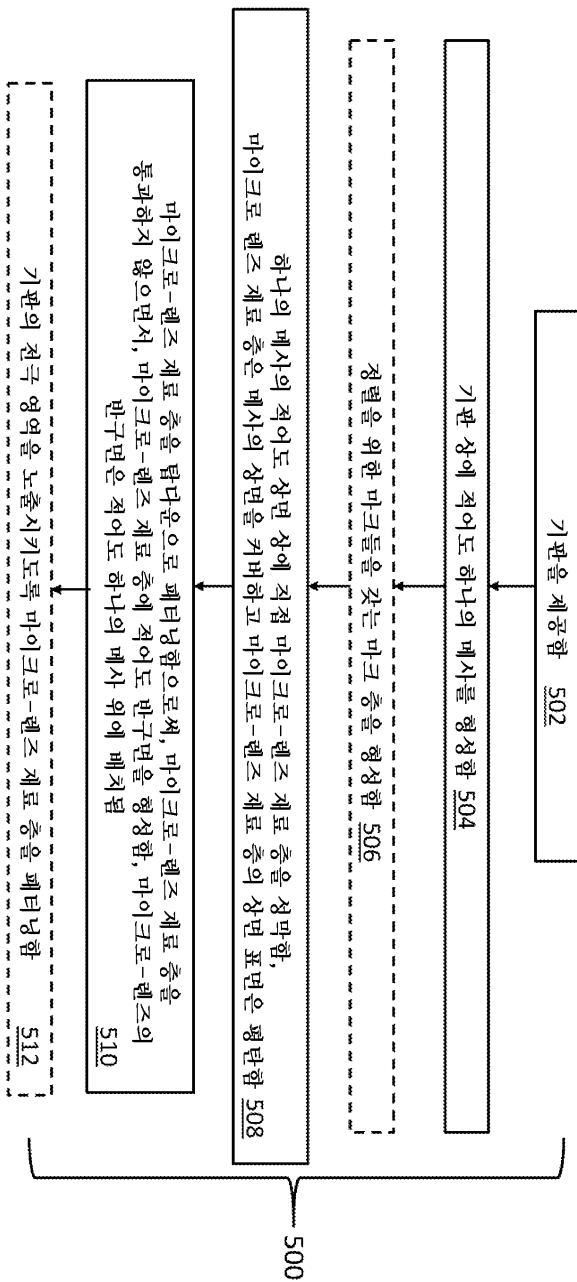
도면3b



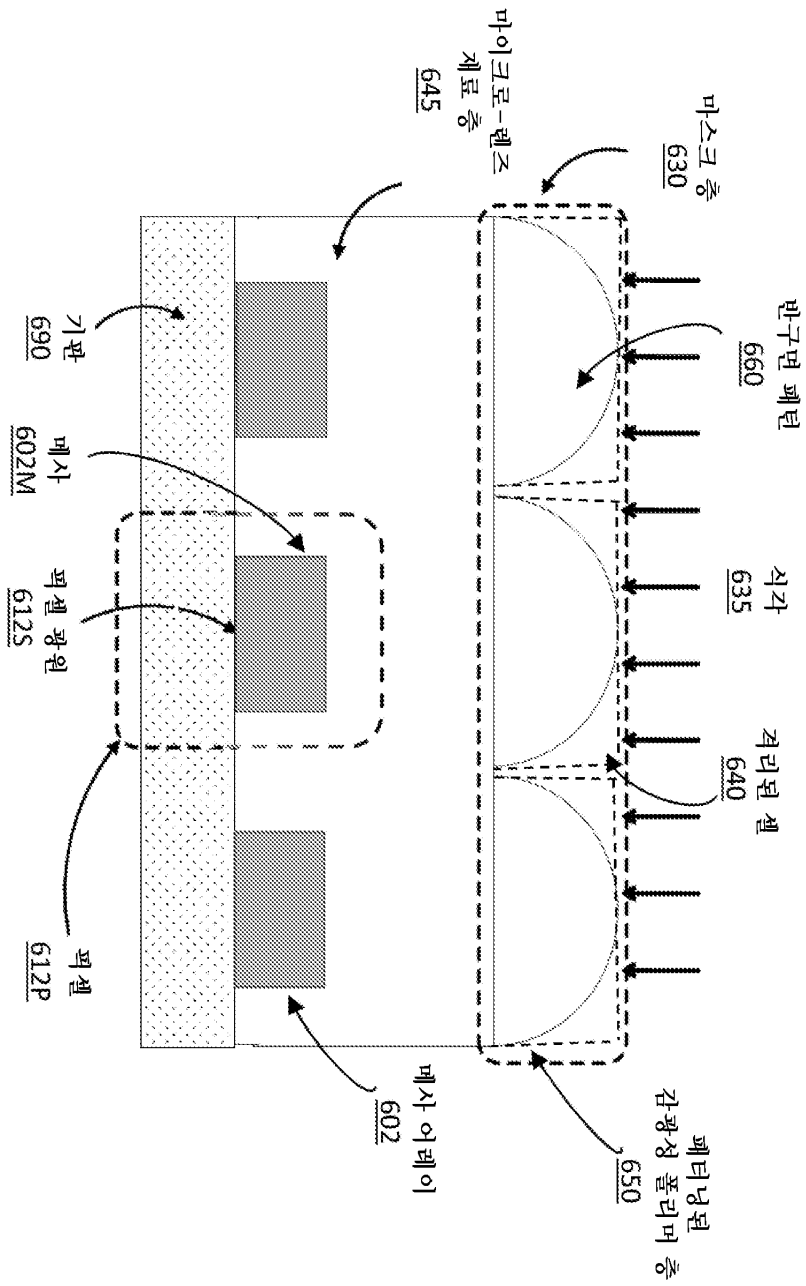
도면4



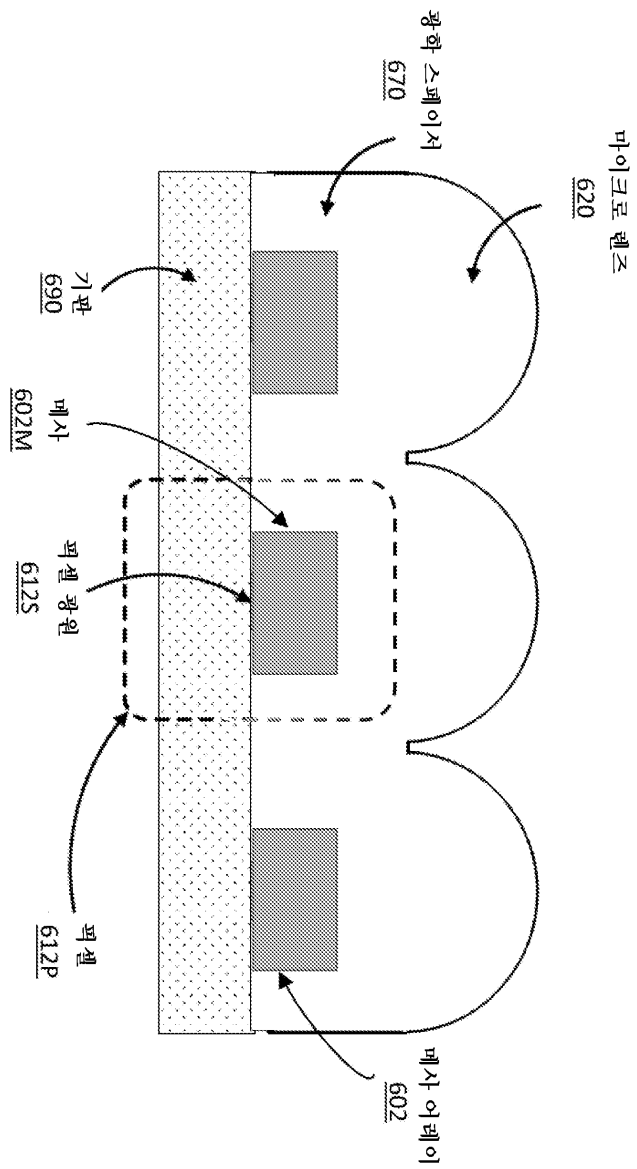
도면5



도면6a



도면 6b



도면7

