



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0002484  
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 25/075 (2025.01) H10H 20/831 (2025.01)  
H10H 20/851 (2025.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 25/0753 (2013.01)  
H10H 20/0361 (2025.01)  
(21) 출원번호 10-2024-7037743  
(22) 출원일자(국제) 2023년04월12일  
심사청구일자 2024년11월12일  
(85) 번역문제출일자 2024년11월12일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2023/018311  
(87) 국제공개번호 WO 2023/200855  
국제공개일자 2023년10월19일  
(30) 우선권주장  
63/330,407 2022년04월13일 미국(US)

(71) 출원인  
소에이 가가쿠 고교 가부시키키가이샤  
일본국 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1  
고  
(72) 발명자  
차다 사켓  
일본국 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1  
고 소에이 가가쿠 고교 가부시키키가이샤 나이  
탄기탈라 라비수바쉬  
일본국 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1  
고 소에이 가가쿠 고교 가부시키키가이샤 나이  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 20 항

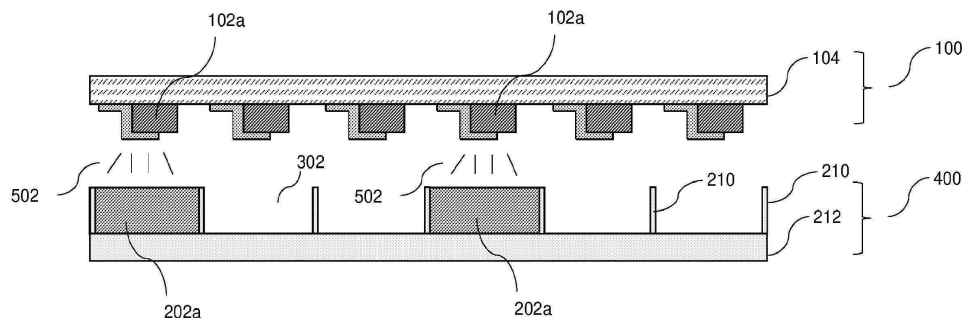
(54) 발명의 명칭 양자 도트 컬러 변환 재료를 포함하는 발광 디바이스들 및 그 제조 방법

(57) 요약

발광 디바이스를 형성하는 방법은 제1 및 제2 비아들을 포함하는 매트릭스 재료를 함유하는 자립형 지지체를 제 공하는 단계, 제1 광경화성 폴리머에 현탁된 제1 양자 도트들을 포함하는 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 제1 비 아들에 디포지션하는 단계, 제1 비아들에서 제1 광경화성 폴리머 재료를 가교하기 위해 LED들의 어레이의 제1 LED들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계, 제2 광경화성 폴 리머 재료에 현탁된 제2 양자 도트들을 포함하는 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 제2 비아들에 디포지션하는 단 계, 제2 비아들에서 제2 광경화성 폴리머 재료를 가교하는 LED들의 어레이의 제2 LED들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계, 및 조명하는 단계들 이후에 자립형 지지체를 LED들의 어레이에 부착하는 단계를 포함한다.

대표도

500



(52) CPC특허분류

*H10H 20/8314* (2025.01)

*H10H 20/8511* (2025.01)

*H10H 20/8513* (2025.01)

*H10H 20/8515* (2025.01)

(72) 발명자

**황 아이반**

일본국 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1고

소에이 가가쿠 교교 가부시키키가이샤 나이

---

**올메이저 데이비드**

일본국 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1고

소에이 가가쿠 교교 가부시키키가이샤 나이

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

발광 디바이스를 형성하는 방법으로서,

제1 및 제2 비아들을 함유하는 매트릭스 재료를 포함하는 자립형 지지체를 제공하는 단계;

제1 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 복수의 양자 도트들을 포함하는 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제1 비아들에 디포지션하는 단계;

상기 제1 비아들에서 상기 제1 광경화성 폴리머 재료를 가교하기 위해 발광 다이오드들의 어레이의 제1 발광 다이오드들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계;

제2 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제2 복수의 양자 도트들을 포함하는 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제2 비아들에 디포지션하는 단계로서, 상기 제2 복수의 양자 도트들은 상기 제1 복수의 양자 도트들과는 상이한 피크 파장의 광을 방출하도록 구성되는, 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제2 비아들에 디포지션하는 단계;

상기 제2 비아들에서 상기 제2 광경화성 폴리머 재료를 가교하기 위해 상기 발광 다이오드들의 어레이의 제2 발광 다이오드들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계들 이후에 상기 자립형 지지체를 상기 발광 다이오드들의 어레이에 부착하는 단계를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 매트릭스 재료는 제3 비아들을 더 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

제3 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제3 복수의 양자 도트들을 포함하는 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제3 비아들에 디포지션하는 단계로서, 상기 제3 복수의 양자 도트들은 상기 제1 및 제2 복수의 양자 도트들과는 상이한 피크 파장의 광을 방출하도록 구성되는, 상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제3 비아들에 디포지션하는 단계; 및

상기 부착하는 단계 이전에 상기 제3 비아들에서 상기 제3 광경화성 폴리머 재료를 가교하기 위해 상기 발광 다이오드들의 어레이의 제3 발광 다이오드들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계를 더 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

단일 비아 형성 동작에서 상기 제1 비아들, 상기 제2 비아들, 및 상기 제3 비아들을 형성하는 단계를 더 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 비아들, 상기 제2 비아들, 및 상기 제3 비아들을 포함하는 상기 매트릭스 재료는 사출 성형에 의해 형성되고, 상기 매트릭스 재료는 폴리머 재료를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

**청구항 6**

제3항에 있어서,

상기 매트릭스 재료는 제1 기관 위에 형성된 포지티브-톤 감광성 폴리머를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 포지티브-톤 감광성 폴리머의 제1 부분들, 제2 부분들, 및 제3 부분들을 상기 발광 다이오드들의 어레이의 개별 제1, 제2 및 제3 발광 다이오드들로 선택적으로 조명하여, 상기 매트릭스 재료의 상기 제1 부분들, 상기 제2 부분들, 및 상기 제3 부분들에 각각 가교되지 않은 폴리머 재료를 형성하는 단계; 및

상기 제1 부분들, 상기 제2 부분들, 및 상기 제3 부분들에서 각각 상기 가교되지 않은 폴리머 재료를 제거하여 상기 제1 비아들, 상기 제2 비아들, 및 상기 제3 비아들을 형성하는 단계를 더 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

**청구항 8**

제3항에 있어서,

상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제1 비아들에 디포지션하는 단계는 상기 제1 비아들에만 상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 선택적으로 디포지션하는 단계를 포함하고;

상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제2 비아들에 디포지션하는 단계는, 상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계 이후에 상기 제2 비아들에만 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 선택적으로 디포지션하는 단계를 포함하고; 그리고

상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제3 비아들에 디포지션하는 단계는, 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계 이후에 상기 제3 비아들에만 상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 선택적으로 디포지션하는 단계를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

**청구항 9**

제3항에 있어서,

상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제1 비아들에 디포지션하는 단계는, 상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 제1, 제2 및 제3 비아들에 비선택적으로 디포지션한 다음, 상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계 이후에 상기 제2 및 제3 비아들로부터 상기 제1 광경화성 양자 도트 잉크의 가교되지 않은 부분들을 제거하는 단계를 포함하고;

상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제2 비아들에 디포지션하는 단계는, 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 제2 및 제3 비아들에 비선택적으로 디포지션한 다음, 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계 이후에 상기 제3 비아들로부터 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크의 가교되지 않은 부분들을 제거하는 단계를 포함하고; 그리고

상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 상기 매트릭스 재료 내의 상기 제3 비아들에 디포지션하는 단계는, 상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계 이후에 상기 제3 비아들에 상기 제3 광경화성 양자 도트 잉크를 디포지션하는 단계를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

컬러 변환 디바이스 위에 보호층을 형성하는 단계를 더 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 양자 도트들을 함유하는 상기 자립형 지지체는 컬러 변환 디바이스를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 컬러 변환 디바이스 및 상기 발광 다이오드들의 어레이 중 적어도 하나의 정합 표면에 돌출부들을 형성하는 단계;

상기 컬러 변환 디바이스 및 상기 발광 다이오드들의 어레이 중 적어도 하나의 상기 정합 표면에 리세스들을 형성하는 단계; 및

상기 컬러 변환 디바이스와 상기 발광 다이오드들의 어레이를 정렬하기 위해 인터록킹 패턴을 형성하도록 상기 돌출부들이 개별 홈들에 삽입되도록 상기 컬러 변환 디바이스를 상기 발광 다이오드들의 어레이에 부착하는 단계를 더 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제1 및 제2 비아들은 가교된 상기 제1 및 제2 광경화성 폴리머 재료로 부분적으로 충전되어 홈들을 남기고;

상기 발광 다이오드들(LED들)의 어레이는 상기 컬러 변환 디바이스와 상기 발광 다이오드들의 어레이를 정렬하기 위해 인터록킹 패턴을 형성하도록 개별 홈들에 삽입되는 돌출부들을 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 14

발광 디바이스를 형성하는 방법으로서,

복수의 발광 다이오드들이 청색광 또는 자외선 방사선 입사 광자들을 방출하도록 구성되도록 기판 상에 상기 복수의 발광 다이오드들을 제공하는 단계;

매트릭스 재료 내의 복수의 비아들에 형성된 컬러 변환 재료를 포함하는 컬러 변환 디바이스를 제공하는 단계;

상기 복수의 비아들의 각각이 상기 복수의 발광 다이오드들 중 대응하는 발광 다이오드 위에 위치되도록 상기 복수의 발광 다이오드들에 대해 상기 컬러 변환 디바이스를 포지셔닝하는 단계로서, 상기 복수의 비아들의 각각에서의 상기 컬러 변환 재료는 상기 복수의 발광 다이오드들 중 상기 대응하는 발광 다이오드로부터 상기 입사 광자들을 흡수하고 상기 입사 광자들의 피크 파장보다 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들을 생성하도록 구성되는, 상기 컬러 변환 디바이스를 포지셔닝하는 단계; 및

상기 더 긴 피크 파장을 갖는 상기 변환된 광자들의 강도를 최대화하기 위해, 상기 복수의 발광 다이오드들에 대해 상기 컬러 변환 디바이스의 포지션을 조정하는 단계를 포함하는, 발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수의 발광 다이오드들에 대해 상기 컬러 변환 디바이스의 포지션을 조정하는 단계는,

상기 컬러 변환 디바이스와 상기 기판 사이의 계면에 평행한 2차원 평면에서 제1 방향을 따라 상기 복수의 발광 다이오드들에 대한 상기 컬러 변환 디바이스의 포지션의 제1 함수로서 변환된 광자들의 제1 최대 강도를 결정하는 단계;

상기 컬러 변환 디바이스와 상기 기판 사이의 상기 계면에 평행한 상기 2차원 평면에서 제2 방향을 따라 상기 복수의 발광 다이오드들에 대한 상기 컬러 변환 디바이스의 포지션의 제2 함수로서 변환된 광자들의 제2 최대 강도를 결정하는 단계; 및

상기 컬러 변환 디바이스와 상기 기판 사이의 계면에 평행한 2차원 평면에서 상기 복수의 발광 다이오드들에 대한 상기 컬러 변환 디바이스의 배향각의 함수로서 변환된 광자들의 최대 강도를 결정하는 단계를 더 포함하는,

발광 디바이스를 형성하는 방법.

#### 청구항 16

발광 디바이스로서,

기관;

상기 기관 상에 위치되고 청색 또는 자외선 방사선 입사 광자들을 방출하도록 구성된 복수의 발광 다이오드들; 및

매트릭스 재료 내의 복수의 비아들에 위치된 컬러 변환 재료를 포함하는 컬러 변환 디바이스를 포함하고,

상기 복수의 비아들의 각각은, 상기 복수의 비아들의 각각에서의 상기 컬러 변환 재료가 상기 복수의 발광 다이오드들 중 대응하는 발광 다이오드로부터 상기 입사 광자들을 흡수하고 상기 입사 광자들의 피크 파장보다 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들을 생성하도록 구성되도록 상기 복수의 발광 다이오드들 중 상기 대응하는 발광 다이오드 위에 위치되고, 그리고

상기 컬러 변환 디바이스는 상기 복수의 발광 다이오드들 위에 부착되는 자립형 구조물인, 발광 디바이스.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 복수의 발광 다이오드들의 각각은 10 미크론 이하의 폭을 포함하고, 인접한 발광 다이오드들은 1 미크론 이하의 거리만큼 분리되고;

상기 컬러 변환 재료는 양자 도트들을 포함하고;

상기 양자 도트들은 상기 입사 광자들을 흡수하고, 적색, 녹색, 또는 청색 중 하나인 컬러를 갖는 상기 변환된 광자들을 방출하도록 구성되고; 그리고

상기 매트릭스 재료 내의 상기 복수의 비아들은 픽셀들의 순서화된 어레이로 배열되고, 각각의 픽셀은 적색 서브픽셀, 녹색 서브픽셀, 및 청색 서브픽셀을 포함하여, 개별 서브픽셀들에서의 상기 컬러 변환 재료가 적색, 녹색, 및 청색 변환된 광자들을 각각 생성하도록 구성되는, 발광 디바이스.

#### 청구항 18

제16항에 있어서,

상기 컬러 변환 디바이스 및 상기 복수의 발광 다이오드들 중 적어도 하나는 정합 표면에 돌출부들을 함유하고;

상기 컬러 변환 디바이스 및 상기 복수의 발광 다이오드들 중 적어도 하나는 상기 정합 표면에 홈들을 함유하고; 그리고

상기 돌출부들은, 상기 컬러 변환 디바이스와 상기 복수의 발광 다이오드들을 정렬하기 위해 인터록킹 패턴을 형성하도록 개별 홈들에 삽입되는, 발광 디바이스.

#### 청구항 19

제16항에 있어서,

상기 복수의 비아들은 상기 컬러 변환 재료로 부분적으로 충전되어 홈들을 남기고; 그리고

상기 복수의 발광 다이오드들(LED들)은 상기 컬러 변환 디바이스와 상기 복수의 발광 다이오드들을 정렬하기 위해 인터록킹 패턴을 형성하도록 개별 홈들에 삽입되는 돌출부들을 포함하는, 발광 디바이스.

#### 청구항 20

제16항에 있어서,

상기 컬러 변환 디바이스 및 복수의 발광 다이오드들은, 접착제 또는 기계적 부착 피처 중 적어도 하나에 의해 함께 유지되는, 발광 디바이스.

## 발명의 설명

### 기술 분야

- [0001] 관련 출원
- [0002] 본 출원은 2022년 4월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제63/330,407호로부터 우선권의 이익을 주장하며, 그 전체 내용은 본 명세서에 참조에 의해 통합된다.
- [0003] 기술분야
- [0004] 본 개시는 발광 디바이스들에 관한 것으로, 상세하게는, 컬러 변환 재료와 광학적으로 커플링된 발광 다이오드들 및 그 제조 방법들에 관한 것이다.

### 배경 기술

- [0005] 발광 다이오드들(LED들)은 랩탑들 및 텔레비전들 내의 액정 디스플레이들에서의 백라이트들과 같은 전자 디스플레이들에서, 및 증강 현실(AR) 디스플레이들에서 사용된다. 그러한 AR 디스플레이들은, 1-2 미크론과 같은 10 미크론 이하의 폭을 갖는 마이크로-LED들을 사용하는 고해상도 및 소형 사이즈의 디스플레이로 매우 높은 ppi(2000-8000)로 투영되게 투사된다.

### 발명의 내용

#### 과제의 해결 수단

- [0006] 발광 디바이스를 형성하는 실시형태 방법은 제1 및 제2 비아들을 함유하는 매트릭스 재료를 포함하는 자립형(free standing) 지지체를 제공하는 단계, 제1 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 복수의 양자 도트(quantum dot)들을 포함하는 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 매트릭스 재료 내의 제1 비아들에 디포지션하는 단계, 제1 비아들에서 제1 광경화성 폴리머 재료를 가교하기 위해 발광 다이오드들의 어레이의 제1 발광 다이오드들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 제1 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계, 제2 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제2 복수의 양자 도트들을 포함하는 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 매트릭스 재료 내의 제2 비아들에 디포지션하는 단계로서, 제2 복수의 양자 도트들은 제1 복수의 양자 도트들과는 상이한 피크 파장의 광을 방출하도록 구성되는, 상기 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 매트릭스 재료 내의 제2 비아들에 디포지션하는 단계, 제2 비아들에서 제2 광경화성 폴리머 재료를 가교하기 위해 발광 다이오드들의 어레이의 제2 발광 다이오드들로부터의 자외선 방사선 또는 청색광으로 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계, 및 제1 및 제2 광경화성 양자 도트 잉크를 조명하는 단계들 이후에 자립형 지지체를 발광 다이오드들의 어레이에 부착하는 단계를 포함한다.
- [0007] 발광 디바이스를 형성하는 다른 실시형태 방법은, 복수의 발광 다이오드들이 청색광 또는 자외선 방사선 입사광자들을 방출하도록 구성되도록 기판 상에 복수의 발광 다이오드들을 제공하는 단계, 매트릭스 재료 내의 복수의 비아들에 형성된 컬러 변환 재료를 포함하는 컬러 변환 디바이스를 제공하는 단계, 복수의 비아들의 각각이 복수의 발광 다이오드들 중 대응하는 발광 다이오드 위에 위치되도록 복수의 발광 다이오드들에 대해 컬러 변환 디바이스를 포지셔닝하는 단계로서, 복수의 비아들의 각각에서의 컬러 변환 재료는 복수의 발광 다이오드들 중 대응하는 발광 다이오드로부터 입사광자들을 흡수하고 입사광자들의 피크 파장보다 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들을 생성하도록 구성되는, 상기 컬러 변환 디바이스를 포지셔닝하는 단계, 및 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들의 강도를 최대화하기 위해, 복수의 발광 다이오드들에 대해 컬러 변환 디바이스의 포지션을 조정하는 단계를 포함한다.
- [0008] 일 실시형태의 발광 디바이스는 기판, 기판 상에 위치되고 청색 또는 자외선 방사선 입사광자들을 방출하도록 구성된 복수의 발광 다이오드들, 및 매트릭스 재료 내의 복수의 비아들에 위치한 컬러 변환 재료를 포함하는 컬러 변환 디바이스를 포함한다. 복수의 비아들의 각각은, 복수의 비아들의 각각에서의 컬러 변환 재료가 복수의 발광 다이오드들 중 대응하는 발광 다이오드로부터 입사광자들을 흡수하고 입사광자들의 피크 파장보다 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들을 생성하도록 구성되도록 복수의 발광 다이오드들 중 대응하는 발광 다이오드 위에 위치되고, 컬러 변환 디바이스는 복수의 발광 다이오드들 위에 부착되는 자립형 구조물이다.

### 도면의 간단한 설명

[0009]

- 도 1은 다양한 실시형태들에 따른, 발광 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 2는 다양한 실시형태들에 따른, 발광 디바이스의 수직 단면도이다.
- 도 3은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 4는 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 5는 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 6은 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 7은 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 8은 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 9는 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 10은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스의 수직 단면도이다.
- 도 11은 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 12는 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 13은 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 14는 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 15는 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 16은 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 17은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 18은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물의 수직 단면도이다.
- 도 19는 다양한 실시형태들에 따른, 제1 구성에서의 발광 디바이스의 수직 단면도이다.
- 도 20은 다양한 실시형태들에 따른, 제2 구성에서의 발광 디바이스의 추가의 수직 단면도이다.
- 도 21은 다양한 실시형태들에 따른, 제3 구성에서의 발광 디바이스의 추가의 수직 단면도이다.
- 도 22는 다양한 실시형태들에 따른, 일 구성에서의 패키징된 발광 디바이스의 수직 단면도이다.
- 도 23은 다양한 실시형태들에 따른, 다른 구성에서의 패키징된 발광 디바이스의 수직 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010]

직접 뷰 디스플레이(예컨대, AR 디스플레이)와 같은 디스플레이 디바이스는 픽셀들의 순서화된 어레이로부터 형



성될 수도 있다. 각각의 픽셀은, 개별 피크 파장에서 광을 방출하는 서브픽셀들의 세트를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 픽셀은 적색 서브픽셀, 녹색 서브픽셀, 및 청색 서브픽셀을 포함할 수도 있다. 각각의 서브픽셀은, 특정 파장의 광을 방출하는 하나 이상의 발광 다이오드들을 포함할 수도 있다. 통상적인 배열은 각각의 픽셀 내에 적색, 녹색, 및 청색(RGB) 서브픽셀들을 갖는 것이다. 각각의 픽셀은 백플레인 회로에 의해 구동될 수도 있어서, 컬러 색역 내의 컬러들의 임의의 조합이 각각의 픽셀에 대해 디스플레이 상에 보여질 수도 있다. 디스플레이 패널은, LED 서브픽셀들이 백플레인 상에 위치된 본드(bond) 패드에 솔더링되거나, 그렇지 않으면 전기적으로 부착되는 프로세스에 의해 형성될 수도 있다. 본드 패드는 백플레인 회로 및 다른 구동 전자기기에 의해 전기적으로 구동될 수도 있다.

[0011] 다양한 실시형태들은, 광자적으로 펌핑된 양자 도트들을 사용하여 더 짧은 파장 여기 소스로부터 고효율 적색, 녹색, 청색, 및/또는 다른 컬러 픽셀화된 광을 생성하도록 구성된 발광 디바이스를 제공한다. 1 내지 2 마이크로미터와 같은 10 마이크로미터만의 길이 및 폭을 갖는 실시형태 마이크로-스케일 발광 다이오드들(마이크로-LED들)이 AR 디스플레이들 및 다른 직접 뷰 디스플레이 디바이스들에서 사용될 수도 있다. 이러한 신생의 기술은 디스플레이 디바이스의 각각의 픽셀 위치에서 개별 LED들을 사용함으로써 높은 블랙 레벨들을 제공한다. 추가로, 각각의 픽셀은 단일 컬러의 광을 생성하도록 구성될 수도 있다. 개별 LED들이 부착될 수도 있는 백플레인, 박막 트랜지스터(TFT) 구조들, 실리콘 CMOS, 또는 각각의 LED에 전압 또는 전류를 독립적으로 인가하도록 구성될 수도 있는 다른 드라이버 회로부를 갖는 기판(예컨대, 플라스틱, 유리, 반도체 등)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 백플레인은 유리 또는 플라스틱 기판 상의 TFT들, 또는 벌크 실리콘 기판 상의 또는 SOI(silicon-on-insulator) 기판 상의 벌크 실리콘 트랜지스터들(예컨대, CMOS 구성에서의 트랜지스터들)을 포함할 수도 있다. 마이크로-LED들이 하기의 실시형태들에서 설명되지만, 다른 타입들의 LED들(예컨대, 나노와이어 또는 다른 나노구조 LED들), 또는 10 마이크로미터보다 큰 사이즈(예컨대, 폭 및 길이)를 갖는 매크로-LED들이 또한, 마이크로-LED들 대신에 또는 그에 추가하여 사용될 수도 있음을 유의해야 한다.

[0012] 일부 실시형태들에서, 각각의 마이크로-LED의 사이즈는, 직접 뷰 디스플레이 디바이스 또는 다른 디스플레이 디바이스와 같은 특정 디스플레이 디바이스에서 사용되는 픽셀들의 피치보다 작을 수도 있다. 예를 들어, 2000 내지 8000 ppi AR 디스플레이는 1 마이크로미터만 만큼, 예컨대, 0.6 내지 0.7 마이크로미터만 이격된 인접한 마이크로-LED들을 가질 수도 있다. 높은 정확도로 백플레인 상의 동일한 픽셀의 인접한 RGB 서브픽셀 영역들 상에 다수의 상이한 컬러 마이크로-LED들을 순차적으로 배치하는 것(예컨대, 적색, 녹색 및 청색 방출 LED들을 순차적으로 배치하는 것)은 어렵다.

[0013] 본 개시의 일부 실시형태들은, 광자적으로 펌핑된 컬러 변환 재료와 커플링된 낮은 인듐 도핑된 InGaN 활성 영역(예컨대, 낮은 인듐 함량 InGaN 발광 활성 층을 갖는 마이크로-LED) 또는 도핑되지 않은 GaN 활성 영역(예컨대, GaN 발광 활성 층을 갖는 마이크로-LED)을 갖는 LED에 기초한 광자 방출기를 포함한다. 그러한 LED들은, 자외선(UV) 방사선 또는 청색광 스펙트럼 영역(예컨대, 370 내지 460 nm, 예컨대, 390 내지 420 nm, 예를 들어, 400 내지 410 nm)에서 피크 방출 파장을 갖는 UV 방사선 또는 청색광을 방출할 수도 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 청색광 스펙트럼 영역은, 인간 관찰자에 의해 인지되는 바와 같은 청색 및 자색 컬러들을 포함한다.

[0014] 일 실시형태에서, 컬러 변환 재료는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 양자 도트들은 단색 LED들에 의해 생성된 광자들을 흡수하고 양자 도트들의 특성들(예컨대, 양자 도트 사이즈 및 재료 조성)에 의존하여 다양한 컬러들의 광(예컨대, 적색, 녹색 및 청색)을 생성하도록 구성될 수도 있다.

[0015] 증강 현실(AR) 디스플레이들(예컨대, 스마트 안경) 및 다른 어플리케이션들에 사용되는 사이즈 체제(예컨대, 10 마이크로미터만의 사이즈들)에서, 다양한 컬러들을 생성하기 위한 UV 또는 청색 방출 LED들 및 광자적으로 펌핑된 양자 도트들의 사용은 백플레인에 걸쳐 더 양호한 균일성을 갖는 디스플레이 디바이스들을 제공할 수도 있다. 모든 인접한 단색 LED들(예컨대, UV 또는 청색 LED들 중 어느 하나)을 백플레인 상에 동시에(예컨대, 동일한 성장 기판으로부터) 배치하는 것에 의해, 인접한 적색, 녹색 및 청색 LED들을 동일한 RGB 픽셀의 인접한 서브픽셀들 내에 순차적으로 배치하는 것에 의한 것보다 엄격한 허용오차들이 더 쉽게 충족될 수도 있다. 본 개시의 실시형태들은, 서브픽셀들에서 양자 도트들을 제조 및 정렬하기 위해 단색 LED 어레이를 사용함으로써 각각의 컬러 서브픽셀에서 단색 LED들과 개별 양자 도트들 사이의 개선된 정렬을 허용하는 방법들을 제공한다.

[0016] 도 1은 다양한 실시형태들에 따른, 발광 디바이스의 형성에 사용될 수도 있는 중간 구조물(100)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(100)은 백플레인과 같은 기판(104) 상에 위치된 복수의 LED들(102)을 포함할 수도 있다. 상기에서 설명된 바와 같이, LED들(102)은 UV 방사선 범위에서 또는 청색광 스펙트럼 영역(예컨대, UV 또는

청색 LED들로서도 또한 지칭되는 UV 또는 청색 방출 LED들)에서 피크 방출 파장을 가질 수도 있다.

[0017] 일 실시형태에서, LED들(102)은, LED의 상부 상에 위치되고 기관(104)으로부터 멀리 대면하는 적어도 하나의 제1 전극(103)을 가질 수도 있다. 제1 전극(103)은 애노드 또는 캐소드 전극으로서 구성될 수도 있다. 일 실시형태에서, LED들(102)은, 제2 전극(105)이 기관(104)과 LED(102)의 하부 사이에 위치되는 수직 LED들로서 구성될 수도 있다. 예를 들어, 제2 전극(105)은 기관(104) 상의 개별 본딩 패드에 본딩될 수도 있다. 다른 실시형태에서, LED들(102)은 그들의 발광층(예컨대, 도 1의 상부층) 위에 위치한 공통의 투명한 제1 전극(103)(예컨대, 투명한 전도성 산화물 전극) 및 각각의 LED(102)가 턴 온되는지 또는 턴 오프되는지를 제어하는 별개의 제2 전극들(105)을 포함할 수도 있다. 다른 실시형태에서, LED들은, 양자 모두의 전극들이 LED의 동일 측 상에(예컨대, LED의 상부측 또는 하부측 상에) 위치되는 측방향 LED들로서 구성될 수도 있다.

[0018] 기관(104)은, LED들(102)에 의한 발광을 제어하도록 제2 전극들(105)을 통해 LED들(102)에 전압 및 전류들을 공급하도록 구성된 전기 회로부(예컨대, TFT 및/또는 CMOS 회로들)를 갖는 백플레인일 수도 있다. 백플레인은 LED들을 구동하기 위한 액티브 또는 패시브 매트릭스 백플레인 기관일 수도 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "백플레인 기관"은, 그 위에 다중의 디바이스들을 부착하도록 구성된 임의의 기관을 지칭한다. 일 실시형태에서, 백플레인은 실리콘, 유리, 플라스틱, 및/또는 그에 부착된 디바이스들에 구조적 지지체를 제공할 수도 있는 적어도 다른 재료를 포함하는 기관을 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 백플레인 기관은, 금속화 라인들을 포함하는 금속 인터커넥트 구조물들(도시되지 않음)이, 예를 들어, 십자형 그리드에 존재하고 각각의 LED에 대한 전용 액티브 디바이스들(예컨대, TFT들)이 존재하지 않는 수동 백플레인 기관일 수도 있다. 다른 실시형태에서, 백플레인 기관은, 전도성 라인들의 십자형 그리드로서 금속 인터커넥트 구조물들을 포함하고 전도성 라인들의 십자형 그리드의 하나 이상의 교차점들에 각각의 LED에 대한 전용 액티브 디바이스들(예컨대, CMOS 트랜지스터들 또는 TFT들)을 더 포함하는 액티브 백플레인 기관일 수도 있다.

[0019] 도 2는 다양한 실시형태들에 따른, 발광 디바이스(200)의 수직 단면도이다. 발광 디바이스(200)는, 기관(104) 및 기관(104) 상에 형성된 복수의 LED들(102, 102a, 102b, 102c)을 포함하는 중간 구조물(100)(도 1 참조)을 포함할 수도 있다. 제2 전극들(105)은 명확성을 위해 도 2로부터 생략된다. 상기에서 설명된 바와 같이, LED들(102)은 청색 또는 자외선 방사선 입사 광자들(204)을 방출하도록 구성될 수도 있다. 발광 디바이스(200)는 컬러 변환 디바이스(201)를 더 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 컬러 변환 디바이스(201)는 중간 구조물(100)의 LED들(102)에 의해 방출된 방사선을 사용하여 제조되는 자립형 디바이스이다. 즉, 컬러 변환 디바이스(201)는 중간 구조물(100) 상에 층층이 디포지션되지 않고, 중간 구조물(100)과 별도로 형성되어, 지지용 중간 구조물(100)을 요구하지 않는다. 완성된 컬러 변환 디바이스(201)는 접착제 및/또는 기계적 부착을 사용하여 중간 구조물(100)에 후속하여 부착되어 발광 디바이스(200)를 형성한다.

[0020] 컬러 변환 디바이스(201)는 매트릭스 재료 내의 복수의 비아들(302)에 형성된 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)를 포함한다(하기의 도 3에 관하여 설명될 바와 같음). 하기에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 컬러 변환 디바이스(201)는, 매트릭스 재료 벽들(210)에 의해 경계지어지는 복수의 비아들(302)을 지지하는 기관(212)을 선택적으로 포함할 수도 있다. 기관(212) 및 벽들(210)은 상이한 재료들로 제조될 수도 있거나 또는 동일한 재료로 형성될 수도 있다. 컬러 변환 디바이스(201)는 입사 광자들(204)에 대해 투명한 선택적인 보호층(214)을 더 포함할 수도 있다. 보호층은 알루미늄 산화물 또는 다른 투명 재료를 포함할 수도 있다.

[0021] 발광 디바이스(200)는 순서화된 어레이로서 구성될 수도 있다. 예를 들어, 제1 컬러 변환 재료(202a)는, 입사 광자들(204)을 흡수하고 그리고 제1 컬러를 갖는 변환된 광자들(206)을 생성하도록 구성될 수도 있다. 유사하게, 제2 컬러 변환 재료(202b)는, 입사 광자들(204)을 흡수하고 그리고 제2 컬러를 갖는 변환된 광자들(206)을 생성하도록 구성될 수도 있고, 제3 컬러 변환 재료(202c)는, 입사 광자들(204)을 흡수하고 그리고 제3 컬러를 갖는 변환된 광자들(206)을 생성하도록 구성될 수도 있다. 입사 광자들(204)의 특정 분획이 기관(212)에 의해 반사되어 반사된 광자들(208)이 될 수도 있다. 반사된 광자들(208)은 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)에서 재순환할 수도 있고, 이에 의해, 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)에 의해 흡수되고 변환된 광자들(206)로 변환될 증가된 확률을 가질 수도 있다. 때때로 "광자 재활용(photon recycling)"으로 지칭되는 이러한 프로세스는 디바이스의 양자 효율을 증가시킬 수도 있다.

[0022] 일 실시형태에서, 발광 디바이스(200)는 픽셀들의 순서화된 어레이로서 구성될 수도 있고, 각각의 픽셀은 적색 서브픽셀, 녹색 서브픽셀, 및 청색 서브픽셀을 포함한다. 예를 들어, 픽셀(203)은 제1 LED(102a) 및 대응하는 제1 컬러(예컨대, 적색) 변환 재료(202a)를 갖는 제1(예컨대, 적색) 서브픽셀, 제2 LED(102b) 및 대응하는 제2 컬러(예컨대, 녹색) 변환 재료(202b)를 갖는 제2(예컨대, 녹색) 서브픽셀, 및 제3 LED(102c) 및 제3 컬러

(예컨대, 청색) 변환 재료(202c)를 갖는 제3(예컨대, 청색) 서브픽셀을 포함할 수도 있다. 이러한 방식으로, 개별 서브픽셀들에서의 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)는 적색, 녹색, 및 청색 변환된 광자들(206)을 각각 생성하도록 구성될 수도 있다. 발광 디바이스(200)는 추가의 실시형태들에서 다양한 다른 방식들로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 임의의 수의 LED들(102)이, 단일 컬러를 생성하는 컬러 변환 재료들과 연관될 수도 있다. 이에 따라, 각각의 픽셀은 각각의 서브픽셀에 복수의 LED들을 가질 수도 있다. 추가로, 다양한 서브픽셀들이 모두 동일한 수의 픽셀들을 갖는 것은 아닐 수도 있다. 일 실시형태에서, LED들(102a, 102b, 102c)은 동일한 피크 파장의 방사선(예컨대, UV 또는 청색광)을 방출할 수도 있다. LED들(102a, 102b, 102c)이 청색광을 방출하면, 제3 컬러(예컨대, 청색) 변환 재료(202c)는 청색 서브픽셀로부터 생략될 수도 있다.

[0023] 복수의 비아들(302)(도 3 참조)의 각각은, 복수의 비아들의 각각에서의 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)가 복수의 LED들(102) 중 대응하는 LED로부터 입사 광자들(204)을 흡수하고 입사 광자들(204)의 피크 파장보다 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들(206)을 생성하도록 구성되도록 복수의 LED들(102a, 102b, 102c) 중 대응하는 LED 위에 위치될 수도 있다. 기판(212)(존재하는 경우)은, 변환된 광자들(206)이 기판(212)을 통해 투과될 수도 있도록 방사선 투명 재료로 형성된다.

[0024] 도 2에 도시된 바와 같이, 컬러 변환 디바이스(201)는, 복수의 LED들(102) 위에 포지셔닝되는 별도의(즉, 자립형) 구조로서 구성될 수도 있다. 추가로, 하기의 도 19 내지 도 21을 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 더 긴 피크 파장을 갖는 변환된 광자들(206)의 강도가 최대화되도록 복수의 LED들에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션이 조정될 수도 있다. 추가로, 복수의 LED들(102)은, 각각 10 마이크로 이하, 예컨대, 대략 1 내지 대략 2 마이크로인 사이즈(즉, 길이 및 폭)를 갖는 마이크로-LED들을 포함할 수도 있다. 추가로, 인접한 LED들(102)은 1 마이크로 이하, 예컨대, 대략 0.6 마이크로 내지 대략 0.7 마이크로인 거리만큼 분리될 수도 있다.

[0025] 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)는 다양한 상이한 컬러들에 대응하는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 이 예에서, 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)는, UV 또는 청색 입사 광자들(204)을 각각 제1, 제2, 및 제3 컬러들을 갖는 광자들로 변환하도록 구성될 수도 있는 복수의 제1 양자 도트들(202a), 복수의 제2 양자 도트들(202b), 및 복수의 제3 양자 도트들(202c)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 제1, 제2, 및 제3 컬러들은 적색, 녹색, 및 청색 컬러 스펙트럼 범위에서 상이한 피크 파장들을 가질 수도 있다. 양자 도트들은 2 nm 내지 8 nm 범위와 같이 대략 1 nm 내지 대략 10 nm 범위의 직경을 가질 수도 있고, III-V족 반도체 재료(예컨대, 미국 특허 9,884,763 B1에 기술된 바와 같은 인듐 포스파이드, 그 전체가 본 명세서에서 참조에 의해 통합됨), II-VI족 반도체 재료(예컨대, 미국 특허출원공개 US 2017/0250322 A1에 기술된 바와 같은 ZnSe, ZnS, ZnTe, CdS, CdSe 등 코어-셸 양자 도트들, 그 전체가 본 명세서에서 참조에 의해 통합됨), 및/또는 I-III-VI족 반도체 재료(예컨대, 미국 특허 10,927,294 B2에 기술된 바와 같은 AgInGaS/AgGaS 코어-셸 양자 도트들, 그 전체가 본 명세서에서 참조에 의해 통합됨)와 같은 화합물 반도체 재료의 나노결정들일 수도 있다.

[0026] 양자 도트들은 그들의 직경에 의존하여 상이한 착색 광(예컨대, 적색, 녹색 또는 청색)을 방출할 수도 있다. 더 큰 양자 도트들은 더 긴 파장 광을 방출할 수도 있는 한편, 더 작은 도트들은 더 짧은 파장 광을 방출할 수도 있다. 양자 도트들은, 광 추출 재료(110)의 굴절률과는 상이한(예컨대, 더 높은) 굴절률을 갖는 재료(예컨대, 폴리이미드와 같은 폴리머)에 현탁될 수도 있다. 예를 들어, 폴리이미드 재료는 1.6 내지 1.75, 예컨대, 약 1.7의 굴절률을 가질 수도 있다. 청색 LED들(102)이 사용되면, 청색 발광 양자 도트들은 생략될 수도 있다.

[0027] LED들(102)의 각각은, 공통 파장을 갖거나 타겟 파장들의 범위 내에 있는 입사 광자들(204)을 방출하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, GaN계 LED들(102)은, 대략 370 nm 내지 대략 430 nm, 예컨대, 대략 400 nm 내지 대략 410 nm(즉, 전자기 스펙트럼의 청색 또는 근-UV 부분의) 범위에 있는 파장을 갖는 입사 광자들(204)을 방출할 수도 있다. LED들(102)은 고 균일성도를 나타낼 수도 있고, 고 효율을 나타낼 수도 있다.

[0028] 도 3은 다양한 실시형태들에 따른, 도 2에 도시된 컬러 변환 디바이스(201)의 형성에 사용될 수도 있는 중간 구조물(300)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(300)은 기판(212), 및 복수의 비아들(302)이 내부에 형성된 매트릭스 재료를 포함하는 자립형 지지체를 포함할 수도 있다. 비아들(302)은 매트릭스 재료 벽들(210)에 의해 경계지어질 수도 있다. 벽들(210) 및 기판(212)은 동일한 재료로 형성될 수도 있다. 예를 들어, 중간 구조물(300)은 사출 성형(injection molding) 프로세스에 의해 형성되는 폴리머 재료를 포함할 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 매트릭스 재료는 기판(212) 위에 형성된 포지티브-톤 감광성 폴리머(210L)를 포함할 수도 있다(예컨대, 하기의 도 17 및 관련 설명 참조). 비아들(302)은, 용매로 제거될 수도 있는 가교되지



많은 폴리머 재료 부분들을 생성하도록 작용하는 청색 또는 UV 방사선에 포지티브-톤 감광성 폴리머(210L)의 부분들을 선택적으로 노출시킴으로써 형성될 수도 있다(예컨대, 하기의 도 18 및 관련 설명 참조). 매트릭스 재료 내에 비아들(302)을 형성하는 다양한 다른 방식들이 본 개시의 범위 내에서 고려된다.

[0029] 도 4 내지 도 9에 예시된 제1 실시형태에서, 양자 도트 잉크가 개별 비아들(302)에 선택적으로 디포지션된 다음, 조사(irradiation)가 수행된다. 도 11 내지 도 16에 예시된 제2 실시형태에서, 양자 도트 잉크가 개별 비아들(302)에 비선택적으로 디포지션된 다음, 조사가 수행된다.

[0030] 도 4는 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(400)의 수직 단면도이다. 이 실시형태에서, 제1 양자 도트 잉크(402a)는, 제1 양자 도트들(202a)을 함유하도록 의도된 제1 복수의 비아들(302)에 선택적으로 도입될 수도 있다. 제1 양자 도트 잉크(402a)는, 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 사이즈 및 조성을 갖는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 제1 양자 도트 잉크(402a)는 다양한 방식으로 디포지션될 수도 있다. 예를 들어, 제1 양자 도트 잉크(402a)는 잉크젯 프린팅 프로세스에 의해 디포지션될 수도 있다. 제1 양자 도트 잉크(402a)는, 하기의 도 5를 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 청색광 또는 UV 방사선에 노출되어 제1 광경화성 폴리머 재료를 가교할 수도 있다.

[0031] 도 5는 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(500)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(500)은, 도 4의 중간 구조물(400) 위에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. LED들의 어레이가 제1 양자 도트 잉크(402a)를 조사하기 위해 중간 구조물(400) 위에 포지셔닝되는 것으로서 도시되지만, 대안적인 실시형태에서, LED들의 어레이는 기판(212)을 통해 제1 양자 도트 잉크(402a)를 조사하기 위해 중간 구조물(400)의 기판(212) 아래에 포지셔닝될 수도 있다. LED들의 어레이는 제1 양자 도트 잉크(402a)를 선택적으로 조명하기 위한 제조 도구로서 사용될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 제1 복수의 LED들(102a)이, 제1 양자 도트 잉크(402a)를 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 선택적으로 턴 온될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 제1 양자 도트 잉크(402a)가 가교되게 하여, 제1 컬러 변환 재료(202a)를 형성할 수도 있다. 따라서, 제1 LED들(102a)(예컨대, 최종 디바이스(201)에서 적색 서브픽셀들에 위치한 LED들)은, 적색 서브픽셀들에 제1(예컨대, 적색) 컬러 변환 재료(202a)를 형성하기 위해 제1 양자 도트 잉크(402a)를 노출시키는데 사용될 수도 있다.

[0032] 도 6은 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(600)의 수직 단면도이다. 제2 양자 도트 잉크(402b)가, 도시된 바와 같이, 제2 복수의 비아들(302)에 도입될 수도 있다. 제2 양자 도트 잉크(402b)는, 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 사이즈 및/또는 조성과는 상이한 제2 사이즈 및 조성을 갖는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 제2 양자 도트 잉크(402b)는, 하기의 도 7을 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 청색광 또는 UV 방사선에 노출되어 제2 광경화성 폴리머 재료를 가교할 수도 있다.

[0033] 도 7은 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(700)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(700)은, 도 6의 중간 구조물(600) 위에 또는 아래에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 제2 복수의 LED들(102b)이, 제2 양자 도트 잉크(402b)를 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 선택적으로 턴 온될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 제2 양자 도트 잉크(402b)가 가교되게 하여, 제2 컬러 변환 재료(202b)를 형성할 수도 있다. 따라서, 제2 LED들(102b)(예컨대, 최종 디바이스(201)에서 녹색 서브픽셀들에 위치한 LED들)은, 녹색 서브픽셀들에 제2(예컨대, 녹색) 컬러 변환 재료(202b)를 형성하기 위해 제2 양자 도트 잉크(402b)를 노출시키는데 사용될 수도 있다.

[0034] 도 8은 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(800)의 수직 단면도이다. 제3 컬러 변환 재료(202c)가 최종 디바이스(201)에 존재하면, 제3 양자 도트 잉크(402c)가, 도시된 바와 같이, 제3 복수의 비아들(302)(예컨대, 도 3 참조)에 도입될 수도 있다. 제3 양자 도트 잉크(402c)는, 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 및 제2 사이즈 및/또는 조성과는 상이한 제3 사이즈 및 조성을 갖는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 제3 양자 도트 잉크(402c)는, 하기의 도 9를 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 청색광 또는 UV 방사선에 노출되어 제3 광경화성 폴리머 재료를 가교할 수도 있다.

[0035] 도 9는 제1 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의

중간 구조물(900)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(900)은, 도 8의 중간 구조물(800) 위에 또는 아래에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 제3 복수의 LED들(102c)이, 제3 양자 도트 잉크(402c)를 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 선택적으로 턴 온될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 제3 양자 도트 잉크(402c)가 가교되게 하여, 제3 컬러 변환 재료(202c)를 형성할 수도 있다. 따라서, 제3 LED들(102c)(예컨대, 최종 디바이스(201)에서 청색 서브픽셀들에 위치된 LED들)은, 청색 서브픽셀들에 제3(예컨대, 청색) 컬러 변환 재료(202c)를 형성하기 위해 제3 양자 도트 잉크(402c)를 노출시키는데 사용될 수도 있다. 대안적으로, LED들(102)이 청색 LED들을 포함하면, 도 8 및 도 9의 단계들은 생략될 수도 있다.

[0036] 도 10은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 수직 단면도이다. 도시된 바와 같이, 컬러 변환 디바이스(201)는, 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c) 위에 형성된 보호층(214)을 더 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서, 보호층(214)은, 원자층 디포지션(ALD) 프로세스를 사용하여 디포지션될 수도 있는  $Al_2O_3$ 의 박층일 수도 있다. 보호층(214)은 대략 5 nm 내지 대략 50 nm 범위의 두께를 가질 수도 있다. 대안적으로, 보호층(214)은 다른 디포지션 프로세스들을 사용하여 다양한 다른 재료들로 형성될 수도 있고 다른 두께들을 가질 수도 있다. 보호층(214)은, 입사 광자들(204)이 보호층(214)을 통해 투과되게 하면서 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)를 보호하도록 구성될 수도 있다(예컨대, 도 2 참조).

[0037] 도 11은 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1100)의 수직 단면도이다. 이 실시형태에서, 스핀-코팅 프로세스가, 도 3의 중간 구조물(300) 내의 비아들(302) 모두에 제1 양자 도트 잉크(402a)를 비선택적으로 디포지션하는데 사용될 수도 있다. 상기에서 설명된 바와 같이, 제1 양자 도트 잉크(402a)는, 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 사이즈 및 조성을 갖는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 제1 양자 도트 잉크(402a)는, 하기의 도 12를 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 청색광 또는 UV 방사선에 노출되어 제1 광경화성 폴리머 재료를 가교할 수도 있다.

[0038] 도 12는 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1200)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(1200)은, 도 11의 중간 구조물(1100) 위에 또는 아래에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. LED들의 어레이는 제1 양자 도트 잉크(402a)를 선택적으로 조명하기 위한 제조 도구로서 사용될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 제1 복수의 LED들(102a)이, 제1(예컨대, 적색) 양자 도트 잉크(402a)를 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 선택적으로 턴 온될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 일부 비아들(302)에서의(예컨대, 적색 서브픽셀들에 위치된 비아들에서의) 제1 양자 도트 잉크(402a)가 가교되게 하여(즉, 그 잉크의 광경화성 폴리머 재료가 가교되게 하여), 제1 컬러 변환 재료(202a)를 형성할 수도 있다.

[0039] 도 13은 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1300)의 수직 단면도이다. 이와 관련하여, 중간 구조물(1200)(예컨대, 도 12 참조)에서 조명되지 않았던 제1 양자 도트 잉크(402a)의 부분들(예컨대, 녹색 및 청색 서브픽셀 비아들(302)에 위치된 적색 양자 도트 잉크)은, 이들 비아들(302)에서의 잉크의 광경화성 폴리머 재료가 조명에 의해 가교되지 않았기 때문에 선택적으로 제거될 수도 있다.

[0040] 그 다음, 스핀-코팅 프로세스가, 도 12의 중간 구조물(1200)에서 조명되지 않았던 복수의 비아들(302)에(즉, 제1 컬러 변환 재료(202a)에 의해 이미 충전되지 않은 비아들에) 제2(예컨대, 녹색) 양자 도트 잉크(402b)를 디포지션하는데 사용될 수도 있다. 상기에서 설명된 바와 같이, 제2 양자 도트 잉크(402b)는, 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 사이즈 및/또는 조성과는 상이한 제2 사이즈 및 조성을 갖는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 제2 양자 도트 잉크(402b)는, 하기의 도 14를 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 청색광 또는 UV 방사선에 노출되어 제2 광경화성 폴리머 재료를 가교할 수도 있다.

[0041] 도 14는 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1400)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(1400)은, 도 13의 중간 구조물(1300) 위에 또는 아래에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. LED들의 어레이는 제2 양자 도트 잉크(402b)를 선택적으로 조명하기 위한 제조 도구로서 사용될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 제2 복수의 LED들(102b)이, 제2 양자 도트 잉크(402b)를 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 선택적으로 턴 온될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 제2 양자 도트 잉크(402b)가 가교되게 하여, 개별 비아들(302)에(예컨대, 녹색 서브픽셀들에 위치된 비아들(302)에) 제2 컬러 변환 재료(202b)를 형성할 수도 있다.

- [0042] 도 15는 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1500)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(1400)(예컨대, 도 14 참조)에서 조명되지 않았던(그리고 가교되지 않았던) 제2 양자 도트 잉크(402b)의 부분들이 선택적으로 제거될 수도 있다.
- [0043] 제3 컬러 변환 재료(202c)가 최종 디바이스(201)에 포함되면(예컨대, LED들(102)이 UV LED들이면), 스핀-코팅 프로세스가, 도 14의 중간 구조물(1400)에서 조명되지 않았던 복수의 비아들(302)에(즉, 제1 및 제2 컬러 변환 재료들(202a 및 202b)에 의해 이미 충전되지 않은 비아들(302)에) 제3 양자 도트 잉크(402c)를 디포지션하는데 사용될 수도 있다. 상기에서 설명된 바와 같이, 제3 양자 도트 잉크(402c)는, 광경화성 폴리머 재료에 현탁된 제1 및 2 사이즈 및/또는 조성과는 상이한 제3 사이즈 및 조성을 갖는 양자 도트들을 포함할 수도 있다. 제3 양자 도트 잉크(402c)는, 하기의 도 16을 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 청색광 또는 UV 방사선에 노출되어 제2 광경화성 폴리머 재료를 가교할 수도 있다.
- [0044] 도 16은 제2 실시형태에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1600)의 수직 단면도이다. 중간 구조물(1600)은, 도 15의 중간 구조물(1500) 위에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. LED들의 어레이는 제3 양자 도트 잉크(402c)를 선택적으로 조명하기 위한 제조 도구로서 사용될 수도 있다. 도식된 바와 같이, 제3 복수의 LED들(102c)이, 제3 양자 도트 잉크(402c)를 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 선택적으로 턴 온될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 제3 양자 도트 잉크(402c)가 가교되게 하여, (예컨대, 청색 서브픽셀들에 위치된 비아들(302)에) 제3 컬러 변환 재료(202c)를 형성할 수도 있다.
- [0045] 상기에서 언급된 바와 같이, 도 3의 중간 구조물(300)은 개별 실시형태들에서 다양한 방식으로 형성될 수도 있다. 예를 들어, 기관(212), 및 비아들(302)이 내부에 형성된 매트릭스 재료가, 폴리머 재료를 사용하여 사출 성형 프로세스에 의해 형성될 수도 있다. 하기에서 설명되는 다른 실시형태들에서, 기관 및 매트릭스 재료는 상이한 재료들일 수도 있다.
- [0046] 도 17은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1700)의 수직 단면도이다. 도 17에 도식된 바와 같이, 매트릭스 재료는 기관(212) 위에 형성된 포지티브-톤 감광성 폴리머(즉, 매트릭스 재료)(210L)를 포함할 수도 있다. 기관(212)은, 그 위에 형성된 포지티브-톤 감광성 폴리머(210L)를 지지하기에 충분한 기계적 세기를 갖는 투명한 폴리머 재료일 수도 있다.
- [0047] 도 18은 다양한 실시형태들에 따른, 컬러 변환 디바이스(201)(예컨대, 도 2 참조)의 형성에 사용될 수도 있는 추가의 중간 구조물(1800)의 수직 단면도이다. 이와 관련하여, 중간 구조물(1800)은, 도 17의 중간 구조물(1700) 위에 또는 아래에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다. LED들의 어레이는, 포지티브-톤 감광성 폴리머(210L)의 노출된 부분들(210X)을 선택적으로 조명하기 위한 제조 도구로서 사용될 수도 있다.
- [0048] 도식된 바와 같이, LED들(102) 모두는, 노출된 부분들(210X)을 청색광 또는 UV 방사선(502)에 노출시키기 위해 튜닝될 수도 있다. 이러한 방식으로, 청색광 또는 UV 방사선(502)은 포지티브-톤 감광성 폴리머(210L)의 노출된 부분들(210X)이 가교되게 할 수도 있다. 그 다음, 노출된 부분들(210X)은 용매로의 용해에 의해 제거될 수도 있다. 노출된 부분들(210X)의 제거 이후에, 복수의 노출되지 않은 부분들(210U)이 남겨질 수도 있다. 이러한 방식으로, 매트릭스 재료의 노출되지 않은 부분들(210U)은, 도 3의 중간 구조물(300)의 매트릭스 재료 벽들(210)이 된다.
- [0049] 도 19 내지 도 21은 LED 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))와 자립형 컬러 변환 디바이스(201) 사이의 정렬 방법을 예시한다. 다양한 실시형태들에 따라, 도 19는 제1 구성에서의 발광 디바이스(200)의 수직 단면도이고, 도 20은 제2 구성에서의 발광 디바이스(200)의 추가의 수직 단면도이고, 도 21은 제3 구성에서의 발광 디바이스(200)의 추가의 수직 단면도이다. 발광 디바이스(200)는, 컬러 변환 재료(202a, 202b, 202c)를 포함하는 컬러 변환 디바이스(201) 위에 또는 아래에 포지셔닝된 LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))를 포함할 수도 있다.
- [0050] 도 19에 도식된 바와 같이, 제1 복수의 LED들(102a)은, 제1 컬러(예컨대, 적색 컬러)를 갖는 제1 변환된 광자들(206a)을 생성하도록 제1 컬러 변환 재료(202a)에 의해 흡수될 수도 있는 제1 입사 광자들(204a)을 생성하기 위해 턴 온될 수도 있다. 제1 변환된 광자들(206a)은, 제1 변환된 광자들(206a)의 강도를 측정하도록 구성되는 광검출기(예컨대, 분광계)(220)로 검출될 수도 있다.



- [0051] 일 실시형태에 따르면, LED들의 어레이(예컨대, 도 1의 중간 구조물(100))에 대해 컬러 변환 디바이스(201)를 포지셔닝하는 방법은 제1 변환된 광자들(206a)의 강도를 최대화하기 위해 LED들(102a)에 대해 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션을 조정하는 것을 포함한다. 그 방법은, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한(예컨대, 보호층(114)의 표면에 평행한) 2차원 평면(예컨대, x-z 평면)에서 제1 방향(예컨대, x-방향)(1602)을 따라 제1 복수의 LED들(102a)에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션의 제1 함수로서 제1 변환된 광자들(206a)의 제1 최대 강도를 결정하는 것을 포함할 수도 있다. 그 방법은, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한 2차원 평면(예컨대, x-z 평면)에서 제2 방향(예컨대, 도 19의 평면 내로의 z-방향)을 따라 제1 복수의 LED들(102a)에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션의 제2 함수로서 제1 변환된 광자들(206a)의 제2 최대 강도를 결정하는 것을 더 포함할 수도 있다.
- [0052] 도 20에 도시된 바와 같이, 제2 복수의 LED들(102b)은, 제2 컬러를 갖는 제2 변환된 광자들(206b)을 생성하도록 제2 컬러 변환 재료(202b)에 의해 흡수될 수도 있는 제2 입사 광자들(204b)을 생성하기 위해 턴 온될 수도 있다. 제2 변환된 광자들(206b)은, 제2 변환된 광자들(206b)의 강도를 측정하도록 구성되는 광검출기(220)로 검출될 수도 있다.
- [0053] 일 실시형태에 따르면, LED들의 어레이에 대해 컬러 변환 디바이스(201)를 포지셔닝하는 방법은 제2 변환된 광자들(206b)의 강도를 최대화하기 위해 LED들(102b)에 대해 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션을 조정하는 것을 더 포함할 수도 있다. 그 방법은, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한(예컨대, 보호층(114)의 표면에 평행한) 2차원 평면에서 제1 방향(1602)을 따라 제2 복수의 LED들(102b)에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션의 제3 함수로서 제2 변환된 광자들(206b)의 제3 최대 강도를 결정하는 것을 포함할 수도 있다. 그 방법은, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한 2차원 평면에서 (예컨대, 도 20의 평면 내로의) 제2 방향을 따라 제2 복수의 LED들(102b)에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션의 제2 함수로서 제2 변환된 광자들(206b)의 제4 최대 강도를 결정하는 것을 더 포함할 수도 있다.
- [0054] 도 21에 도시된 바와 같이, 제3 복수의 LED들(102c)은, 제3 컬러를 갖는 제3 변환된 광자들(206c)을 생성하도록 제3 컬러 변환 재료(202c)에 의해 흡수될 수도 있는 제3 입사 광자들(204c)을 생성하기 위해 턴 온될 수도 있다. 제3 변환된 광자들(206c)은, 제3 변환된 광자들(206c)의 강도를 측정하도록 구성되는 검출기로 검출될 수도 있다.
- [0055] 일 실시형태에 따르면, LED들의 어레이에 대해 컬러 변환 디바이스(201)를 포지셔닝하는 방법은 제3 변환된 광자들(206c)의 강도를 최대화하기 위해 LED들(102c)에 대해 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션을 조정하는 것을 더 포함할 수도 있다. 그 방법은, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한(예컨대, 보호층(114)의 표면에 평행한) 2차원 평면에서 제1 방향(1602)을 따라 제3 복수의 LED들(102c)에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션의 제3 함수로서 제3 변환된 광자들(206c)의 제5 최대 강도를 결정하는 것을 포함할 수도 있다. 그 방법은, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한 2차원 평면에서 (예컨대, 도 21의 평면 내로의) 제2 방향을 따라 제3 복수의 LED들(102c)에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 포지션의 제2 함수로서 제3 변환된 광자들(206c)의 제6 최대 강도를 결정하는 것을 더 포함할 수도 있다.
- [0056] 상기 설명된 방법은 제1 최대 강도, 제2 최대 강도, 제3 최대 강도, 제4 최대 강도, 제5 최대 강도, 및 제6 최대 강도에 각각 대응하는 제1 포지션, 제2 포지션, 제3 포지션, 제4 포지션, 제5 포지션, 및 제6 포지션을 결정한다. 그 다음, 제1 포지션, 제2 포지션, 제3 포지션, 제4 포지션, 제5 포지션, 및 제6 포지션은 LED들의 어레이에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 최적 포지션을 결정하기 위해 평균화될 수도 있다.
- [0057] 대안적으로, 제1 컬러의 강도를 최대화하는 제1 포지션이 결정될 수도 있고, 제2 컬러의 강도를 최대화하는 제2 포지션이 결정될 수도 있고, 제3 컬러의 강도를 최대화하는 제3 포지션이 결정될 수도 있다. 제1 포지션, 제2 포지션, 및 제3 포지션의 각각은, 복수의 LED들에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 상대적 2차원 포지션을 나타낼 수도 있다. 그 다음, 제1 포지션, 제2 포지션 및 제3 포지션을 평균함으로써, 컬러 변환 디바이스(201)의 최적 포지션이 결정될 수도 있다. 따라서, 각각의 컬러에 대해 결정된 평면에서 2개의 수직 방향들을 따른 2개의 포지션들은, 각각의 컬러의 강도를 최대화하는 단일 포인트에 대한 2차원 좌표들로서 서빙할 수도 있다.
- [0058] 추가의 실시형태들에서, 그 방법은 또한, LED들의 어레이에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 배향각(도시되지 않음)을 조정하는 것을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 2차원 평면에서의 고정된 포지션에 대해, 컬러 변환 디바이스(201)는, 컬러 변환 디바이스(201)와 기관(104) 사이의 계면에 평행한 평면(예컨대, x-y 평면)에 대해 틸팅될 수도 있다. 변환된 광자들의 제1 컬러의 강도를 최대화하는 제1 배향각이 결정될 수도 있고, 변환된

광자들의 제2 컬러의 강도를 최대화하는 제2 배향각이 결정될 수도 있고, 변환된 광자들의 제3 컬러의 강도를 최대화하는 제3 배향각이 결정될 수도 있다. 그 다음, LED들의 어레이에 대한 컬러 변환 디바이스(201)의 최적 배향은 제1 배향각, 제2 배향각, 및 제3 배향각에 기초하여 결정될 수도 있다.

[0059] 자립형 컬러 변환 디바이스(201)가 최적 포지션에서 LED들(102)의 어레이에 대해 정렬된 이후, 컬러 변환 디바이스(201)는 접착제 및/또는 기계적 부착 피쳐들(예컨대, 클램프들, 브래킷들, 하우징 등)을 사용하여 LED들(102)의 어레이에 부착된다. 따라서, 자립형 컬러 변환 디바이스(201)는, 컬러 변환 디바이스의 층들이 LED들 위에 하나씩 디포지션되는 경우보다 LED들(102)에 대한 개선된 정렬을 가능케 하며, 이는 제조 후(post manufacture) 정렬 단계를 방지할 것이다.

[0060] 도 22는 다양한 실시형태들에 따른, 일 구성에서의 패키징된 발광 디바이스(2200)의 수직 단면도이다. 실리콘 산화물 또는 폴리머와 같은 광학적으로 투명한 절연성 충전재(216)가 LED들(102) 사이에 형성될 수도 있다. 발광 디바이스(2200)는 가시광에 대해 투명한 하우징(예컨대, 패키지)(218)을 포함하거나 그 상부에 가시광에 대해 투명한 윈도우를 갖는다. 패키지(218)는 폴리머 재료를 포함할 수도 있다. 패키지(218)는, 상기에서 설명된 광학 정렬 단계들 이후에 자립형 컬러 변환 디바이스(201) 및 LED 어레이(100)를 함께 유지한다.

[0061] 일 실시형태에서, 정렬 돌출부들(220)은, 자립형 컬러 변환 디바이스(201)와 LED 어레이(100)의 정렬에 있어서 할당하는데 사용될 수도 있다. 돌출부들(220)은 LED 어레이(100)의 상부 표면에 위치될 수도 있으며, 인터록킹(interlocking) 패턴을 형성하도록 자립형 컬러 변환 디바이스(201)의 하부 표면에서의 개별 홈(groove)들에 삽입될 수도 있다. 대안적으로 돌출부들(220)은 자립형 컬러 변환 디바이스(201)의 상부 표면에 위치될 수도 있으며, LED 어레이(100)의 하부 표면에서의 개별 홈들에 삽입될 수도 있다. 대안적으로, 돌출부들은 양 표면들에 위치되고, 대향 표면들에서의 대향 홈들에 삽입된다. 돌출부들(220)은 절연성 재료, 반도체 재료 또는 전도성 재료와 같은 임의의 재료를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 돌출부들은 절연성 충전재(216)의 및/또는 보호층(214)에서의 돌출 부분들을 포함할 수도 있다. 홈들은 보호층(214)에 및 또는 절연성 충전재(216)에 형성될 수도 있다.

[0062] 도 23에 도시된 대안적인 실시형태의 패키징된 디바이스(2300)에서, 전용 정렬 돌출부들(220) 및 대응하는 홈들을 사용하는 대신, LED들(102) 자체가 자립형 컬러 변환 디바이스(201)에서의 홈들 내에 피팅함으로써 정렬 피쳐들로서 사용될 수도 있다. 홈들은 보호층(214)에 및/또는 컬러 변환 재료(202)에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 컬러 변환 재료(202)는 비아들(302)에 언더필되어, 매트릭스 재료 벽들(210) 사이의 컬러 변환 재료(202) 위에 홈들을 남길 수도 있다. 보호층(214)은 홈들을 부분적으로 충전할 수도 있고, LED들(102)로 충전되도록 홈들의 나머지 부분들을 남길 수도 있다. 따라서, 이 실시형태에서의 홈들은 상기 설명된 비아들(302)의 충전되지 않은 부분들을 포함한다.

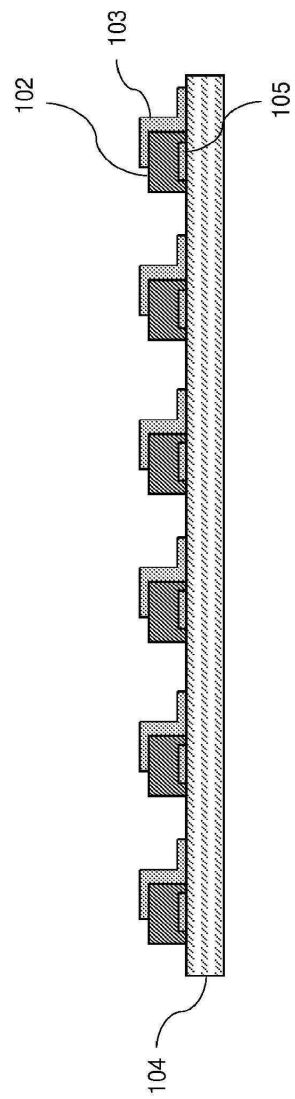
[0063] 개시된 실시형태들의 상기 설명은 당업자로 하여금 개시된 실시형태들을 제조 또는 이용하게 할 수 있도록 제공된다. 이들 실시형태들에 대한 다양한 수정들은 당업자에게 용이하게 자명할 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 사상 또는 범위로부터 이탈함없이 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 개시는 본 명세서에 나타난 실시형태들로 한정되도록 의도되지 않으며, 다음의 청구항들 그리고 본 명세서에 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 부합하는 최광의 범위를 부여받아야 한다.



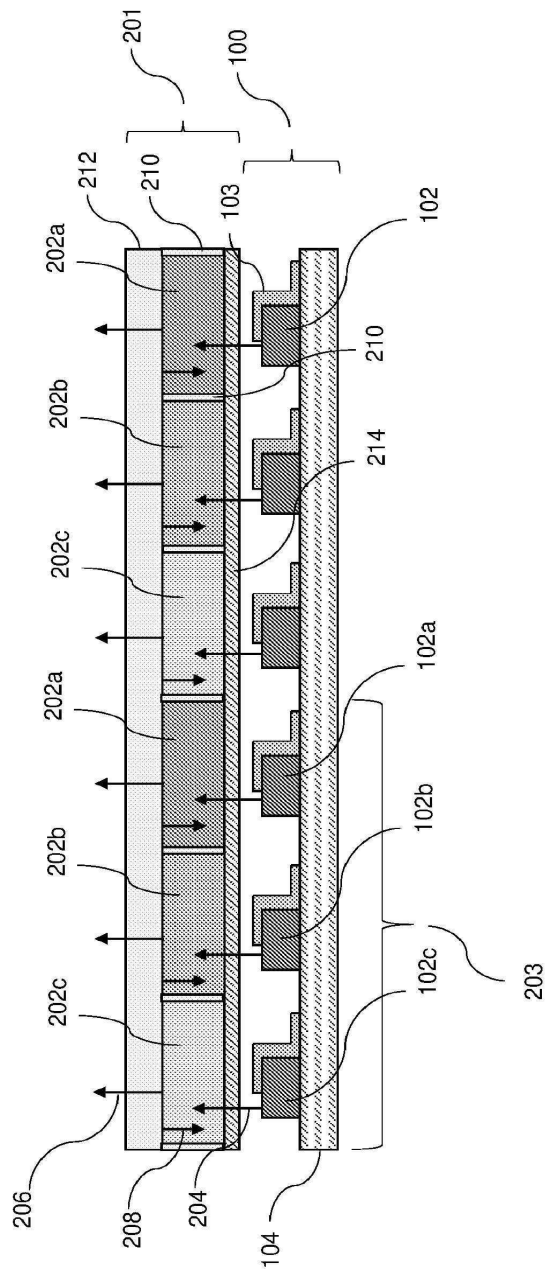
도면

도면1

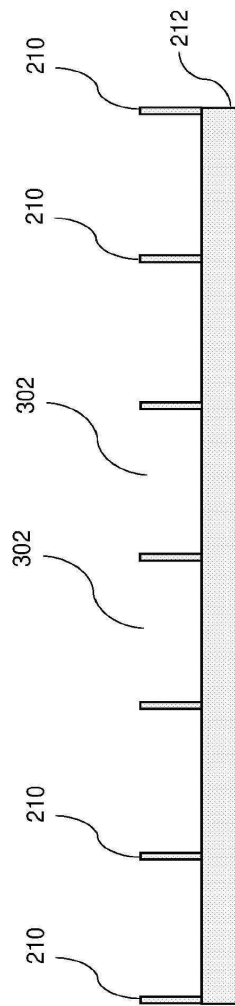
100



도면2

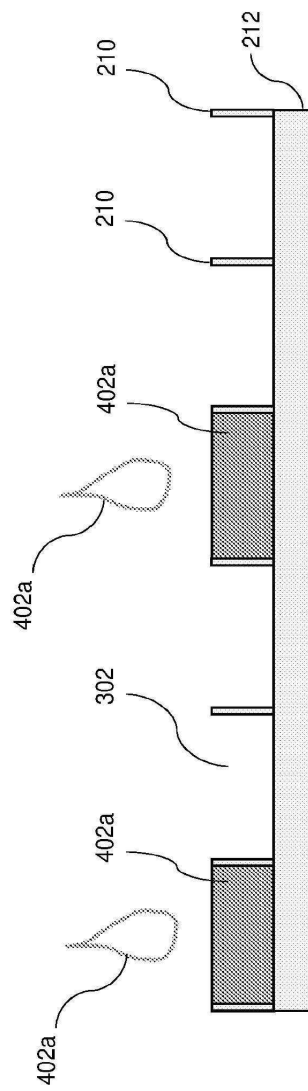


도면3



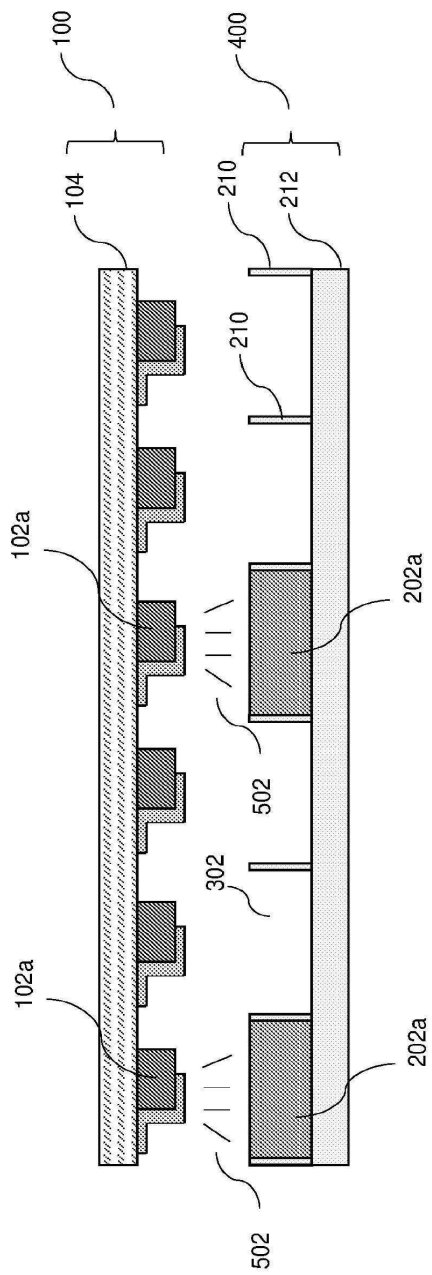
300

도면4



400

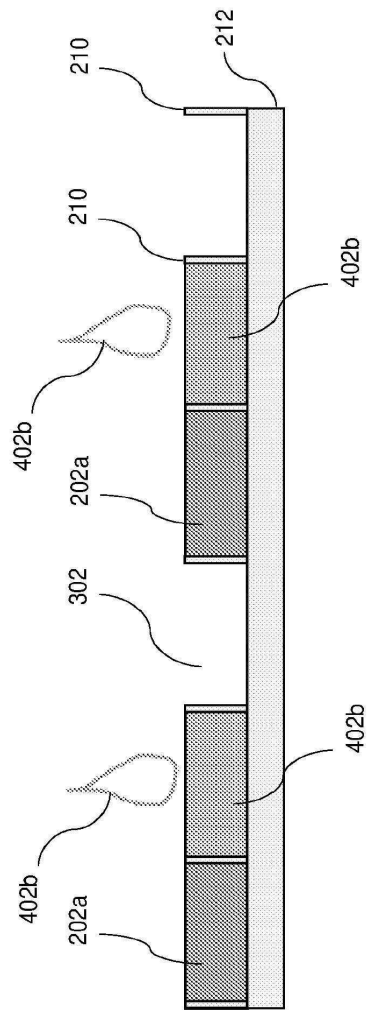
도면5



500

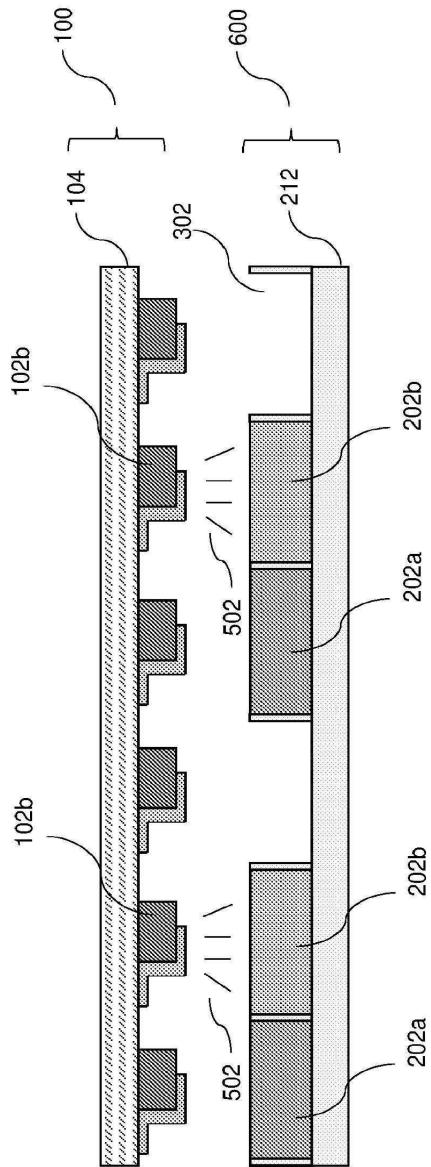


도면6



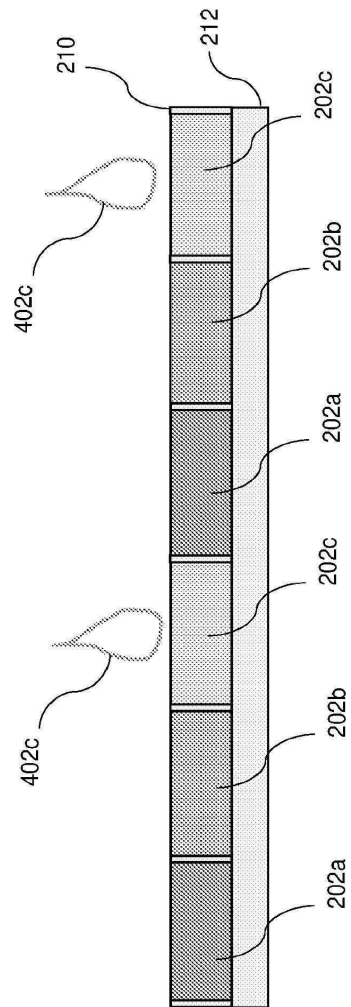
600

도면7

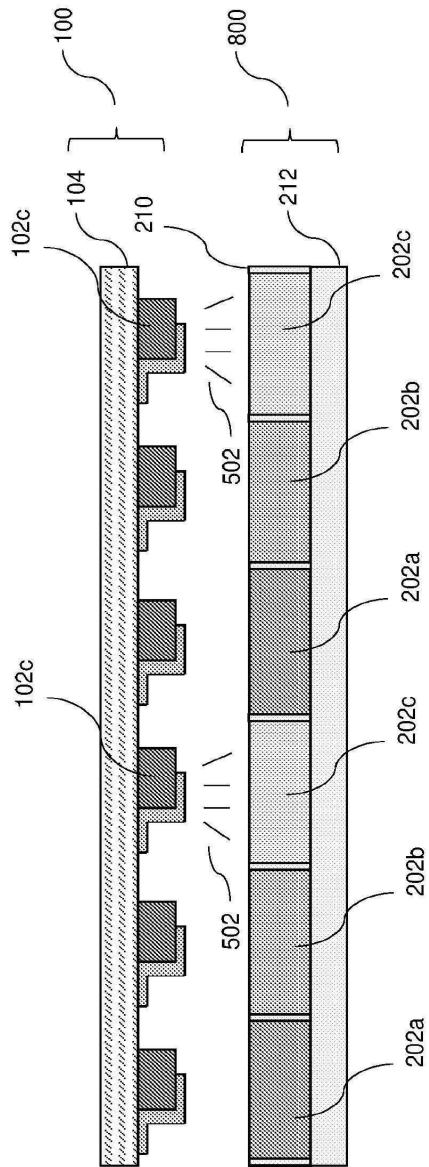


700

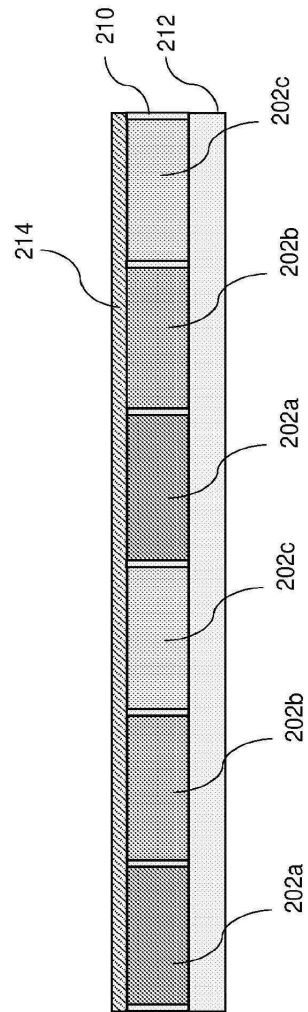
도면8



도면9

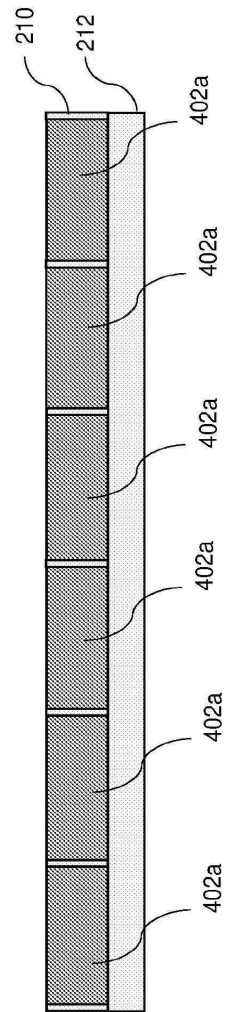


도면10



201

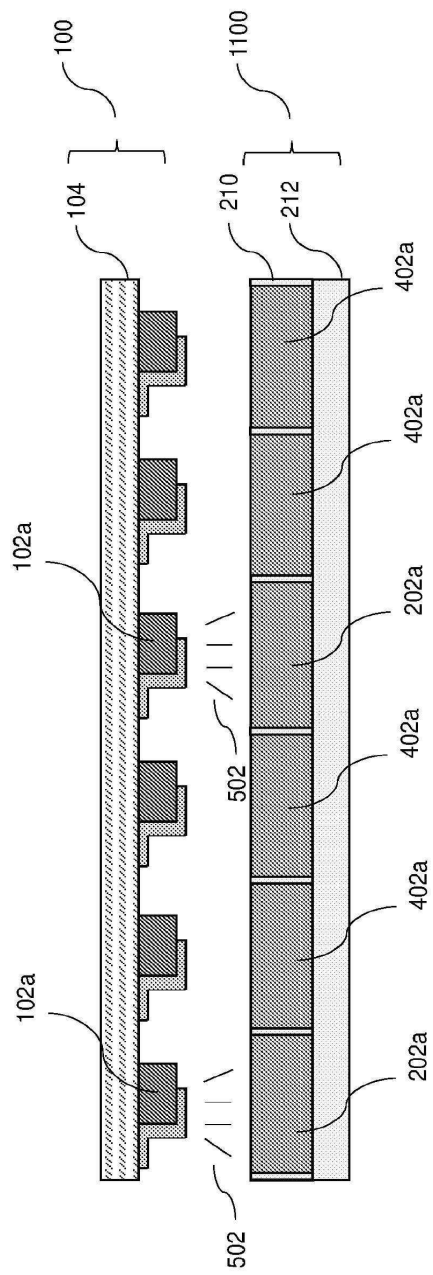
도면11



1100

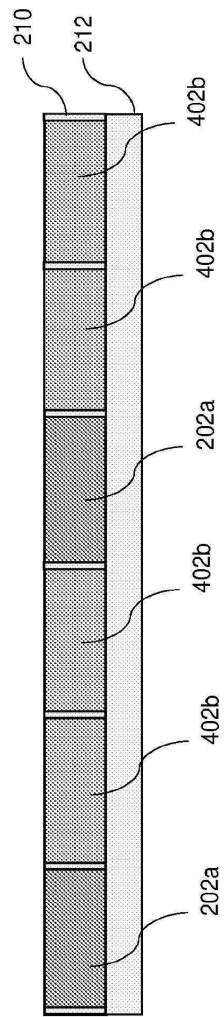


도면12



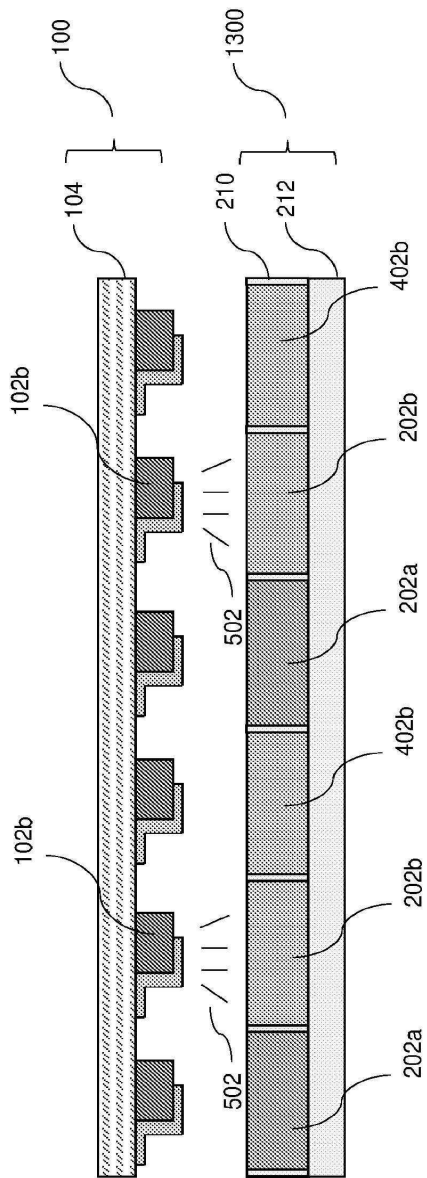
1200

도면13



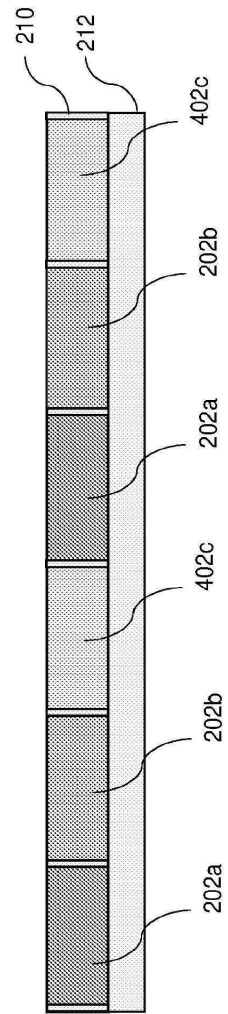
1300

도면14



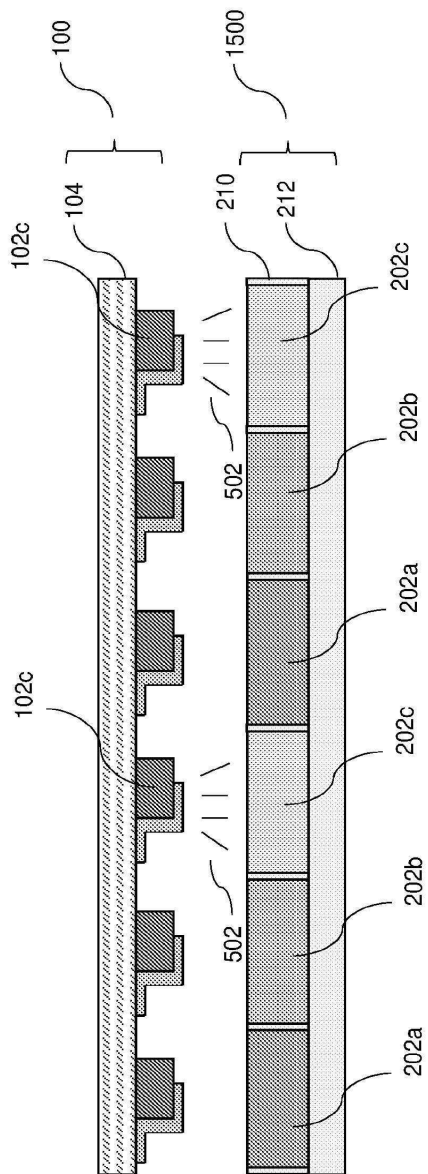
1400

도면15



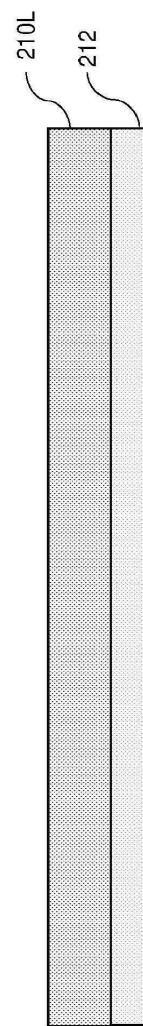
1500

도면16



1600

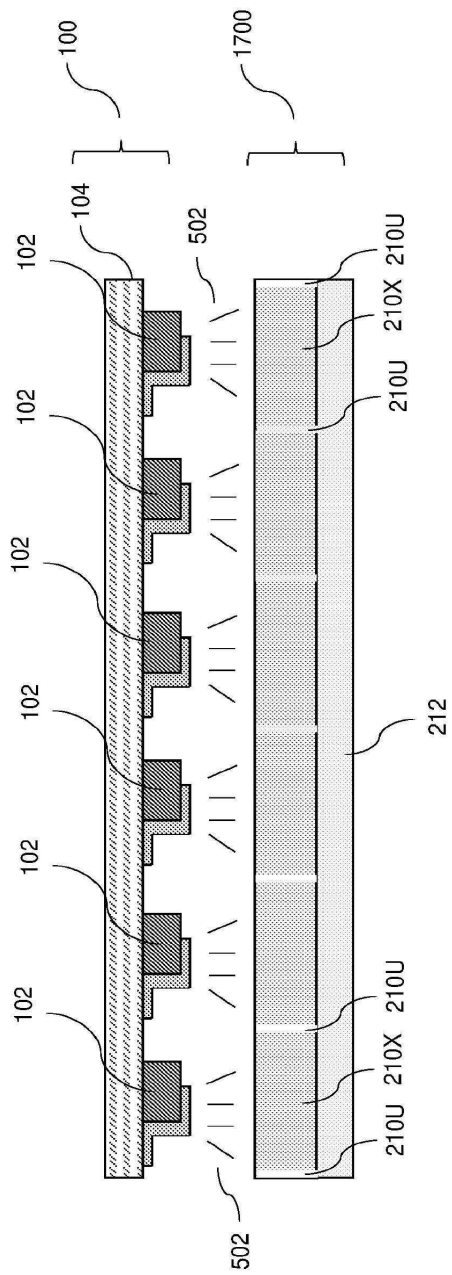
도면17



1700

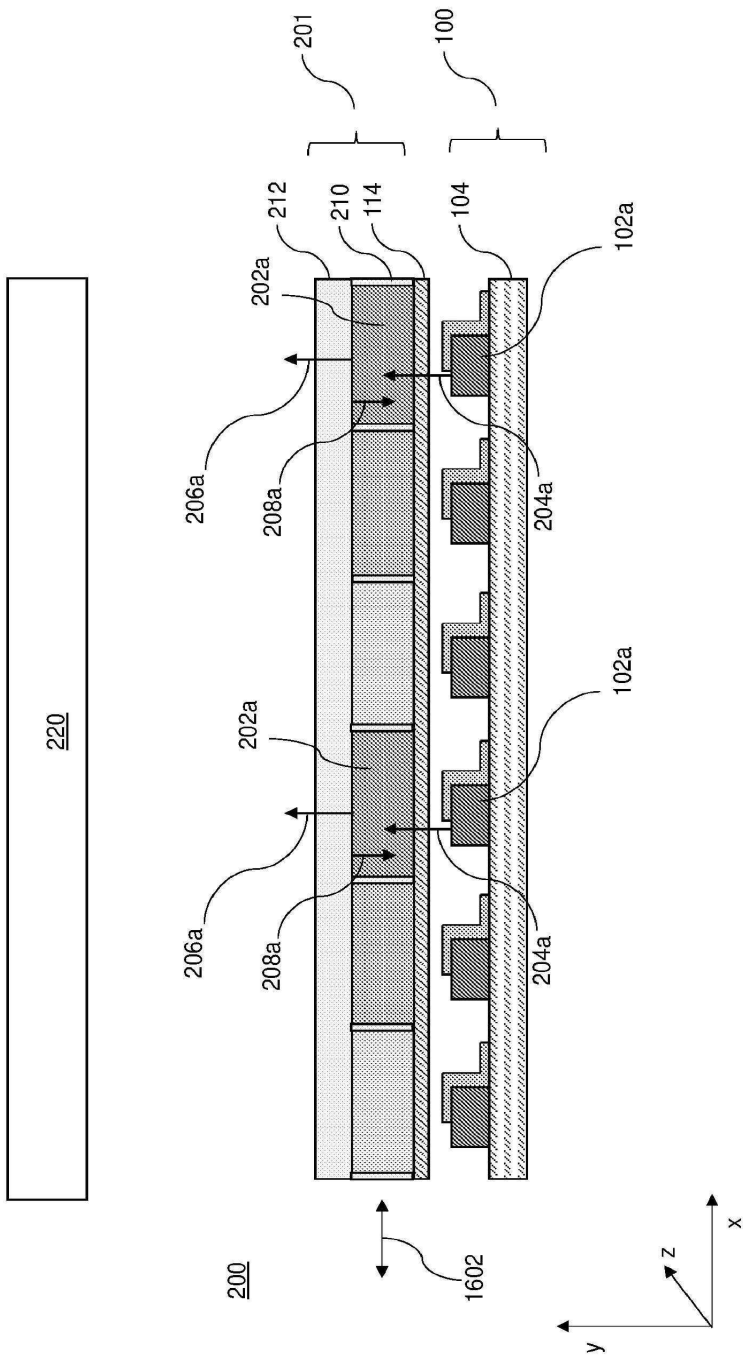
도면18

1800

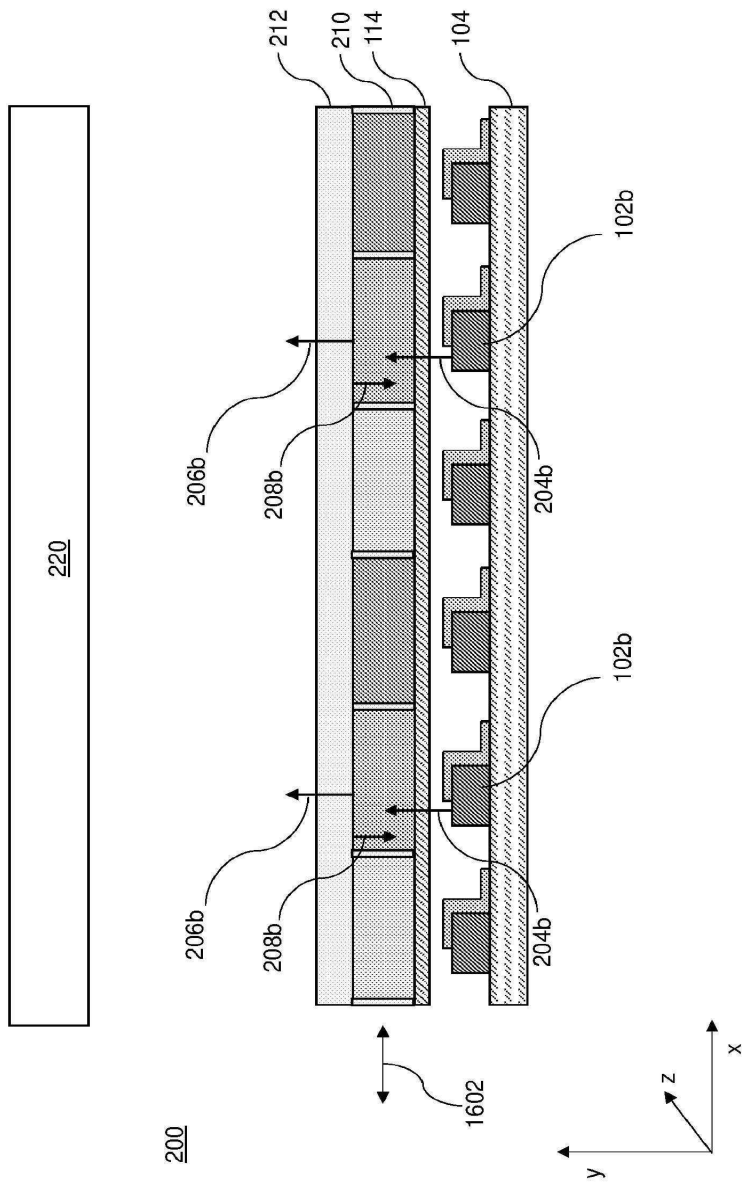




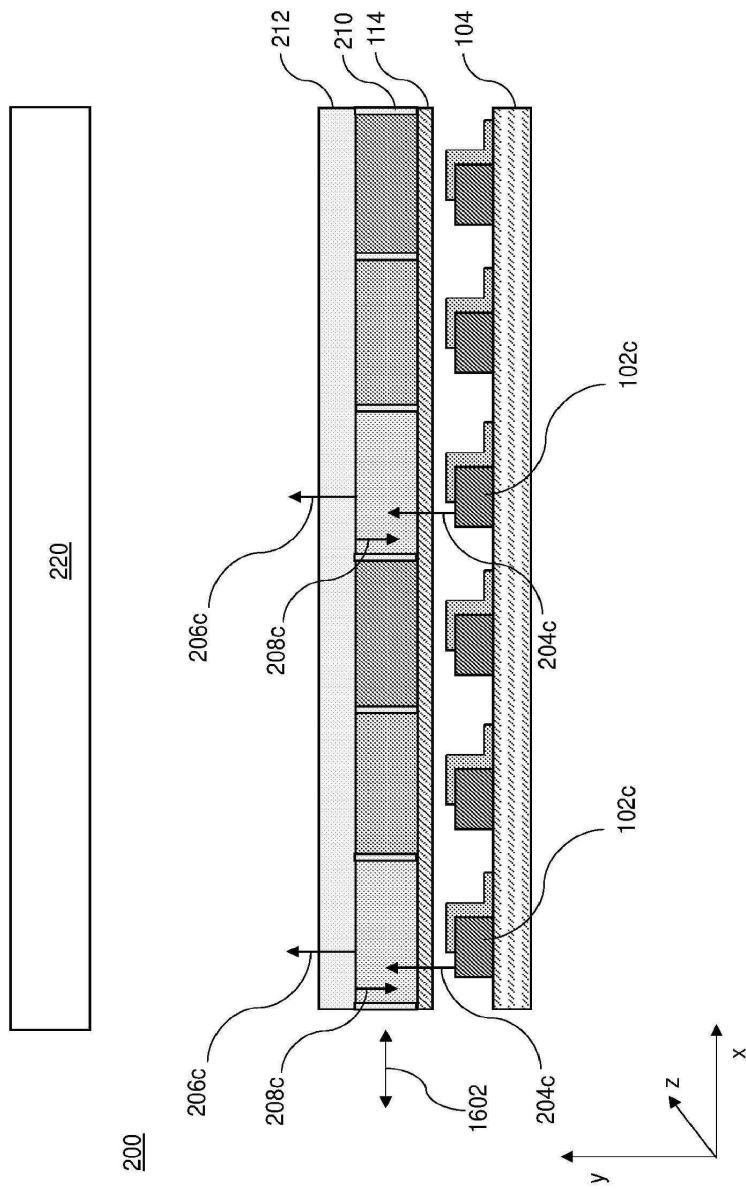
도면19



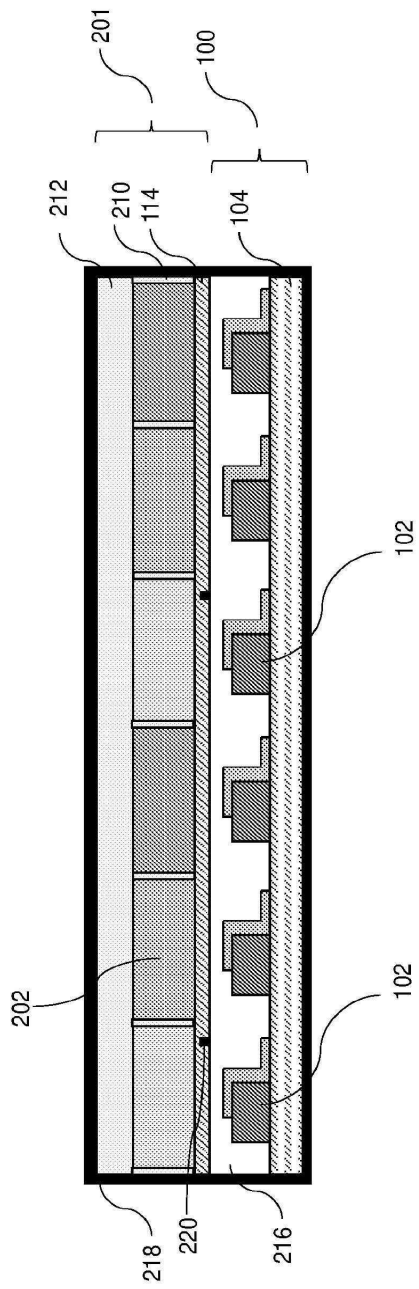
도면20



도면21

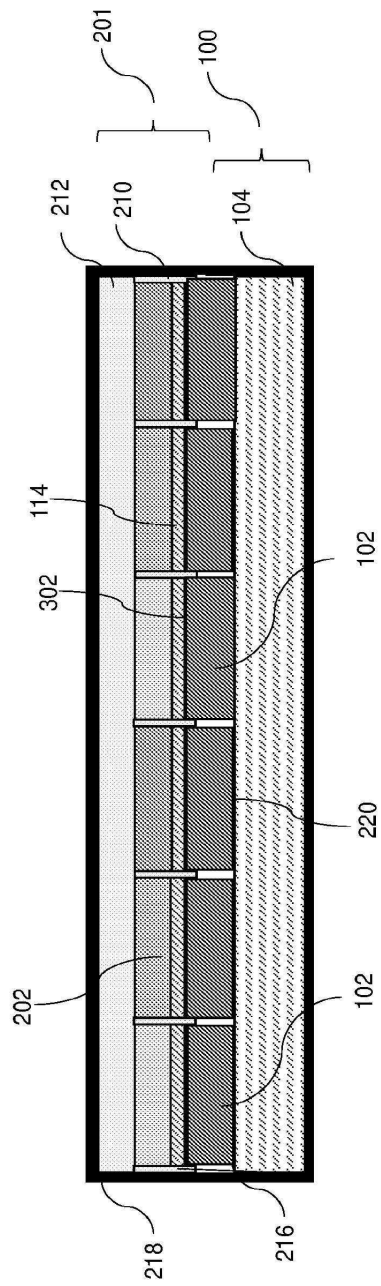


도면22



2200

도면23



2300