



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0126280
(43) 공개일자 2019년11월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 25/075 (2006.01) B60Q 1/06 (2006.01)
F21S 41/125 (2018.01) F21S 41/143 (2018.01)
F21S 41/153 (2018.01) F21S 41/32 (2018.01)
F21S 41/33 (2018.01) H01L 33/60 (2010.01)
H05B 33/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 25/0753 (2013.01)
B60Q 1/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7016524
- (22) 출원일자(국제) 2017년10월24일
심사청구일자 2019년06월10일
- (85) 번역문제출일자 2019년06월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/058032
- (87) 국제공개번호 WO 2018/089189
국제공개일자 2018년05월17일
- (30) 우선권주장
62/420,260 2016년11월10일 미국(US)
15/701,450 2017년09월12일 미국(US)

- (71) 출원인
홍콩 베이더 제이드 버드 디스플레이 리미티드
중국, 홍콩, 퀸즈 로드 센트럴, 더 센터 76 플로어, 유닛 7605
- (72) 발명자
충, 웅충
중국, 홍콩, 퀸즈 로드 센트럴, 더 센터 76 플로어, 유닛 7605, 홍콩 베이더 제이드 버드 디스플레이 리미티드 사내
- 첸, 위징
중국, 홍콩, 퀸즈 로드 센트럴, 더 센터 76 플로어, 유닛 7605, 홍콩 베이더 제이드 버드 디스플레이 리미티드 사내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김영철, 김 순 영

전체 청구항 수 : 총 20 항

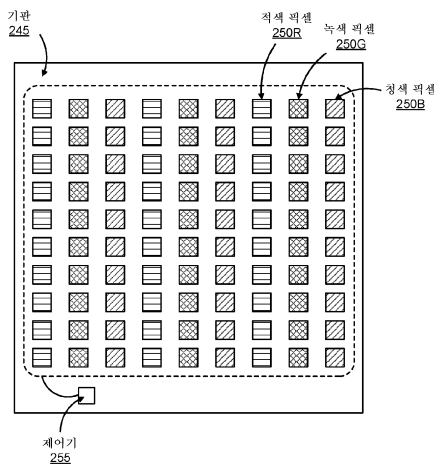
(54) 발명의 명칭 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원

(57) 요약

다양한 실시 예는 서로 상이한 컬러의 잘 중첩된 광 빔을 가능하게 하는 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원을 포함한다. 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원은 열 전도성 기관 및 열 전도성 기관 상에 집적된 상이한 컬러 마이크로-LED의 다중 어레이를 포함한다. 각 어레이 내의 마이크로-LED는 전기적으로 연결되어 모두 동시에 구동할 수 있다. 다중-컬러 어레이 광원은 또한 전기적으로 결합되고 마이크로-LED의 어레이를 구동시키는 제어기를 포함한다. 제어기는 광원으로서 사용하기에 적합한 공간 파장 및 각도 분포를 갖는 출력 광 분포를 생성하는 방식으로 마이크로-LED를 구동한다.

대표도 - 도2b

240



(52) CPC특허분류

F21S 41/125 (2018.01)

F21S 41/143 (2018.01)

F21S 41/153 (2018.01)

F21S 41/322 (2018.01)

F21S 41/337 (2018.01)

H01L 33/60 (2013.01)

H05B 33/0857 (2013.01)

(72) 발명자

장, 레이

중국, 홍콩, 퀸즈 로드 센트럴, 더 센터 76

플로어, 유닛 7605, 홍콩 베이더 제이드 버드 디스

플레이 리미티드 사내

우, 광

중국, 홍콩, 퀸즈 로드 센트럴, 더 센터 76

플로어, 유닛 7605, 홍콩 베이더 제이드 버드 디스

플레이 리미티드 사내

리, 치밍

중국, 홍콩, 퀸즈 로드 센트럴, 더 센터 76

플로어, 유닛 7605, 홍콩 베이더 제이드 버드 디스

플레이 리미티드 사내

명세서

청구범위

청구항 1

다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원으로서,

열 전도성 기관; 및

상기 열 전도성 기관 상에 모놀리식으로 집적된 마이크로-LED의 다중 어레이를 포함하며,

집합체의 모든 어레이로부터의 마이크로-LED는 인터리브된 방식으로 배열된 적어도 2개의 상이한 컬러 마이크로-LED를 포함하고,

각각의 어레이는,

모두 동일한 컬러인 복수의 마이크로-LED;

상기 복수의 마이크로-LED에 대한 구동 신호를 수신하기 위한 드라이버 입력; 및

상기 복수의 마이크로-LED를 상기 드라이버 입력에 연결하는 전기적 연결을 포함하고,

상기 복수의 마이크로-LED는 상기 구동 신호에 의해 동시에 구동되는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 2

제1항에 있어서,

각각의 마이크로-LED는 100 미크론 보다 작은 적어도 하나의 측면 치수를 갖는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 3

제1항에 있어서,

각각의 마이크로-LED는 모든 측면 치수가 100 미크론 보다 작은, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 마이크로-LED의 다중 어레이는, 적어도 하나의 적색 마이크로-LED의 어레이, 적어도 하나의 녹색 마이크로-LED의 어레이 및 적어도 하나의 청색 마이크로-LED의 어레이를 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 마이크로-LED의 다중 어레이는, 적어도 하나의 백색 마이크로-LED의 어레이를 더 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 마이크로-LED의 다중 어레이는, 적어도 두 개의 각각 상이한 컬러의 마이크로-LED의 어레이를 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 7

제1항에 있어서,

각각의 어레이에서, 어레이 내의 모든 마이크로-LED는 병렬로 또는 직렬로 전기적으로 연결되는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 8

제1항에 있어서,

상이한 컬러 마이크로-LED의 다중 어레이에 대한 상기 구동 신호를 생성하는 제어기를 더 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어기는 상이한 컬러 각각에 대한 마이크로-LED 모두를 동시에 구동하지만, 상이한 컬러 각각은 서로 별개로 구동하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제어기는 상이한 컬러 모두에 대한 마이크로-LED 모두를 동시에 구동하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 마이크로-LED는 일 측면을 따라 인터리브된 상이한 컬러 스트라이프를 갖는 스트라이프인, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 마이크로-LED는 두 개의 측면을 따라 인터리브된 상이한 컬러 픽셀을 갖는 픽셀인, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 마이크로-LED는, 성장 기판이 제거되고 에피택셜 층, n-전극 및 p-전극을 포함하는 박막 마이크로-LED인, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 박막 마이크로-LED는, 호스트 기판으로부터 공유 접합을 통해 상기 열 전도성 기판으로 상기 에피택셜 층을 전사함으로써 상기 열 전도성 기판 상에 모놀리식으로 집적되는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 열 전도성 기판 상에 집적되는 수동 시준 광학기를 더 포함하고,

상기 수동 시준 광학기는 LED에 의해 생성된 출력 광의 각 발산을 감소시키는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 수동 시준 광학기는,

마이크로-LED 어레이에 의해 생성된 광을 시준하기 위한 중앙 발산 원추 외부의 반사 컵; 및

상기 반사 컵 내부 및 상기 마이크로-LED 어레이 위에 배치되어 상기 마이크로-LED 어레이에 의해 생성된 광을 상기 중앙 발산 원추 내에서 시준하기 위한 굴절 광학기를 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 굴절 광학기는 상기 마이크로-LED 어레이 위에 하나의 초점 길이를 중심으로 배치된 굴절 렌즈를 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 굴절 광학기는 자유형 굴절 광학기인, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 굴절 광학기는 굴절 렌즈의 초점이 굴절 반구의 중심과 일치하는 굴절 반구의 상부에 중첩되는 굴절 렌즈를 포함하는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원.

청구항 20

광 엔진으로서,

다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원으로서,

열 전도성 기관; 및

상기 열 전도성 기관 상에 모놀리식으로 집적된 마이크로-LED의 다중 어레이를 포함하고,

집합체의 모든 어레이로부터의 마이크로-LED는 인터리브된 방식으로 배열된 적어도 2개의 상이한 컬러 마이크로-LED를 포함하며,

각각의 어레이는,

모두 동일한 컬러인 복수의 마이크로-LED;

상기 복수의 마이크로-LED에 대한 구동 신호를 수신하기 위한 드라이버 입력; 및

상기 복수의 마이크로-LED를 상기 드라이버 입력에 연결하는 전기적 연결을 포함하고,

상기 복수의 마이크로-LED는 상기 구동 신호에 의해 동시에 구동되는, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원;

상기 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원으로부터의 출력 광 분포를 변조하는 디지털 마이크로 미러 장치;

상기 다중-컬러 LED 어레이 광원으로부터 상기 디지털 마이크로 미러 장치로 상기 출력 광 분포를 시준하는 광학기; 및

최종 사용자에게 표시하기 위해 변조된 광을 투영하는 투영 렌즈를 포함하는, 광 엔진.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 일반적으로, 예를 들어 시준된(collimated) 풀-컬러 조명을 필요로 하는 적용 예에서 사용될 수 있는

[0001]

모놀리식(monolithic)으로 집적된 마이크로-LED 어레이에 기반한 다중-컬러 광원에 관한 것이다. 서로 다른 컬러의 마이크로-LED 어레이는 공간적으로 보다 균일한 컬러 혼합을 달성하기 위해 인터리브된(interleaved) 방식으로 배열된다.

배경 기술

[0002] 발광 다이오드(light emitting diode, LED)는 표시등, 교통 신호등, LCD 백라이트 및 일반 조명과 같은 다양한 조명에 널리 사용된다. 풀 컬러 조절이 가능한 조명을 필요로 하는 조명 적용을 위해, 별개의 적색 LED 칩, 녹색 LED 칩 및 청색 LED 칩으로 구성된 집적된 RGB 광 모듈이 시장에서 널리 채택되었다.

[0003] 전형적으로, 적색, 녹색 및 청색 LED 칩 각각은 그 자체 제어기에 의해 독립적으로 제어된다. 적색, 녹색 및 청색 LED에 주입된 전류의 제어를 통해 적색, 녹색 및 청색 광량을 조절함으로써 출력 광 컬러는 튜닝된다. 그러나, 무대 조명, 환경 조명 및 컬러 조절이 가능한 자동차 헤드라이트와 같은 특정 적용은 시준된 빔 조명이 필요하다. 종래의 RGB 광 모듈에서는, 별개의 적색 LED 칩, 녹색 LED 칩 및 청색 LED 칩이 나란히 배치된다. 이러한 배열은 칩 크기보다 큰 적색, 녹색 및 청색 소스(source) 사이의 중심-대-중심 변위를 만든다. 이 RGB 광원이 공유된 투영 광학기(projection optics)를 사용하여 투영될 때, 투영된 적색, 녹색 및 청색 빔의 중심 변위가 투영 광학기에 의해 확대되어, 특히 투영된 패턴의 가장자리에서 바람직하지 않은 컬러 인공물(artifacts)이 발생한다. 또한, 별개의 적색, 녹색 및 청색 LED 칩을 사용하는 종래의 투영 시스템에서는, 상이한 칩으로부터의 광의 양호하게 중첩된 조합을 보장하기 위해 다중 시준된 렌즈 및 색선별 거울(dichroic mirror)과 같은 여분의 광학 구성 요소가 필요할 수 있다. 이로 인해 전체 시스템의 복잡성이 증가하고 크기가 커진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 모놀리식으로 집적된 구성 및 보다 공간적으로 균일한 컬러 혼합을 특징으로 하는 다중-컬러 광원이 광 범위하게 요구된다.

과제의 해결 수단

[0005] 예를 들어, 집적된 RGB 광 모듈은 열 전도성 기판 상에 인터리브된 적색 마이크로-LED 어레이, 녹색 마이크로-LED 어레이 및 청색 마이크로-LED 어레이를 포함한다. 종래의 RGB 광 모듈에서 치수 L의 별개의 적색, 녹색 및 청색 LED 칩을 치수 L/N의 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED의 인터리브된 N×N 어레이로 대체함으로써, 적색, 녹색 및 청색 광원의 중심 변위가 N 팩터(factor)만큼 감소된다. 이는 종래의 RGB 광 모듈에 존재하는 컬러 인공물을 상당히 감소시킬 수 있다.

[0006] 일 양태에서, 다중-컬러 LED 어레이 광원은 열 전도성 기판 및 열 전도성 기판 상에 모놀리식으로 집적된 상이한 컬러 마이크로-LED의 어레이를 포함한다. 상이한 컬러를 방출하는 마이크로-LED는 동일한 기판 상에 집적되어 단일 칩을 형성한다. 마이크로-LED는, 예를 들어, 풀-컬러 시준 빔 조명 광원으로서 사용하기에 적합한 공간 분포, 컬러 튜닝성(tunability) 및 각도 분포를 갖는 출력 광을 생성하는 방식으로 배열된다.

[0007] 일 실시 예에서, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원은 하나의 어레이 내의 모든 마이크로-LED가 동일한 컬러를 갖는 마이크로-LED의 다중 어레이를 포함한다. 각 어레이의 마이크로-LED는, 예를 들어 직렬 또는 병렬로 함께 전기적으로 연결되므로, 개별적으로 제어되지 않고 한꺼번에 구동될 수 있다. 일례로서, RGB 광원은 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED의 어레이를 포함한다. 마이크로-LED의 어레이는 물리적으로 배열되어 서로 다른 컬러 LED가 인터리브된다. 일례로서, 마이크로-LED는 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED의 인터리브된 스트라이프(stripe)로 배열될 수 있다. 다른 일례로서, 마이크로-LED는 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED의 인터리브된 픽셀을 형성하도록 배열될 수 있다.

[0008] 마이크로-LED 어레이 광원으로부터 방출된 광은 온칩(on-chip) 또는 오프칩(off-chip)일 수 있는 제어기에 의해 변조된다. 예를 들어, 일부 컬러 LED를 다른 컬러 LED보다 강하게 구동하거나 상이한 양의 시간 동안 상이한 컬러 LED를 켜서 출력 광의 컬러를 제어할 수 있다. 또한, 비-이미징 광학기를 포함하는 굴절 및 반사 광학과와 같은 광학 구조물은 생성된 광의 공간 및 각도 분포를 형성하는데 사용될 수 있다.

[0009] 기판 상에 장착된 별개의 대형 LED 칩을 사용하는 종래의 광원과 비교하여, 집적된 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원은 보다 균일한 컬러 혼합 및 상이한 컬러 출력 광의 더 나은 조정 및 정렬을 허용한다. 또한 별개의

LED 칩을 정렬하는 데 필요한 여분의 광학 구성 요소가 필요하지 않으므로, 광원 및 이 광원을 사용하는 해당 시스템의 복잡성과 크기가 감소한다.

[0010] 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원은 다양하게 적용될 수 있다. 예를 들면, 무대 조명, 환경 조명 및 컬러 조절이 가능한 자동차 헤드라이트와 같은 대형 광원과 관련된 고전력 적용 분야가 있다. 다른 예로서, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원은 디지털 마이크로 미러 장치(digital micromirror device, DMD) 광 엔진용 광원으로 사용될 수 있다.

[0011] 다른 양태는 구성 요소, 장치, 시스템, 개선, 방법, 프로세스, 응용 프로그램 및 위의 기술과 관련된 기타 기술을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 실시 예는 첨부된 도면과 관련하여 다음의 상세한 설명 및 첨부된 청구 범위로부터 더욱 쉽게 명백해질 다른 장점 및 특징을 갖는다.

도 1은 일 실시 예에 따른 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원을 포함하는 광 엔진을 도시한다.

도 2a는 일 실시 예에 따른 적색, 녹색 및 청색 LED의 인터리브된 스트라이프를 갖는 예시적인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원의 평면도이다.

도 2b는 일 실시 예에 따른 하나의 물리적 배열에서 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED의 인터리브된 픽셀을 갖는 예시적인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원의 평면도이다.

도 2c는 일 실시 예에 따른 다른 물리적 배열에서 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED의 인터리브된 픽셀을 갖는 예시적인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원의 평면도이다.

도 3a 내지 도 3c는 일 실시 예에 따른 수동 시준 광학기를 갖는 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원을 이용하는 예시적인 광 모듈의 상이한 도면들이다.

도 4a 내지 도 4c는 일 실시 예에 따른 수동 시준 광학기를 이용하는 다른 예시적인 광 모듈의 상이한 도면들이다.

도 5a 및 도 5b는 다양한 실시 예에 따른 수동 시준 광학기를 이용하는 또 다른 예시적인 광 모듈의 단면도이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 다중 시준 구조를 이용하는 또 다른 예시적인 광 모듈의 단면도이다.

도 7a 및 도 7b는 일 실시 예에 따른 또 다른 예시적인 광 모듈의 상이한 도면들이다.

도 8a 내지 도 8c는 다양한 실시 예에 따른 또 다른 예시적인 광 모듈의 단면도이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 또 다른 예시적인 광 모듈의 단면도이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 다중 시준 구조를 이용하는 또 다른 예시적인 광 모듈의 단면도이다.

도면은 단지 예시의 목적을 위해 다양한 실시 예들을 도시한다. 당업자는 이하 설명으로부터 본 명세서에 도시된 구조 및 방법의 대안적인 실시 예가 본 명세서에서 설명된 원리를 벗어나지 않고 채용될 수 있음을 쉽게 인식할 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 도면 및 이하의 설명은 단지 예시를 위한 바람직한 실시 예에 관한 것이다. 이하의 논의로부터, 본 명세서에 개시된 구조 및 방법의 대안적인 실시 예는 청구된 원리를 벗어나지 않고 채용될 수 있는 실행 가능한 대안으로 쉽게 인식될 것이다.

[0014] 도 1은 일 실시 예에 따른 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(110)을 포함하는 광 엔진(100)을 도시한다. 광 엔진(100)은 또한 광원(110)으로부터의 출력 광을 변조하는 디지털 마이크로 미러 장치(DMD)(140), 광원(110)으로부터의 광을 DMD(140)에 결합시키는 광학기(120), 및 사용자에게 표시하기 위해 변조된 광을 투영하는 투영 렌즈(150)를 포함한다. 일례로서, LED 어레이 광원(110)은 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED의 어레이를 사용하는 RGB 광원이다. 다른 일례로서, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(110)은 적색, 녹색, 청색 및 백색 마이크로-LED의 어레이를 사용하는 RGBW 광원이다. 각 컬러에 대해 개별의 대형 LED 칩을 사용하는 종래의 광 엔진

과 비교할 때, 다중 LED 칩 및 대응하는 광학 구성 요소를 집적된 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(110)으로 대체함으로써 전체 광 엔진(100)의 폼 팩터(form factor)가 현저하게 감소될 수 있다. 도 1의 광 엔진은 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원의 적용의 일례이지만, 이러한 광원은 다른 적용에도 사용될 수 있다.

[0015] 도 2a는 일 실시 예에 따른, 적색, 녹색 및 청색 LED(220R, 220G 및 220B)의 인터리브된 스트라이프를 갖는 예시적인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(200)의 평면도이다. 도 2a에서, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(200)은 기판(205), 기판 상에 모놀리식으로 집적된 상이한 컬러 마이크로-LED(220)의 다중 어레이, 및 마이크로-LED의 어레이를 구동하도록 전기적으로 결합된 제어기(225)를 포함한다. 이 예에서, 제어기(225)는 온칩(즉, 동일한 칩 상에서 LED와 집적된)이지만 오프칩일 수도 있다. 기판(205)은 열 전도성 기판이고, 질화 알루미늄, 산화 알루미늄, 실리콘, 알루미늄, 구리 및 세라믹과 같은 물질로부터 제조될 수 있다. 일 실시 예에서, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(200) 내의 LED는 바람직하게는 100 마이크로(microns) 이하의 크기를 갖는 마이크로-LED이다. 도 2a에 도시된 예에서, LED의 각 컬러에 대해 3개의 스트라이프가 있고, 상이한 컬러를 갖는 LED의 스트라이프는 서로 인터리브된다. 왼쪽에서 시작하여 오른쪽으로 LED의 스트라이프는 각 컬러에 대해 동일한 수의 스트라이프를 가지는 적색, 녹색, 청색, 적색, 녹색, 청색 등의 순서이다. 대안적인 실시 예에서, 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원은 각각의 광 컬러에 대해 상이한 수의 스트라이프를 가질 수 있고, 스트라이프는 상이한 순서로 배열될 수 있다.

[0016] 제조와 관련하여, 컬러 LED는 바람직하게는 에피택셜 층(epitaxial layer)을 사용하여 제조된다. 하나의 접근법에서, 금-금, 금-인듐 또는 금-주석 공융 접합(eutectic bonding)을 통해 호스트 기판으로부터 열 전도성 기판으로 에피택셜 층을 전사함으로써 상이한 컬러 마이크로-LED(220)의 어레이가 열 전도성 기판(205) 상에 모놀리식으로 집적된다. 추가 제조 기술은 미국 특허 출원 번호 제15/135,217호 "집적 박막 트랜지스터 회로를 갖는 반도체 장치(Semiconductor Devices with Integrated Thin-Film Transistor Circuitry)" 및 제15/269,954호 "정렬 접합 및 기판 제거를 갖는 반도체 장치 제조(Making Semiconductor Devices with Alignment Bonding and Substrate Removal)"에 개시되어 있으며, 이들 모두는 그 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0017] 제어기(225)는 LED(220R, 220G 및 220B)를 구동한다. 도 2a에서, 제어기(225)는 LED 어레이를 둘러싸는 점선 경계에 연결된 것으로 도시되어 있다. 편의상, 개별 LED에 대한 연결은 도시되지 않는다. 일 실시 예에서, 제어기(225)는 모든 동일한 컬러 LED를 일체히 구동한다. 예를 들어, 제어기(225)는 적색 LED(220R)를 일체히, 녹색 LED(220G)를 일체히, 및 청색 LED(220B)를 일체히 구동한다. 이것은 단일 어레이로 모든 동일한 컬러 LED를 전기적으로 연결(예를 들어, 이들을 모두 병렬 또는 직렬로 연결)한 다음, 그 단일 어레이를 구동함으로써 수행될 수 있다. 대안적으로, 동일한 컬러의 LED가 다중 어레이로 연결될 수 있지만, 모든 어레이가 한꺼번에 구동된다. 예를 들어, 제어기(225)는 적색 LED(220R)를 일체히, 녹색 LED(220G)를 일체히, 및 청색 LED(220B)를 일체히 구동한다. 그러나, 상이한 컬러를 서로 별개로 구동할 수 있다. 이러한 방식으로, 상대적인 컬러 콘텐츠는 제어기(225)에 의해 조정될 수 있다. 하나의 접근법에서, 제어기(225)는 상이한 컬러를 구동하는데 사용되는 전류를 조정함으로써 이를 달성한다. 대안적으로, 제어기(225)는 시간-다중화 접근법을 사용할 수 있다. 어떤 경우에는, 서로 상이한 컬러의 LED를 포함하여 모든 LED를 일체히 구동하는 것이 바람직할 수 있다.

[0018] 도 2b는 일 실시 예에 따른 하나의 물리적 배열에서, 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED(250R, 250G 및 250B)의 인터리브된 픽셀을 갖는 예시적인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(240)의 평면도이다. 도 2a에 도시된 광원(200)과 유사하게, 도 2b에서 광원(240)은 기판(245), 기판 상에 집적된 상이한 컬러 마이크로-LED(250R, 250G 및 250B)의 어레이, 및 마이크로-LED의 어레이를 구동하도록 전기적으로 결합된 제어기(255)를 포함한다. 기판(245)은 열 전도성 기판이다. 광원(240)에서, 각각의 마이크로-LED는 정사각형 픽셀에 대응한다. 적색, 녹색 및 청색 LED(250R, 250G 및 250B)의 인터리브된 픽셀은 광원(240)의 다중-컬러 마이크로-LED 어레이를 형성한다. LED(250R, 250G 및 250B)의 물리적 배열에서, LED 어레이는 각 열이 동일한 컬러의 개별 픽셀을 가지는 9개의 열을 갖고, 상이한 컬러의 LED를 갖는 열들은 서로 인터리브된다. 도 2b는 인터리브된 픽셀의 물리적 배열의 일례를 도시한 것일 뿐이다. 대안적인 실시 예에서, 마이크로-LED 어레이는 상이한 물리적 배열, 예를 들어 개별 마이크로-LED를 갖는 상이한 개수의 열 또는 행을 가질 수 있다.

[0019] 도 2c는 일 실시 예에 따른 다른 물리적 배열에서 적색, 녹색 및 청색 마이크로-LED(280R, 280G 및 280B)의 인터리브된 픽셀을 갖는 예시적인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(270)의 평면도이다. 광원(270)은 열 전도성 기판(275), 기판 상에 집적된 상이한 컬러 마이크로-LED(280R, 280G 및 280B)의 어레이, 및 마이크로 LED의 어레이를 구동하도록 전기적으로 결합된 제어기(285)를 포함한다. 이 예에서, LED는 점선 경계로 표시된 바와 같이, 동일한 컬러 LED의 대각선을 형성하도록 배열된다.

- [0020] 도 3 내지 도 11은 생성된 광의 각도 분포를 개선하기 위해 추가적인 광학기를 갖는 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원을 이용하는 광 모듈의 상이한 예들을 도시한다. 이러한 예들에서, 통상적인 목표는 시준된 광 필드의 공간 균일성을 손상시키지 않으면서 출력 광을 시준하는(즉, 출력 광의 각도 발산을 감소시키는) 것이다. 하나의 접근법에서, 중앙 발산 원추 내(즉, 광학 축에 평행하게 또는 광학 축의 특정 각도 내에서 전파)에 있는 마이크로 LED에 의해 생성된 광은 시준 렌즈와 같은 한 세트의 광학기에 의해 시준된다. 마이크로-LED에 의해 보다 비스듬한 각도로 생성되는 다른 빛은 반사기(reflector)와 같은 다른 한 세트의 광학기에 의해 시준된다.
- [0021] 도 3a 내지 도 3c는 일 실시 예에 따른 수동 시준 광학기를 갖는 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원을 이용하는 예시적인 광 모듈의 상이한 도면들이다. 도 3a는 투영기(projector), 무대 조명 또는 전조등에 사용될 수 있는 다중-컬러 광원의 일 예인 광 모듈(300)의 사시도이다. 도 3b는 히트싱크(330) 상에 장착되고 반사 컵(320)에 의해 둘러싸인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(310)을 도시하는 광 모듈(300)의 평면도이다. 도 3c는 히트싱크(330), 히트싱크 상에 장착된 광원(310), 및 광원을 둘러싸는 반사 컵(320)을 도시하는 광 모듈(300)의 단면도이다. 히트싱크(330)는 열을 제거하기 위한 열 경로뿐만 아니라 광원(310)을 위치시키는 기계적 베이스로서 작용한다.
- [0022] 도 3c에 도시된 바와 같이, 반사 컵(320)은 광원(310) 위의 공간을 둘러싸는 반사 내면을 갖는다. 이 예에서, 반사 컵(320)은 원추대(conical frustum) 형상이다. 반사 컵(320)은 광원(310)으로부터의 출력 광의 일부를 반사하는 수동 광학기이며, 따라서 광 모듈(300)에 의해 생성된 광의 전체적인 시준을 증가시킨다. 이미 상당히 시준된 광 빔(광 빔(340A)과 같이) 반사 컵(320)에 충돌하지 않고 수동 반사기(320)에 의해 방향이 변경되지 않고 광 모듈(300)에서 나온다. 반면에, 잘 시준되지 않은 광 빔(광 빔(340B)과 같이) 반사기(320)에 충돌하고 좀 더 시준된 방향으로 방향이 변경된다. 도 3c에서, 광 빔(340B)의 발산 각도는 각도(332)에서 각도(334)로 감소된다. 광 모듈(300)에 의해 출력된 집합 광의 발산은 감소된다.
- [0023] 도 4a 내지 도 4c는 일 실시 예에 따른 수동 시준 광학기를 이용하는 다른 예시적인 광 모듈의 상이한 도면들이다. 도 4a는 광 모듈을 위한 굴절 시준 광학기의 사시도를 도시한다. 도 4b 및 도 4c는 굴절 광학기를 사용하는 광 모듈의 평면도 및 단면도를 도시한다. 이러한 광 모듈은 굴절 광학기(420)에 의해 둘러싸인 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(410)을 포함한다. 또한, 히트싱크 상에 배치되는 광원(410)을 갖는 히트싱크(430)를 포함한다. 이러한 디자인에서, 굴절 구조(420)는 광원(410) 주위의 공간을 사용하기 보다, 고형물이다. 굴절 구조(420)의 측면은 광원(410)으로부터 출력 광의 일부를 반사시킨다. 예를 들어, 광 빔(440B)은 굴절 광학기(420)의 측면에 의해 반사되고, 발산 각은 각도(432)에서 각도(434)로 감소된다. 반사는 내부 전반사에 기인하거나 측면이 반사 물질로 코팅되기 때문일 수 있다.
- [0024] 도 5a 및 도 5b는 다양한 실시 예에 따른 수동 시준 광학기(520, 570)를 이용하는 또 다른 예시적인 광 모듈(500, 550)의 단면도이다. 이러한 디자인은 도 3a 내지 도 3c 및 도 4a 내지 도 4c의 디자인과 유사하다. 이들은 모두 히트싱크(540, 590) 상에 장착된 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원(510, 560)을 포함한다. 각각은 수동 시준 광학기(520, 570)도 갖는다. 그러나, 시준 광학기(520, 570)의 형상은 상이하다. 광학기(520, 570)의 형상은 중심 축을 중심으로 곡선(선분보다는)을 회전시킴으로써 생성된다. 하나의 디자인에서, 이들은 상대적으로 작은 광원(510, 560)에 의해 생성된 광범위하게 발산하는 광을 비-이미징 광학기의 전체 개구로부터 나오는 최대 시준 광(좁은 발산 각을 갖는)으로 효율적으로 변환하는 비-이미징 광학기일 수 있다. 이 디자인에서, 광 빔은 반사기(520, 570)의 측면에서 여러 번 반사될 수 있다.
- [0025] 도 6 내지 도 11은 도 5a에 도시된 광 모듈에 대한 추가 개선점을 도시한다. 도 6에서, 광 모듈은 광원(510)에 의해 생성된 중앙 광 빔(630)을 시준하기 위한 추가 시준 구조(620)를 포함한다. 광원(510)은 추가 시준 구조(620) 내에 담긴다.
- [0026] 도 7a 및 도 7b는 일 실시 예에 따른 다중-컬러 마이크로-LED 어레이 광원 및 수동 시준 광학기를 이용하는 다른 예시적인 광 모듈의 상이한 도면들이다. 도 7a는 단면도이고, 도 7b는 평면도이다. 도 7에서, 광 모듈은 점선으로 표시된 중앙 광 빔(730)을 시준하는 부양된 광학기(720), 예를 들어 단일 렌즈를 포함한다. 렌즈(720)는 광원(510) 위의 하나의 초점 길이에 배치되고, 렌즈(720)의 광학 축은 광원(510)의 중심을 통과한다. 반사 컵은 광원(510)으로부터의 사각(oblique angle) 빔을 시준하기 위해 이용되며, 실선으로 표시된다. 평면도는 렌즈(720)를 광원(510) 위에 부양시키는 렌즈 홀더(750)의 일례를 도시한다. 도 7은 단지 하나의 예를 도시한다. 다른 실시 예에서, 다른 유형의 추가적인 집광 구조가 중앙 광 빔을 시준하게 만들기 위해 광원(510) 위에 위치될 수 있다.
- [0027] 도 8a 내지 도 8c는 보다 복잡한 구조(820, 822, 824)를 도시한다. 이러한 디자인은 중앙 광 빔(830)을 시준하

는 것을 돕는다. 도 8a에서, 광원(510)은 담기지만, 구조의 상부면(820)은 도 6의 광 모듈과 비교하여 광원으로 부터 이격된다. 도 8a에서, 구조(820)를 더 크게 함으로써 더 이격될 수 있다. 도 8b에서, 광원(510)은 담기지 않는다. 구조(822)의 후면은 광원(510)을 위한 공간을 만들기 위해 중공형이다.

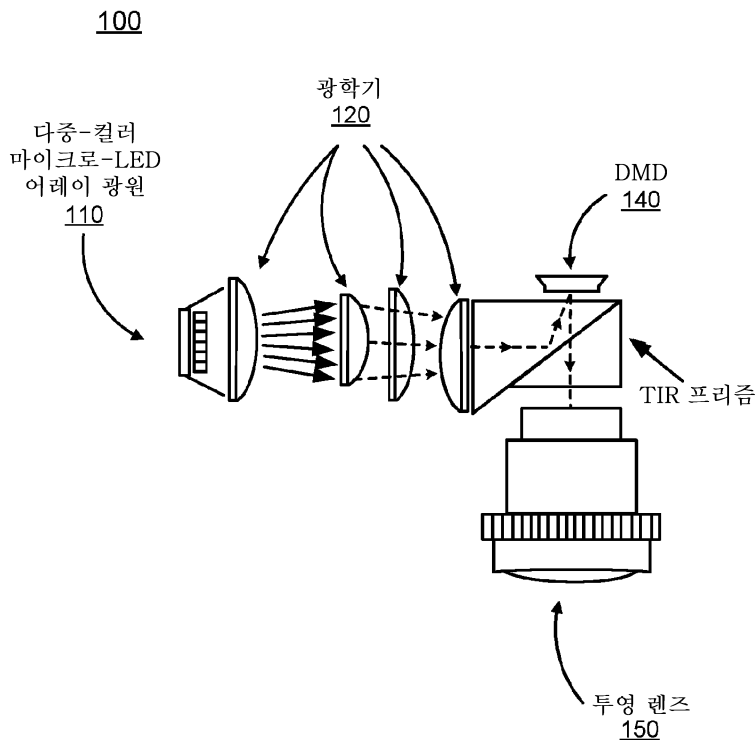
[0028] 도 8c에서, 구조(824)는 화합물 상부 표면을 갖는다. 중앙 굴절 광학기는, 반경이 R1인 구형 표면(827)이 $R1 < R2 < 2 * R1$ 인 R2의 반경을 갖는 반구형 표면(828)의 상부에 중첩되는 자유형 표면 디자인을 특징으로 한다. 자유 표면 중앙 광학기는 반경 R2의 하부 반구(828)의 중심이 반경 R1의 구형 표면(827)에 의해 형성된 렌즈의 초점과 일치하도록 설계된다. 광원(510)은 그 중심이 이러한 초점과 일치하도록 위치된다. 이러한 디자인에서, 표면(827)을 타격하는 광선은 광원(510)이 그 표면의 초점에 위치되기 때문에 시준된다. 표면(828)을 타격하는 광선은 광원(510)이 그 표면의 중심에 위치하기 때문에 변경되지 않는다. 이러한 경사 빔은 주변의 반사 광학기, 즉 반사 컵에 의해 이어서 시준된다. 도 8에서 다중-컬러 마이크로-LED 광원의 광 추출 효율은 높은 굴절률 매질에 침지 됨으로써 증가한다.

[0029] 도 9는 반사 광학기(920)를 사용하는 접근법을 도시한다. 여기서, 반사 표면(920A-920B)은 중앙 광 빔(930)을 시준한다. 도 10에서, 마이크로 렌즈 어레이(1040)는 중앙 광 빔(1130)을 시준하기 위해 사용된다.

[0030] 상세한 설명은 많은 세부 사항을 포함하지만, 이들은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안되며, 단지 상이한 예들을 예시하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명의 범위는 상기에서 상세하게 논의되지 않은 다른 실시 예를 포함한다는 것을 이해해야 한다. 첨부된 청구 범위에서 정의된 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 당업자에게 명백한 다양한 다른 수정, 변경 및 변형이 명세서에 개시된 방법 및 장치의 배치, 동작 및 세부 사항에서 이루어질 수 있다. 따라서, 본 발명의 범위는 첨부된 청구 범위 및 그 등가물에 의해 결정되어야 한다.

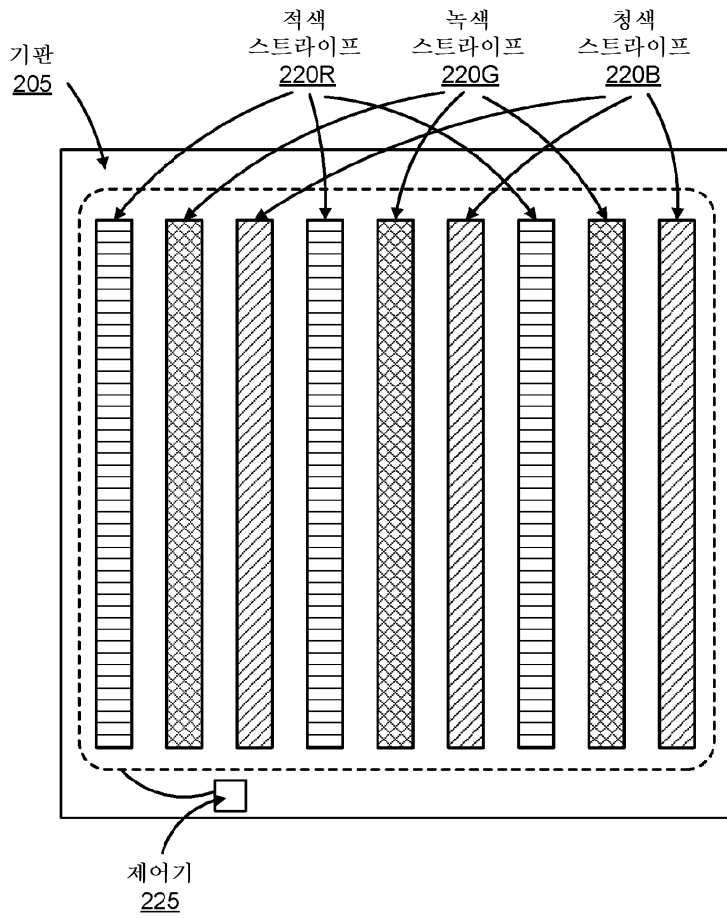
도면

도면1



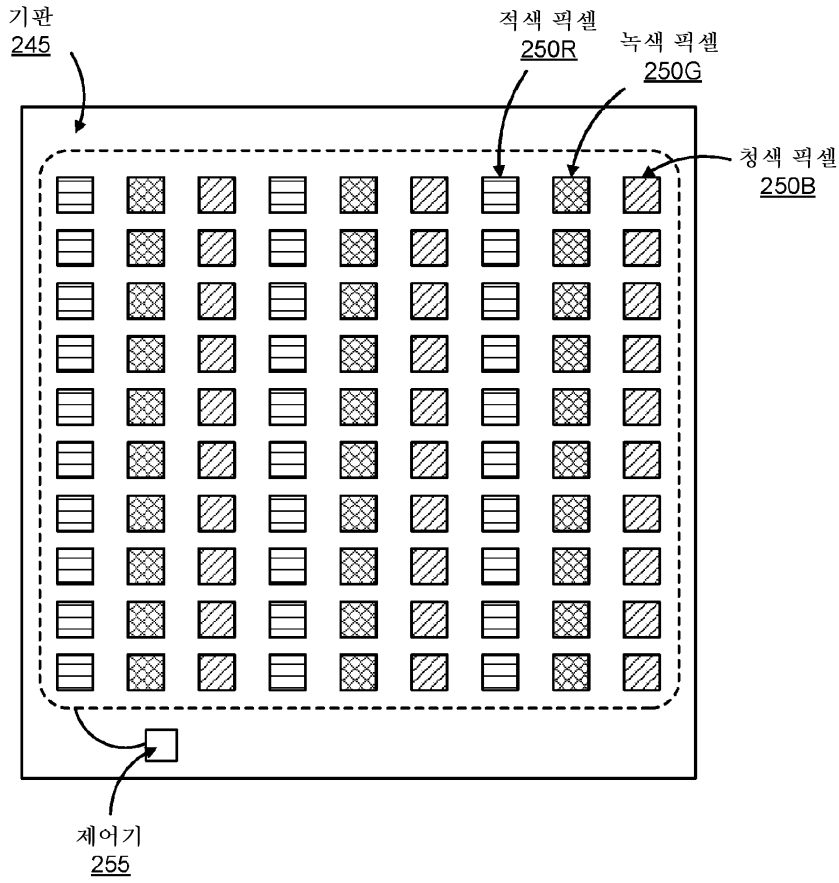
도면2a

200

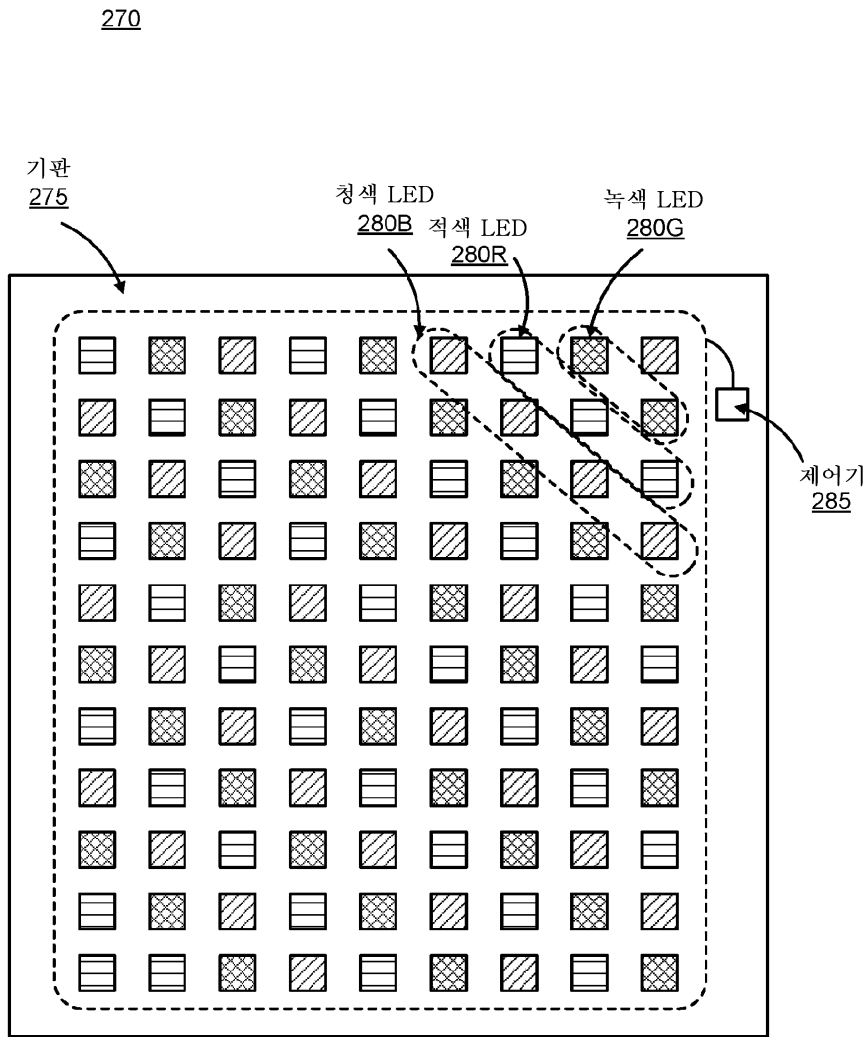


도면2b

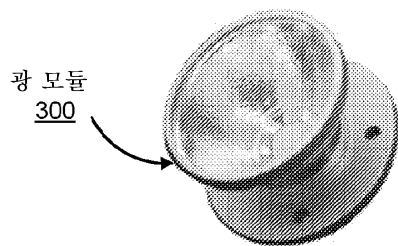
240



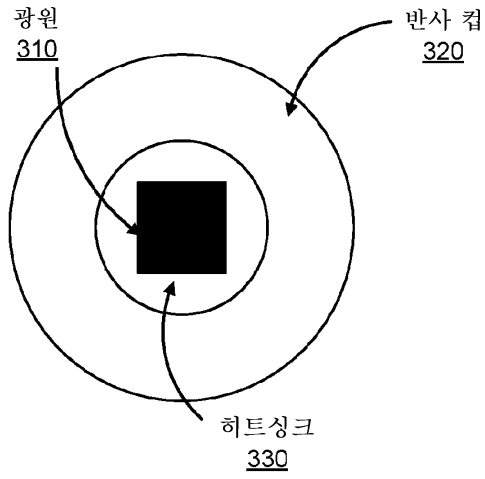
도면2c



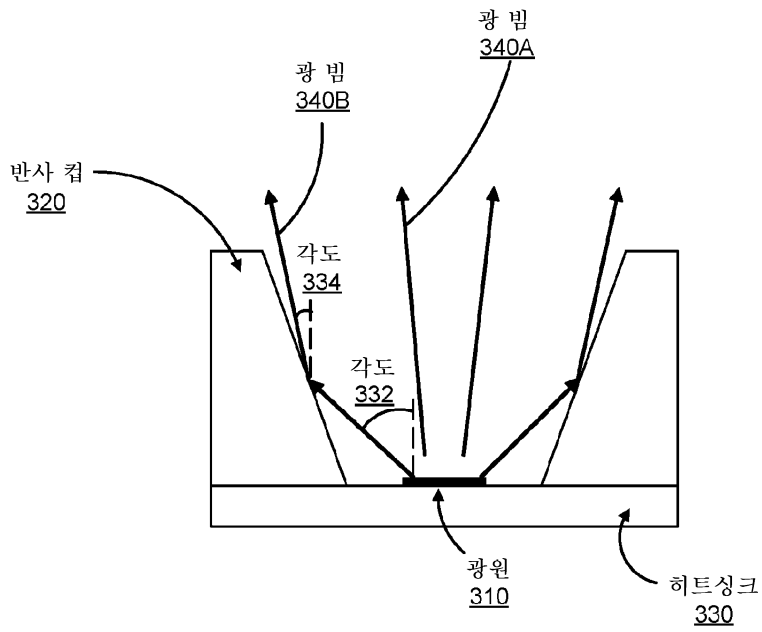
도면3a



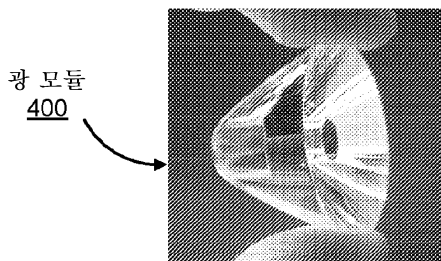
도면3b



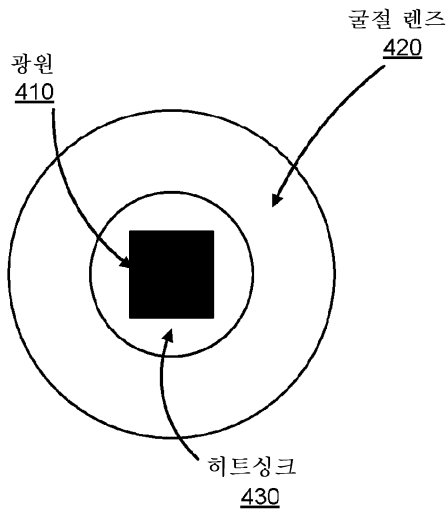
도면3c



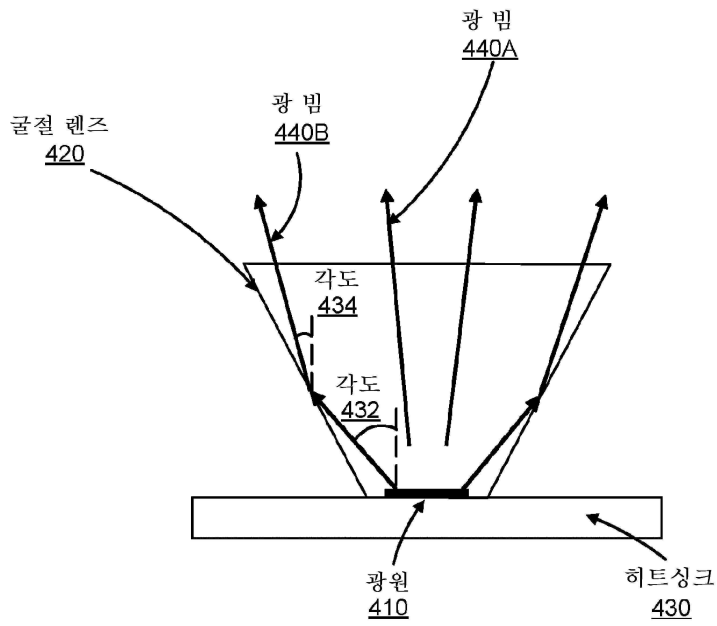
도면4a



도면4b

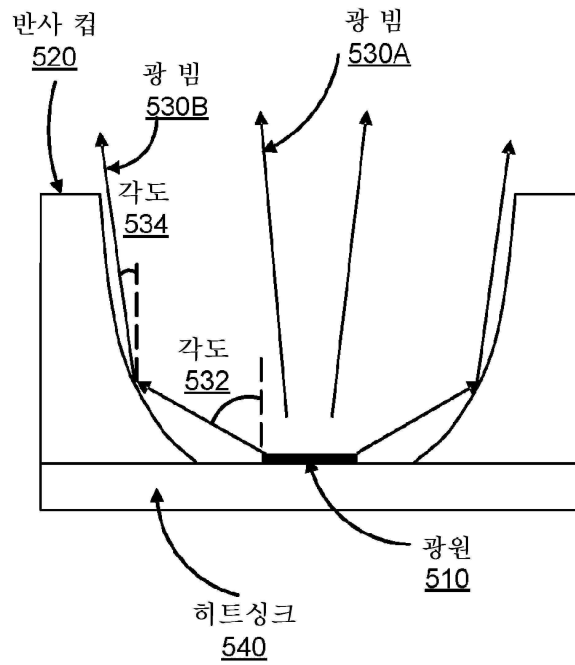


도면4c



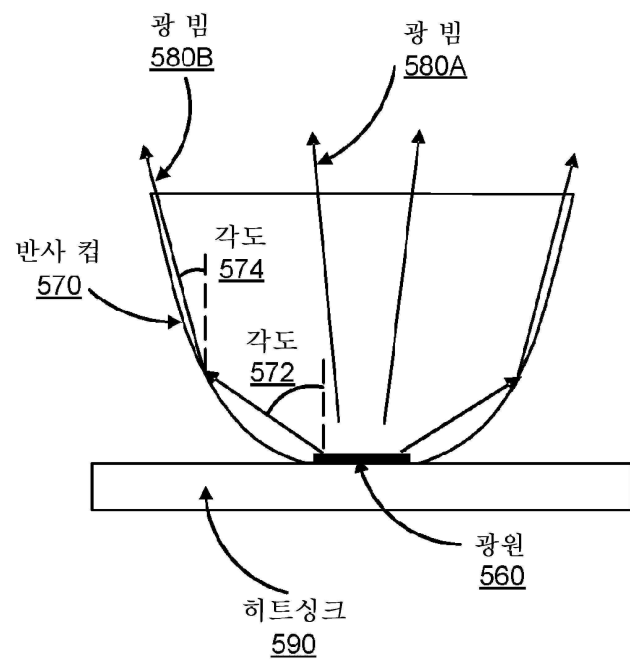
도면5a

광 모듈
500

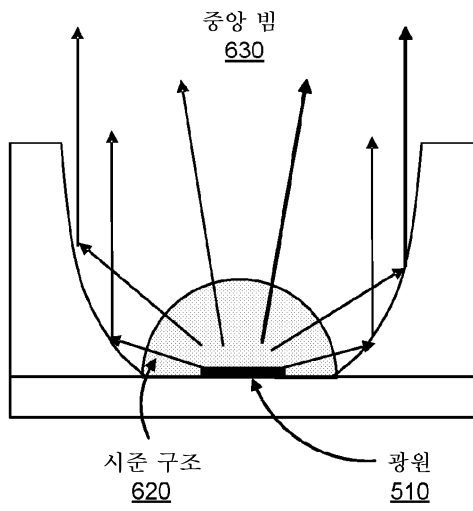


도면5b

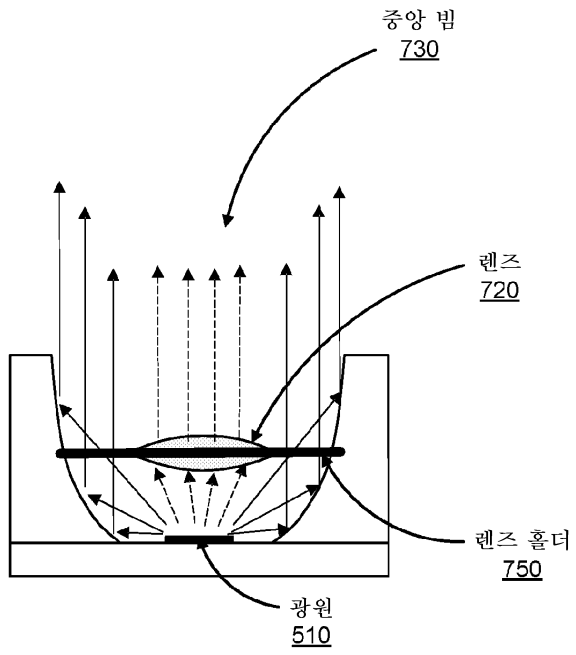
광 모듈
550



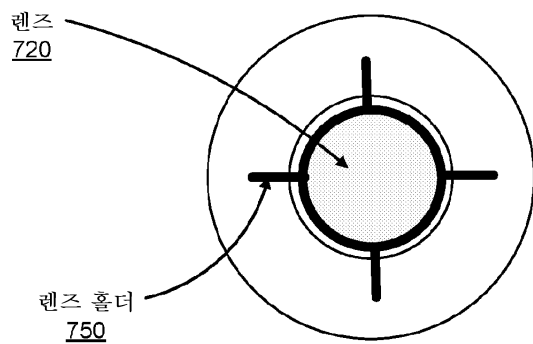
도면6



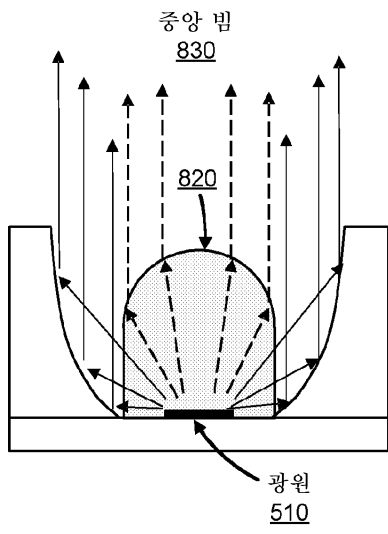
도면7a



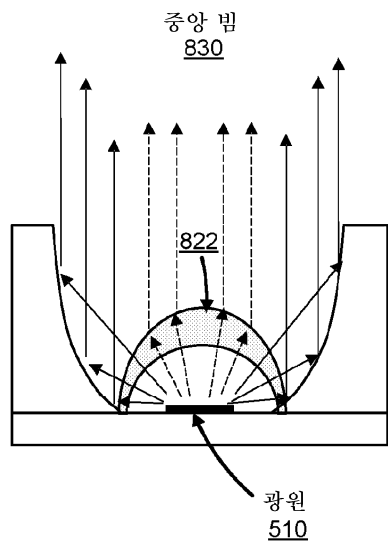
도면7b



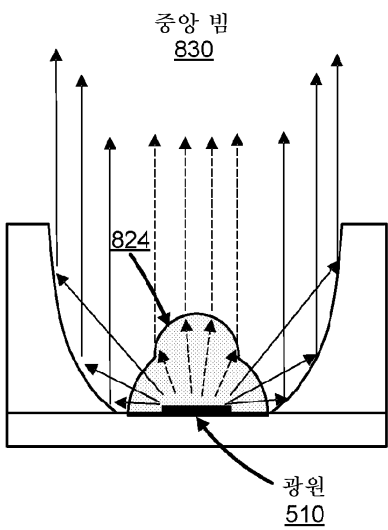
도면8a



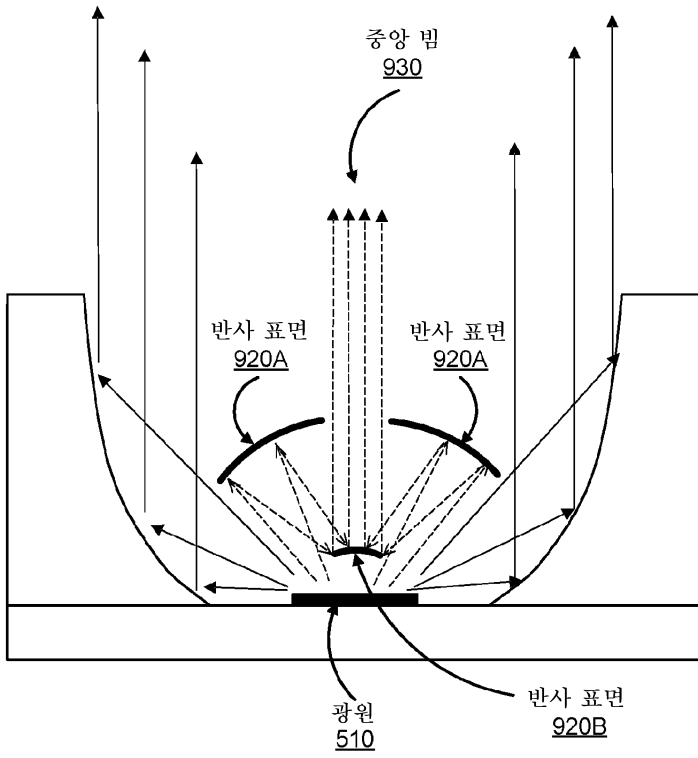
도면8b



도면8c



도면9



도면10

