



등록특허 10-2436605



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월29일  
(11) 등록번호 10-2436605  
(24) 등록일자 2022년08월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 27/15* (2006.01) *H01L 33/58* (2010.01)  
*H05B 33/12* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H01L 27/156* (2013.01)  
*H01L 33/58* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7004677
- (22) 출원일자(국제) 2015년07월31일  
심사청구일자 2020년07월27일
- (85) 번역문제출일자 2017년02월20일
- (65) 공개번호 10-2017-0039687
- (43) 공개일자 2017년04월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2015/067751
- (87) 국제공개번호 WO 2016/016461  
국제공개일자 2016년02월04일
- (30) 우선권주장  
1413604.8 2014년07월31일 영국(GB)
- (56) 선행기술조사문현  
JP2001189418 A  
KR1020110096122 A

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

전체 청구항 수 : 총 33 항

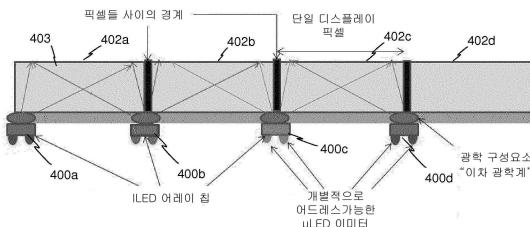
심사관 : 황재연

(54) 발명의 명칭 높은 수의 픽셀을 갖는 디스플레이 장치를 위한 컬러 무기 LED 디스플레이

**(57) 요약**

디스플레이 장치에서 사용하기 위한 이미지 생성기로서, 이미지 생성기는: 각각 복수의ILED 이미터들을 포함하고, 이미지 생성기의 복수의 픽셀들 각각이 복수의 인접한ILED 어레이 칩들 각각으로부터ILED 이미터를 포함하도록 어레이로 배치되는 복수의ILED 어레이 칩들을 포함한다.ILED 이미터 재료의 전체 면적은 각각의 픽셀의 면적의 50% 미만일 수 있다. 이미지 생성기는ILED 어레이 칩의 복수의ILED 이미터들의 출력과 광 통신하고,ILED 이미터들로부터의 광을 연관 픽셀의 방출 영역으로 향하도록 구성되는 이차 광학계를 포함할 수 있다.

**대 표 도** - 도4



(52) CPC특허분류  
*H05B 33/12* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

각각 복수의 ILED 이미터들을 포함하고, 이미지 생성기의 복수의 픽셀들 각각이 복수의 인접한 ILED 어레이 칩들 각각으로부터 ILED 이미터를 포함하도록 어레이로 정렬되는 복수의 ILED 어레이 칩들을 포함하는 디스플레이 장치에서 사용하기 위한 이미지 생성기로서,

ILED 이미터 재료의 전체 면적은 각각의 픽셀의 면적의 50% 미만인 이미지 생성기.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

ILED 이미터 재료의 전체 면적은 각각의 픽셀의 면적의 5%에서 10%의 범위에 있는 이미지 생성기.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

ILED 어레이 칩의 복수의 ILED 이미터들의 출력과 광 통신하고, ILED 이미터들로부터의 광을 연관 픽셀의 방출 영역을 향해 지향시키도록 구성되는 이차 광학계를 더 포함하는 이미지 생성기.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

이차 광학계는: 반사성 구조물, 광 방향전환 광학계(light turning optics), 광 추출 특징부, Fresnel 타입 구조물, 프린팅된 광학계, 에칭된 광학계, 홀로그래프 광학계, 회절 격자 또는 다른 타입의 광학 구성요소 중 하나 이상을 포함하는 이미지 생성기.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

광 추출 특징부는 광이 이차 광학계로부터 방출되도록 이차 광학계의 내부 반사를 감소시키거나 제거하도록 구성되는 이미지 생성기.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

픽셀 방출 영역의 크기 및/또는 형상은 광 추출 특징부의 크기 및 형상에 의해 결정되는 이미지 생성기.

#### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

출력에서 광 가이드 패널을 더 포함하는 이미지 생성기.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

광 가이드 패널은, 디스플레이 장치의 각각의 픽셀을 정의하고 인터픽셀 크로스토크(cross talk)를 방지하도록 구성되는 인터픽셀 영역을 포함하는 이미지 생성기.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

인터피셀 영역은 간극을 포함하는 이미지 생성기.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

간극은 유전체 재료 및 반사성 재료 중 하나 이상으로 적어도 부분적으로 채워지는 이미지 생성기.

#### 청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

각각의 ILED 어레이 칩은 모노리식(monolithic) 구조를 갖는 이미지 생성기.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

각각의 ILED 어레이 칩 상의 복수의 ILED 이미터들은 동일한 색상의 광을 방출하도록 구성되는 이미지 생성기.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

색상은 적색, 녹색 및 청색 중 하나인 이미지 생성기.

#### 청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

각각의 ILED 어레이 칩 상의 복수의 ILED 이미터들은 2x2 매트릭스로 구성되는 이미지 생성기.

#### 청구항 15

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

ILED 어레이 칩들은 형상이 정사각형, 직사각형, 삼각형, 원형 및 다각형 중 하나인 이미지 생성기.

#### 청구항 16

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

각각의 ILED 어레이 칩 상의 복수의 ILED 이미터들 각각은 ILED 어레이 칩의 코너에 장착되는 이미지 생성기.

#### 청구항 17

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

ILED 이미터들은 투명한 캐리어에 장착되어 방출된 광이 캐리어를 통해 전파되도록 하는 이미지 생성기.

#### 청구항 18

제 3 항에 있어서,

이차 광학계는 ILED 어레이 칩과 직접 통합되는 이미지 생성기.

#### 청구항 19

제 3 항에 있어서,

이차 광학계는 광 가이드 패널의 일부로서 형성되는 이미지 생성기.

#### 청구항 20

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

ILED 이미터들은 마이크로 ILED 이미터들을 포함하는 이미지 생성기.

### 청구항 21

각각 복수의 ILED 이미터들을 포함하고, 디스플레이 장치의 복수의 퍽셀들 각각이 복수의 인접한 ILED 어레이 칩들 각각으로부터 ILED 이미터를 포함하도록 어레이로 정렬되는 복수의 ILED 어레이 칩들; 및

ILED 어레이 칩의 복수의 ILED 이미터들의 출력과 광 통신하고, ILED 이미터들로부터의 광을 연관 퍽셀의 방출 영역을 향해 지향시키도록 구성되는 이차 광학계를 포함하는 디스플레이 장치에서 사용하기 위한 이미지 생성기.

### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

이차 광학계는: 반사성 구조물, 광 방향전환 광학계, 광 추출 특징부, Fresnel 타입 구조물, 프린팅된 광학계, 에칭된 광학계, 홀로그래프 광학계, 회절 격자 또는 다른 타입의 광학 구성요소 중 하나 이상을 포함하는 이미지 생성기.

### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

광 추출 특징부는 광이 이차 광학계로부터 방출되도록 이차 광학계의 내부 반사를 감소시키거나 제거하도록 구성되는 이미지 생성기.

### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

픽셀 방출 영역의 크기 및/또는 형상은 광 추출 특징부의 크기 및 형상에 의해 결정되는 이미지 생성기.

### 청구항 25

제 21 항 및 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

출력에서 광 가이드 패널을 더 포함하는 이미지 생성기.

### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

광 가이드 패널은, 디스플레이 장치의 각각의 퍽셀을 정의하고 인터픽셀 크로스토크를 방지하도록 구성되는 인터픽셀 영역을 포함하는 이미지 생성기.

### 청구항 27

제 26 항에 있어서,

인터픽셀 영역은 간극을 포함하는 이미지 생성기.

### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

간극은 유전체 재료 및 반사성 재료 중 하나 이상으로 적어도 부분적으로 채워지는 이미지 생성기.

### 청구항 29

제 21 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

ILED 이미터들은 투명한 캐리어에 장착되어 방출된 광이 캐리어를 통해 전파되도록 하는 이미지 생성기.

### 청구항 30

제 21 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,  
이차 광학계는 ILED 어레이 칩과 직접 통합되는 이미지 생성기.

### 청구항 31

제 21 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,  
이차 광학계는 광 가이드 패널의 일부로서 형성되는 이미지 생성기.

### 청구항 32

제 21 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,  
ILED 이미터들은 마이크로 ILED 이미터들을 포함하는 이미지 생성기.

### 청구항 33

제 1 항, 제 2 항, 및 제 21 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 따른 이미지 생성기를 포함하는 디스플레이 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지 생성기에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 다른 디스플레이 타입에 대해 경쟁력 있는 비용을 달성하고 생산성 이슈를 해결하는 한편, 낮은 영역/더 높은 해상도 디스플레이에 있어서 향상된 전력 효율을 이끌어내는 광 및 ILED 부동 자원(real estate)을 효율적으로 사용하는 이미지 생성기에 관한 것이나, 이에 제한되지 않는다.

### 배경 기술

[0002] 현재 상태의 기술은 단일 디스플레이 팩셀을 형성하기 위해 R, G 및 B 디스플레이 서브팩셀의 배치로 구성된다. 낮은 해상도 디스플레이를 위한 전형적인 구성이 도 1에서 강조되는데, 여기서 구별되는 R, G 및 B ILED 칩들은 함께 패킹되어 디스플레이의 각각의 팩셀을 위해 필요한 광을 제공한다. 이 예시에서, R, G 및 B 칩 각각은 칩마다 하나의 이미터를 가진다. 이러한 R, G, B 칩들의 전형적/최소 크기는  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 이다. 중간 해상도를 갖는 더 큰 디스플레이에 대해, ILED 칩들 및 디스플레이 서브팩셀의 일대일 관계는 매우 많은 수의 ILED 칩들을 요구하는 결과를 낳는다. 이는 상당한 생산성 및 비용적 난관을 발생시킨다. 초-고해상도 디스플레이를 위해, ILED 칩들의 크기는 팩셀 디스플레이의 면적 및 크기를 제한하며, 따라서 전체 디스플레이 해상도를 제한한다. 이러한 예에서, 디스플레이 팩셀 크기는 면적에 있어서 고해상도 디스플레이인  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  이하를 달성하기에는 충분하지 않은  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$  면적으로 제한된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] ILED 칩들의 크기를 감소시키는 것이 대안적인 접근법이 될 수 있다. 기판이나 드라이버 백플레인(backplane)상에  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 보다 작은 칩들을 제조하고 배치하는 것은 기술적으로 복잡하고 난해하며, 따라서 (비록 낮은 레벨이지만) 디스플레이 팩셀 크기를 제한한다. 추가로, 이는 요구되는 배치 단계들의 수에 관한 이슈를 해결하지 않는다. 따라서, 이는 여전히 기술적으로 그리고 재정적으로 난해한 것으로 남아있다.

#### 과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 양태에 따르면, 디스플레이 장치에서 사용하기 위한 이미지 생성기가 제공되며, 상기 이미지 생성기는: 복수의 ILED 이미터들을 각각 포함하는 복수의 ILED 어레이 칩들을 포함하며, 복수의 ILED 어레이 칩들은 어레이로 배치되어 이미지 생성기의 복수의 팩셀들 각각이 복수의 인접하는 ILED 어레이 칩들 각각으로부터 ILED 이미터를 포함하도록 하며, ILED 이미터 재료 전체의 영역은 각각의 팩셀의 영역의 50% 미만이다.

- [0005] 선택적으로, ILED 이미터 물질의 전체 영역은 각각의 픽셀의 영역의 5% 내지 10%의 범위에 있다.
- [0006] 선택적으로, 이미지 생성기는 ILED 어레이 칩의 복수의 ILED 이미터들의 출력과 광 통신하고, ILED 이미터들로부터의 광을 관련 픽셀의 방출 영역을 향하도록 구성되는 이차 광학계를 더 포함한다.
- [0007] 선택적으로, 이차 광학계는: 반사 구조물, 광 변환 광학계, 광 추출 구성, Fresnel 타입 구조물, 프린팅된 광학계, 에칭된 광학계, 홀로그래프 광학계, 회절 격자나 다른 타입의 광학 구성요소 중 하나 이상을 포함한다.
- [0008] 선택적으로, 광 추출 구성은 광이 이차 광학계로부터 방출되도록 이차 광학계의 내부 반사를 감소시키거나 제거하도록 구성된다.
- [0009] 선택적으로, 픽셀 방출 영역의 크기 및/또는 형상은 광 추출 구성의 크기 및 형상에 의해 결정된다.
- [0010] 선택적으로, 이미지 생성기는 출력에서 분산 광 가이드 패널을 더 포함한다.
- [0011] 선택적으로, 분산 광 가이드 패널은 디스플레이 장치의 각각의 픽셀을 정의하고 픽셀간 크로스토크(cross talk)를 방지하도록 구성되는 인터픽셀 영역을 포함한다.
- [0012] 선택적으로, 인터픽셀 영역은 간극을 포함한다.
- [0013] 선택적으로, 간극은 유전체 재료 및 반사성 재료 중 하나 이상으로 적어도 부분적으로 채워진다. 선택적으로, 각각의 ILED 칩은 모노리식(monolithic) 구조를 가진다.
- [0014] 선택적으로, 각각의 ILED 어레이 칩 상의 복수의 ILED 이미터들은 실질적으로 동일한 색상의 광을 방출하도록 구성된다.
- [0015] 선택적으로, 색상은 적색, 녹색 및 청색 중 하나이다.
- [0016] 선택적으로, 각각의 ILED 어레이 칩 상의 복수의 ILED 이미터들은 2x2 매트릭스로 구성된다.
- [0017] 선택적으로, ILED 어레이 칩들은 형상이 정사각형, 직사각형, 삼각형, 원형 및 다각형 중 하나이다.
- [0018] 선택적으로, 각각의 ILED 어레이 칩 상의 복수의 ILED 이미터들 각각은 ILED 어레이 칩의 모서리에 장착된다.
- [0019] 선택적으로, ILED 이미터들은 실질적으로 투명한 캐리어 상에 장착되어 방출된 광이 캐리어를 통해 전파되도록 한다.
- [0020] 선택적으로, 이차 광학계는 ILED 어레이 칩과 직접 통합된다.
- [0021] 선택적으로, 이차 광학계는 광 가이드 패널과 직접 통합된다.
- [0022] 선택적으로, ILED 이미터들은 마이크로 ILED 이미터들을 포함한다.
- [0023] 본 발명의 양태에 따르면, 디스플레이 장치에서 사용하기 위한 이미지 생성기가 제공되며, 이미지 생성기는: 복수의 ILED 이미터들을 각각 포함하는 복수의 ILED 어레이 칩들 및 이차 광학계를 포함하고, 복수의 ILED 어레이 칩들은 어레이로 배치되어 디스플레이 장치의 복수의 픽셀들 각각이 복수의 인접 ILED 어레이 칩들 각각으로부터 ILED 이미터를 포함하도록 하고, 상기 이차 광학계는 ILED 어레이 칩의 복수의 ILED 이미터들의 출력과 광 통신하고, ILED 이미터들로부터의 광을 관련 픽셀의 방출 영역을 향하도록 구성된다.
- [0024] 선택적으로, 이차 광학계는: 반사 구조물, 광 변환 광학계, 광 추출 구성, Fresnel 타입 구조물, 프린팅된 광학계, 에칭된 광학계, 홀로그래프 광학계, 회절 격자나 다른 타입의 광학 구성요소 중 하나 이상을 포함한다.
- [0025] 선택적으로, 광 추출 구성은 광이 이차 광학계로부터 방출되도록 이차 광학계의 내부 반사를 감소시키거나 제거하도록 구성된다.
- [0026] 선택적으로, 픽셀 방출 영역의 크기 및/또는 형상은 광 추출 구성의 크기 및 형상에 의해 결정된다.
- [0027] 선택적으로, 이미지 생성기는 출력에서 분산 광 가이드 패널을 더 포함한다.
- [0028] 선택적으로, 분산 광 가이드 패널은 디스플레이 장치의 각각의 픽셀을 정의하고 픽셀간 크로스토크(cross talk)를 방지하도록 구성되는 인터픽셀 영역을 포함한다.
- [0029] 선택적으로, 인터픽셀 영역은 간극을 포함한다.
- [0030] 선택적으로, 간극은 유전체 재료 및 반사성 재료 중 하나 이상으로 적어도 부분적으로 채워진다.

- [0031] 선택적으로, ILED 이미터들은 실질적으로 투명한 캐리어 상에 장착되거나 내장(embed)되어 방출된 광이 캐리어를 통해 전파되도록 한다.
- [0032] 선택적으로, 이차 광학계는 ILED 칩과 직접 통합된다.
- [0033] 선택적으로, 이차 광학계는 광 가이드 패널에 장착되거나 내장된다.
- [0034] 선택적으로, ILED 이미터들은 마이크로 ILED 이미터들을 포함한다.
- [0035] 본 발명의 양태에 따르면, 임의의 이전의 항에 따른 이미지 생성기를 포함하는 디스플레이 장치가 제공된다.
- [0036] 본 발명은 종래 기술의 하나 이상의 문제점들을 완화시키거나 해결하는 것을 목적으로 한다. 본 발명은 비용, 생산성 및 최소 픽셀 크기와 관련되는 이슈들을 상당히 감소시킨다.
- [0037] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 각각이 복수의 LED 장치들을 포함하고 어레이로 배치되어 디스플레이 장치의 복수의 픽셀들 각각이 복수의 인접한 ILED 칩들로부터 하나 이상의 LED 장치들을 포함하는 복수의 ILED 칩들을 포함하는 디스플레이 장치가 제공된다.
- [0038] 선택적으로, LED 장치는 하나 이상의  $\mu$ LED 장치를 포함한다.
- [0039] 선택적으로, 디스플레이 장치는 ILED 칩의 복수의 LED 장치들의 출력과 광 통신하고, LED 장치로부터의 광을 관련 픽셀로 향하게 하도록 구성된 이차 광학계를 더 포함한다.
- [0040] 선택적으로, 이차 광학계는 LED 칩으로부터 광 가이드 패널로 향하거나 광 가이드 패널 내부에 있거나 광 가이트 패널로부터 오는 광 경로 방향을 조작하고 제어하는 지향성 광학계일 수 있다. 이차 광학계는: 반사 구조물, 광 변환 광학계, 역반사기(backreflector), 광 추출 구성, Fresnel 타입 구조물, 프린트된 광학계, 에칭된 광학계, 홀로그래프 광학계, 회절 격자 광학계나 다른 타입의 광학 구성요소 중 하나 이상을 포함한다.
- [0041] 선택적으로, 디스플레이 장치는 출력에서 분산 광 가이드 패널을 더 포함하고, 분산 광학층은 디스플레이의 각각의 픽셀을 정의하고 픽셀간 크로스토크를 방지하는 인터픽셀 영역을 포함한다.
- [0042] 선택적으로, 인터픽셀 영역은 간극을 포함한다.
- [0043] 선택적으로, 간극은 유전체 재료 및 반사성 재료 중 하나 이상으로 적어도 부분적으로 채워진다.
- [0044] 선택적으로, 각각의 ILED 칩은 모노리식 구조를 가진다.
- [0045] 선택적으로 각각의 ILED 칩상의 복수의 LED 장치들은 실질적으로 동일한 색상의 광을 방출하도록 구성된다.
- [0046] 선택적으로, 색상은 적색, 녹색 및 청색 중 하나이다.
- [0047] 선택적으로, 각각의 ILED 칩상의 복수의 LED 장치들은 2X2 메트릭스로 구성된다.
- [0048] 선택적으로, ILED 칩들은 형상이 정사각형, 직사각형, 삼각형, 원형 및 다각형 중 하나이다.
- [0049] 선택적으로, 각각의 ILED 칩 상의 복수의 LED 장치들은 정사각형, 직사각형, 삼각형, 원형 및 다각형 중 하나를 정의한다.
- [0050] 선택적으로, ILED 장치들은 실질적으로 투명한 캐리어 상에 장착되어 방출된 광이 캐리어를 통해 전파되도록 한다.
- [0051] 선택적으로, 이차 광학계는 ILED 칩과 직접 통합된다.
- [0052] 선택적으로, 이차 광학계는 광 가이드 패널과 직접 통합된다.
- [0053] 선택적으로, ILED 칩들은 통합된 이차 광학계를 갖는 광 가이드 패널 내에 내장된다.

### 발명의 효과

- [0054] 본 발명의 내용 중에 포함되어 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0055] 본 발명의 예시적인 실시예는 첨부되는 도면들을 참조하여 본 명세서에서 논의된다.

도 1은 저해상도 애플리케이션 및 더 작은 스크린 크기를 위한 표준형 ILED 타입 디스플레이의 기본적인 측면도

이다.

도 2a는 저해상도 픽셀 디스플레이이며, 통상적인 픽셀 디스플레이 크기는  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 이다.

도 2b는 3개의 ILED 칩들(R, G, B)에 의해 각각의 디스플레이 픽셀이 조명되는 예시적인 디스플레이이다. 전형적인 칩 크기는  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 이다.

도 2는 마이크로 ILED 이미터의 개략적 표현을 도시한다.

도 4는 이웃하는 ILED 장치들로부터의 광이 디스플레이 픽셀들 사이에서 공유되는 고해상도 및 넓은 영역 디스플레이를 위한 ILED 디스플레이의 단순화된 측면도이다.

도 5a는 동일한 ILED 칩상의  $\mu$ LED 이미터들로부터 방출된 광을 공간적으로 지향시키는 이차 광학계의 사용의 이미지이다.

도 5b는 동일한 ILED 칩상의 하나의  $\mu$ LED 이미터로부터의 광을 공간적으로 배치시키는 이차 광학계의 사용의 확대된 이미지이다.

도 6a는 이차 광학계의 예시로서의 광 가이드 패널이다.

도 6b는 고해상도 디스플레이 솔루션을 위한 ILED 칩들로 통합된 광 가이드 패널이다. 이 예에서, 디스플레이 픽셀 크기는  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 이다. ILED 칩 크기는 디스플레이 픽셀 크기와 공간적으로 동등하고, 공간적으로  $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 인 4개의 서브픽셀을 가진다.

도 6c는 디스플레이 방출 영역에서 광을 조향하고 제어하기 위한 예시적인 인터픽셀 간극 및 광 지향 구조를 강조하는 2개의 이웃하는 픽셀들 A 및 B를 통하는 단면도이다.

도 7은 더 큰 픽셀 크기를 갖는 픽셀 레이아웃의 예시이다. ILED 칩 크기는 더 큰 디스플레이 픽셀 크기를 수용하기 위해 증가될 필요가 없음을 유의해야 한다. 이는 요구되는 웨이퍼 재료나 칩 인터커넥트의 양을 증가할 필요없이 증가된 크기의 디스플레이의 제조를 가능하게 한다.

도 8은 6개의 ILED 이미터를 갖는 육각형 ILED 칩의 예시이다. ILED 각각은 대안적 디스플레이 픽셀들을 조명하는데 사용될 수 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056]

본 명세서에는, 더 큰 스크린 크기로 인해 더 높은 수의 픽셀, 고해상도 디스플레이 및 다른 성능 요구사항을 갖는 디스플레이 애플리케이션에 사용될 수 있고 광 가이드 패널과 결합된 고효율 ILED들에 기반할 수 있는 새로운 ILED 디스플레이가 개시된다.

[0057]

구체적인 예시적 장치 및 방법은 향상된 전력 효율을 갖춘, 높은 수의 픽셀을 갖는 무기 발광 다이오드(ILED) 이미지 생성기에 관한 것이다. 높은 수의 픽셀을 요구하는 것은 중간 해상도를 갖는 더 큰 스크린 크기 또는 초고해상도를 갖는 작은 스크린 크기로 인한 것일 수 있다.

[0058]

전자의 경우, 본 발명은 휴대용 전자 장치, 가령 휴대전화, 태블릿 컴퓨터, 모니터 및 텔레비전에 적용가능하다. 후자의 경우, 예시적인 장치 및 방법은 또한, 제한 요소가 조작되는 광원의 최소 크기인 초고해상도를 갖는 소형 디스플레이에 사용될 수 있다. 이러한 애플리케이션의 예는, 가령 열이미지나 헬멧 장착 시스템 및 피코-프로젝터에서 사용되는 것과 같은 근접 시청용(near-to-the-eye) 마이크로 디스플레이를 포함한다.

[0059]

본 명세서에서 사용되는 것처럼, 용어 "이미지 생성기"는 복수의 픽셀들에 광을 제공하는 ILED (또는  $\mu$ ILED) 어레이 칩들의 어레이를 포함한다. ILED 어레이 칩들은 복수의 ILED 이미터들을 포함하고, 모노리식일 수 있으며, 모두 단일 색상의 광을 생성할 수 있다. ILED 어레이 칩의 각각의 ILED 이미터는 이미지 생성기의 인접하는 픽셀들 중 하나에 광을 제공한다. 이미지 생성기는 디스플레이의 광원 및 이미지 엔진을 제공하는 단일 장치로 여겨질 수 있다.

[0060]

개시되는 방법 및 장치는 많은 수의 픽셀들이 있는 ILED 디스플레이를 위한 제조가능한 솔루션을 제시한다. 이는 중간 또는 고해상도를 갖는 대형 디스플레이; 또는 초고해상도를 갖고 (따라서, 많은 수의 픽셀을 갖는) 소형 디스플레이로 인한 것일 수 있다.

[0061]

예시적인 디스플레이 모듈은,

- [0062] 1. 각각이 단일 색상(즉, R, G, B 방출 파장)인 복수의 ILED 어레이 칩들,
- [0063] 2. 하나 또는 복수의 개별 ILED 이미터들을 포함하는 각각의 ILED 어레이 칩으로서, 개별 ILED 이미터들은 하기  
에 기재되는 것처럼, 디스플레이의 서브픽셀을 형성할 수 있는, ILED 어레이 칩,
- [0064] 3. ILED 이미터로부터의 광을 제어하여, 광이 디스플레이의 서브픽셀을 형성하도록 적절히 공간적으로 배치되도록  
하는 장치 및 해당 방법 - "이차 광학계",
- [0065] 4. R, G, B 색상 ILED 이미터들의 조합으로부터의 광을 위한 방출 영역인 디스플레이 픽셀 방출 영역을 포함한  
다.
- [0066] 특히, 본 발명은 디스플레이에서 요구되는 ILED 어레이 칩들의 수를 감소시키거나 최소화시키고 높은 수의 디스  
플레이 픽셀들을 갖는 디스플레이를 제조하는 방법을 개시한다. 본 발명은, 다른 디스플레이 타입에 대해 경쟁  
력이 있는 비용 기반을 달성하는 한편 더 큰 영역(> 1" 대각선) 디스플레이 및 초고해상도 디스플레이를 위한  
애플리케이션을 가진다.
- [0067] 예시적인 방법 및 장치에서, ILED 이미터들은 본 명세서에 개시되는 것처럼 ILED ( $\mu$ ILED) 이미터들일 수 있다.
- [0068] 본 발명은 고해상도 디스플레이를 달성하기 위한 더 단순한 제조 솔루션을 표현하며, 여기서 복수의 개별 서브  
픽셀들을 포함하는 ILED 어레이 칩들이 제조된다. 즉, ILED 어레이 칩들은 복수의 ILED 이미터들을 포함할 수  
있고, 각각의 ILED 이미터는 상이한 픽셀상에 서브픽셀을 형성할 수 있다. 서브픽셀은 픽셀을 구성하는 복수의  
발광 장치들 중 하나이다. 전형적으로, 서브픽셀들은 적색, 녹색 또는 청색광 중 하나에 해당하는 파장에서 광  
을 방출할 수 있다.
- [0069] 본 발명은 ILED 어레이 칩이 광원 및 이미지 생성기로 사용되는 디스플레이 타입에 관한 것이다. 이는 (광원이  
백라이트를 통하는 LED일 수 있는) LCD 기반 디스플레이와는 구별되지만, 이미지 생성기는 액정 모듈이다.
- [0070] 본 발명은 단일 ILED 어레이 칩상에 하나 또는 복수의 ILED 이미터들을 포함하는 ILED 칩을 제조함으로써 이러한  
이슈를 극복한다. 구체적으로, 개시된 본 발명은 다수의 서브픽셀을 포함하는 단일 ILED 어레이 칩으로부터  
의 광 방출을 이웃하는 디스플레이 픽셀들과 공유하는 것을 수반한다. ILED 어레이 칩은 어레이 칩 상에 형성되는  
ILED 이미터들의 수에 따라 형상화될 수 있다. 예시적인 방법 및 장치에서, 각각의 ILED 이미터는 ILED 어레이  
이 칩의 코너에서 또는 예지 극단 근처에 배치될 수 있다. 예컨대, 3개의 ILED 이미터들을 갖는 ILED 어레이 칩  
은 삼각형의 형상일 수 있다. 4개의 ILED 이미터들을 갖는 ILED 어레이 칩은 정사각형일 수 있다. 6개의 ILED  
이미터들을 갖는 ILED 어레이 칩은 육각형일 수 있다. 통상의 기술자는 다른 대응하는 구성이 가능함을 인식할  
것이다.
- [0071] 예시적인 장치는 ILED 이미터 내에 있을 수 있는, 광 제어 구조물을 사용한다. 이는 동일한 ILED 어레이 칩에  
있는 ILED 이미터들 사이의 최소의 크로스토크(즉, 픽셀들 간의 크로스토크)를 보장한다. 광 제어 구조물은 생  
성된 광이 준-콜리메이트(quasi-collimated) 방식으로 ILED 이미터로부터 지향되도록 허용한다. 이는 광이 명확  
히 정의된 방식으로 이차 광학계에 도달할 수 있도록 하고, 따라서 이차 광학계가 효과적으로 성능을 보이도록  
허용한다.
- [0072] 도 2는 이 예에서  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 인 전형적인 픽셀 디스플레이 크기를 갖는 낮은 해상도 픽셀 디스플레이를 개시  
한다. 도 2b는 각각의 디스플레이 픽셀이 3개의 ILED 칩들(R, G 및 B)에 의해 조명되는 예시적인 디스플레이이  
다. 전형적인 칩 크기는  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 이다. 다른 고전적인 픽셀 매트릭스 구성은 3개의 서브픽셀, 즉 1R, 1G &  
1B로 구성되는 스트라이프 픽셀 디자인 및 적어도 1R, 1G 및 1B 서브픽셀로 구성되는 4개의 서브픽셀들로 구성  
되는 정사각형 픽셀 디자인을 포함한다. 이 구성에서, 디스플레이에는 또한, 1개의 황색(Y) 서브픽셀을 포함할 수  
있다.
- [0073] ILED 이미터들은, 높은 추출 효율을 갖고 그 형상으로 인해 준-콜리메이트된 광을 출력하는 WO 2004/097947(US  
7,518,149)에 제안된 것과 유사한 ILED 구조물(100)을 도시하는 도 3에 도시된 것과 같은 ILED 이미터들일 수  
있다. 이러한 ILED(300)는 도 3에 도시되고, 여기서 기판(302)은 기판 위에 위치하는 반도체 에피택셜층(304)을  
가진다. 에피택셜 층(104)은 메사(306)로 형상화된다. 활성 (또는 광방출)층(308)이 메사 구조물(306) 내에 들  
리진다. 메사(306)는 광전송 또는 방출면(310)에 대향하는 측에 절삭된 상부를 갖는다. 메사(306)는 또한, 장치  
내에서 생성되거나 감지되는 광을 위한 반사성 인클로저(enclosure)를 형성하는 포물선에 가까운 형상을  
가진다. 화살표(312)는 활성층(308)으로부터 방출된 광이 LED 장치(300)를 탈출하기에 충분한 각도로(즉, 전체  
내부 반사의 각도 이내로) 광 방출 표면(310)을 향해 메사(306)의 벽들로부터 어떻게 반사되는지를 보여준다.

- [0074] ILED 어레이 칩들은 다른 ILED 어레이 칩들에 상대적으로 배치되어서, ILED 이미터들이 도 4에 도시되는 것처럼 가장 근처의 이웃하는 디스플레이 팩셀들 사이에서 균등하게 공유되도록 할 수 있다. 도 4는 인접 팩셀들(402a-d)로부터 방출되는 단일 ILED 어레이 칩(400a-d)으로부터의 광을 갖는 다수의 ILED 어레이 칩들(400a-d)의 이미지이다. 팩셀들(402a-d)은 광 가이드 패널(403)을 포함할 수 있고, 그 동작은 아래에서 논의된다. 각각의 팩셀(402a-d)은 적어도 하나의 별개의 광 가이드 패널(403)을 포함할 수 있거나, 광 가이드 패널(403)은 복수의 팩셀들(402a-d)을 위해 사용될 수 있다. 도 5a는 이미터들(504a-b)로부터의 광을 상이한 팩셀들(506a-b)로 분리하는데 사용되는, 이차 광학계(502)를 갖는 단일 ILED 어레이 칩(500)을 도시한다.
- [0075] ILED 어레이 칩 크기는, 적절한 구성에서 이용되는 다수의 ILED 이미터들로 디자인되기 때문에 작은 칩들일 필요가 없다. 예시적인 방법 및 장치에서, 각각의 ILED 이미터는 디스플레이 팩셀의 개별 서브팩셀에 기여한다. 이러한 방식으로, 각각의 ILED 어레이 칩은 다수의 디스플레이 팩셀들에 기여할 것이다. ILED 어레이 칩이 다수의 ILED 이미터들을 포함하므로 주어진 수의 팩셀들에 대한 배치 단계들의 수가 감소된다. 예시적인 방법 및 장치에서, ILED 어레이 칩들을 위한 공통 캐소드(cathode)의 사용은 디스플레이에서 요구되는 접촉점의 수를 감소시킨다.
- [0076] 다음으로는, 4개의 서브팩셀 이미터들을 포함하는 정사각형 또는 직사각형 ILED 어레이 칩에 기반하는 적절한 구성의 예시가 도 5a에 도시된다. 어레이 칩마다 다수의 ILED 이미터들을 통합시키는 것은 초소형 디스플레이 팩셀 디자인을 허용한다. 예컨대,  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  칩은 6개의 ILED 이미터들을 포함할 수 있다. 하지만, 디스플레이 팩셀은 오로지 3개의 ILED 이미터들을(예컨대, 상이한 ILED 어레이 칩들로부터 임에도 R, G 및 B를 위해 1개씩) 요구할 수 있다. 따라서, ILED 어레이 칩들의 적절한 배치로, 최소 ILED 어레이 칩 크기보다 더 작은 디스플레이가 생성될 수 있다. 이는 높은 효율을 갖는 초고해상도 디스플레이를 향하는 길이다.
- [0077] ILED 이미터들로부터의 방출은 적절한 공간 위치로 지향되고 분산되어 다수의 방법 및 장치를 통해 디스플레이 팩셀을 형성할 수 있다. 이러한 방법들은 본 명세서에서 이차 광학계로 지칭된다.
- [0078] 이러한 하나의 방법은 광 가이드 패널(510)이다(도 5b 및 6 참조). 이차 광학계는 디스플레이 서브팩셀(즉, ILED 이미터)로부터 디스플레이 팩셀 방출 영역(512)을 향해 방출되는 광을 지향하도록 구성되는 광 가이드 패널(510)을 포함할 수 있다. 광 가이드 패널(510)은 R, G 및 B 색상들이 팩셀 디스플레이 방출 영역(512)에서 상호혼합될 수 있도록 구성될 수 있다. 본 출원에서 용어 "광 가이드"는 광이 하나의 지점에서 다른 지점으로 전파되도록 허용하는 투명하거나 반투명한 재료를 포괄한다. 특정 실시예로, 이것은 또한, 광의 지향성에 대한 제한을 발생시킬 수 있다.
- [0079] 도 5b에 나타나는 것처럼, ILED 이미터들(504)로부터 콜리메이트된 광 방출 패턴은 ILED 어레이 칩(500)을 광가이드(510)로 베트(butt) 결합시킴으로써 광가이드(510)로 직접 결합된다. 이는 광 인덱스 매칭층을 사용하여 이루어질 수 있다. 이미터(504)는 도 7에 도시되는 것처럼, 디스플레이 팩셀(506a)의 코너에 배치될 수 있다. 하지만, 이미터(504)로부터의 광은 팩셀(506)의 다른 영역, 가령 디스플레이 팩셀 방출 영역(512)으로 전파될 필요가 있을 수 있다. 광가이드(510)는 광가이드(510)로 결합된 광선을 내부적으로 반사시켜 원하는 영역으로 지향하도록 구성되는 광 방향전환 반사기 광학계(514)를 포함할 수 있다. 광 방향전환 반사기 광학계(514)는 이미터(504)로부터 광가이드 패널(510)로 들어가는 광의 경로에 실질적으로 배치될 수 있고, 특히 방법 및 장치는 광가이드 패널(510)의 코너에 배치된 코너 반사기를 포함할 수 있다. 광 방향전환 반사기 광학계(514)는 이미터(504)로부터 방출된 광을 광선을 반사하도록 90도 만큼 방향 전환하도록 구성될 수 있다. 광가이드는 추가 특징부, 가령 (출력 표면(518)으로부터의) 전체 내부 반사 및 선택적 후면 반사성 미러나 특징부(516)의 조합에 의해 광선이 광가이드(510)를 따라 전파되도록 광을 내부적으로 반사시키도록 구성되는 역반사기층(516)을 포함할 수 있다. 이후, 팩셀 방출 영역(512)에 도달하는 광은 팩셀 방출 영역(512)을 정의하는 광 추출 특징부(520)를 사용하여 추출될 수 있다. 광 추출 특징부(520)는 팩셀 방출 영역(512)에서 광가이드(510)의 외부로 광을 지향시키도록 구성되고, 출력 표면(518)의 내부 반사 특성을 감소시키거나 제거하는 렉지형 특징부를 포함할 수 있다. 팩셀 크기 및 형상은 광 추출 특징부(520)에 의해 정의될 수 있고, 이들은 팩셀 방출 크기의 형상 및 크기를 제어하기 위해 변화될 수 있다. 광 추출 특징부(520)는 광가이드(510)의 표면에 직접 장착되거나(도 5b에 도시됨), 또는 광 가이드(510)에 물리적으로 애칭될 수 있다. 도시된 예시는 박막 광가이드(510)에 결합된 LED들을 보여주지만, ILED 어레이 칩들은 얇은 광가이드층에 직접 임베디드될 수 있음이 또한, 인식된다.
- [0080] 예시적인 방법 및 장치에서, ILED 어레이 칩은 광가이드에 임베디드될 수 있다. 이러한 방법 및 장치에서, 리세스(recess)가 이차 광학계 내에 제조될 수 있고, ILED 어레이 칩은 개구에 배치되어서 ILED 어레이 칩의 상부 표면이 광가이드의 표면 아래에서 또는 광가이드의 표면으로 플러시(flush)된다. 선택적으로, 충진 컵파운드가

리세스로 주입되어서 ILED 어레이 칩의 위치를 유지하고, 광가이드의 외부 표면이 평탄화되도록 할 수 있다.

[0081] 본 실시예에서, 광 지지 패널 또는 광 가이드 패널은,

[0082] 1. 픽셀 내에서 ILED 이미터로부터 방출된 광의 제어된 지향성,

[0083] 2. 이웃하는 픽셀 디스플레이들 사이에서 단일 ILED 어레이 칩의 ILED 이미터들로부터 방출되는 광의 제어된 분리, 즉 인터픽셀 크로스토크의 제거를 제공한다.

[0084] 그리하여, 이차 광학계(즉, 지향성 광학계)는 픽셀 방출 영역을 향해 광 가이드를 따라 ILED 어레이 칩의 ILED 이미터들로부터 방출된 광을 지향하도록 구성된다. 예시적인 이차 광학계는 광을 픽셀의 중심 영역을 향하도록 지향할 수 있다.

[0085] 광 지향성을 제어하기 위해, 광 가이드 패널은, 일련의 광학 구성요소, 예컨대, 광 방향전환 광학계, 마이크로렌즈, 제어되는 광 반사를 위한 레이저 제조된 광 구조물 또는 확산 플레이트와 조합된 반사기로 구성될 수 있다. 광 가이드 패널은 각각의 ILED 이미터(서브 픽셀)로부터의 광을 지향시키고, 관심 영역으로, 즉 픽셀의 표면을 가로지르도록 광을 집중시킬 수 있는 광 분산(scattering) 구조물로 구성된다. 예시적인 방법 및 장치에서, 이차 광학계는 광이 광 가이드로 주입되는 측에 있다. 이차 광학계는 ILED 이미터의 광 방출 표면과 광 가이드 사이에 배치될 수 있다. 추가적인 광학 구성요소가 다양한 이점을 위해 광을 추가 제어하도록 (전자 장치의 외부 면일 수도 있는) 광 가이드의 방출 표면에서 사용될 수 있다.

[0086] 디스플레이에서 이웃하는 픽셀들 사이에서 광의 분리를 제어하기 위해, 광 가이드 패널은, 광학적으로 독립적인 픽셀들 사이에서 인터픽셀 간극을 갖는 광학적으로 독립적인 픽셀들의 어레이로 재분할(subdivide)되도록 제조될 수 있다. 인터픽셀 간극은 광 가이드 패널을 통해 부분적으로 연장되거나 광 가이드를 통해 전체적으로 연장될 수 있다. 이것이 이차 광학계의 하나의 방법이다.

[0087] 광학적으로 독립적인 픽셀들은 감지 가능한 광을 픽셀 방출 영역으로 채널링하고, 그럼으로써 픽셀들 사이의 광학 크로스토크를 감소시키고, 디스플레이의 광 효율을 증가시키며, HD 디스플레이 애플리케이션에 필요한 높은 공간 해상도를 유지하도록 구성된다. 인터픽셀 간극은 광학 크로스토크를 실질적으로 감소시키고 픽셀 내의 집광 효율을 강화하도록 유전체 및/또는 광학적으로 반사성인 재료로 채워질 수 있다. 광 패널 가이드는 투명하며, PMMA 또는 PVC와 같은 글래스나 폴리머 기반의 재료를 사용하여 제작될 수 있다.

[0088] 다른 예시적인 실시예로, 공간 배치를 위한 이차 광학계가 독립 광학 구성요소들에 의해 제공될 수 있다. 다른 예시적인 실시예로, 이차 광학계는 디스플레이의 투명한 캐리어층과 통합될 수 있다. 다른 예시적인 실시예로, 광학 구성요소는 ILED 어레이칩과 직접 통합될 수 있다. 이것은 광이 생성되고 광 가이드 패널에 들어가는 영역으로부터 반대측에 있을 수 있다. 광학계는 다수의 형태일 수 있다. 광학계는 반사성 구조물, Fresnel 타입 구조물, 프린팅된 광학계, 에칭된 광학계, 회절 격자 또는 임의의 다른 적용 가능한 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 생성된 광을 효과적으로 이차 광학계에 결합시키는데  $\mu$ LED 이미터를 사용하는 것은 디스플레이의 효율 성능을 향상시킨다.

[0089] ILED 이미터들에 의해 생산된 준-콜리메이트된 광은 또한, 이차 광학계가 예측 가능한 방식으로 동작하도록 할 수 있다. 준-콜리메이트된 광은 ILED 어레이 칩 상의 ILED 이미터들 간의 크로스토크를 최소화시키고, 그리하여 디스플레이 픽셀들 간의 크로스토크를 감소시킨다. ILED 이미터 구조로 인한 ILED 어레이 칩 내부의 준-콜리메이트된 광은 ILED 이미터들이 함께 밀접하게 배치되도록 허용하고, 따라서 ILED 어레이 칩 크기를 감소시킨다. 광학 구조를 사용하여 광을 제어하는 것의 예시는 도 4에 주어지고, 도 5에서 추가적인 세부사항이 제공된다.

[0090] 다수의 솔루션들의 조합이 광을 제어하는데 사용될 수 있다. 예컨대, 이차 광학계 구성요소는 디스플레이 픽셀을 향하도록 광을 지향하는데 사용될 수 있다. 투명층의 부분으로서, 광을 픽셀들 사이에서 더 분리하고 크로스토크를 감소시키는, 하나의 표면 위의 그루브(groove)들이 있을 수 있다. 다른 구성요소들이 또한, 성능을 더 향상시키기 위해 포함될 수 있다.

[0091] 도 6a에서 타겟 디스플레이 픽셀 크기가  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 으로, 즉 초고해상도로 도시됨을 유의해야 한다. 더 낮은 해상도의 디스플레이, 즉 가장 최근의 휴대전화, 태블릿이나 텔레비전에 있어서, 디스플레이 픽셀의 크기는 상당히 더 클 것이다. 하지만, 본 발명에서, ILED 어레이 칩의 크기나 수는 증가하는 디스플레이 픽셀 크기와 함께 증가할 필요가 없다. 따라서, 픽셀 내의 충진 인자는 상대적으로 낮을 수 있고, 더 낮은 해상도를 갖는 더 큰 디스플레이를 제조하는데 요구되는 재료의 양은 초고해상도를 갖는 작은 디스플레이의 그것과 동등하다. 이를 다른 방식으로 설명하면, 요구되는 ILED 재료의 전체 양 및 ILED 어레이 칩 배치 단계들의 수는 디스플레이

의 크기가 아니라 픽셀의 수에 의존한다. 추가로, ILED 어레이 칩마다 다수의 서브픽셀들을 사용하는 것은 주어진 픽셀 카운트를 위해 요구되는 배치 및 인터커넥트의 수를 감소시킨다.

[0092] 본 명세서에서 사용되는 용어 "충진 인자(fill factor)"는 픽셀의 전체 면적에 대한 ILED 재료의 비율을 포괄한다. 이는 또한, 전체 픽셀 면적의 퍼센티지로 표현될 수 있다.

[0093] 도 7은 도 6에 도시되는 것보다 더 큰 픽셀 크기를 갖는 디스플레이를 위한 레이아웃을 도시한다. 이차 광학계는 이 다이어그램에서 제거된다. 예시적인 방법 및 장치는 이차 광학계를 포함할 수 있으나, ILED 이미터들에 의해 방출되는 준-콜리메이트된 광은 이차 광학계가 필수적이지 않음을 의미한다. ILED 어레이 칩들 간의 피치가 더 큰 픽셀 크기를 위해 증가되며, 도 7에서  $100\mu\text{m}$ 로 도시됨을 유의해야 한다. 하지만, ILED 어레이 칩들의 수 및 ILED 어레이 칩들의 크기는 도 6의 더 작은 디스플레이와 관련하여 증가하지 않는다. 이것은, ILED 어레이 칩 면적이나 인터커넥트의 수의 증가를 필요로 하지 않고 더 큰 디스플레이의 제조를 가능하게 한다. 따라서, 본 발명은 더 큰 장치들에서 ILED 디스플레이의 제조와 관련된 다수의 생산성 및 비용 이슈들을 극복한다.

[0094] 예시적인 방법 및 장치에서, 전체 픽셀 면적 내의 ILED 어레이 칩의 ILED 재료의 충진 인자는 50% 미만이다. 다른 예시적인 방법 및 장치에서, 충진 인자는 20% 미만이다. 다른 예시적인 방법 및 장치에서, 충진 인자는 10% 미만이다. 다른 예시적인 방법 및 장치에서, 충진 인자는 5% 미만이다. 그리고, 구체적인 예시적 방법 및 장치에서, 충진 인자는 5% 내지 10%의 범위에 있다.

[0095] 이차 광학계는 인터픽셀 크로스토크를 감소시키거나 및/또는 복수의 ILED 이미터들과 인접 ILED 어레이 칩들로부터의 광을 혼합하기 위해 추가될 수 있다.

[0096] 도 5는 더 높은 해상도 및 더 큰 디스플레이를 위한 ILED 디스플레이의 단순화된 측면도를 도시한다. 단일 ILED 어레이 칩(500)은 다수의 어드레스 가능한 서브픽셀 이미터들(504a-b)을 포함할 것이다. 이들 서브픽셀들 각각은 광을 상이한 디스플레이 픽셀(506a-b)에 결합시키는데 사용될 수 있다. 이는 ILED 이미터에 직접 장착되거나 투명한 캐리어 (또는 광 가이드 평면)(503)에 있을 수 있는 이차 광학계 구성요소(502)를 사용하여 달성된다. 도 5의 경우, 이차 광학계 구성요소(502)는 이미터들(504a-b)의 광 방출 표면에 인접할 수 있는 표면에서 광 가이드 패널(503) 표면에 직접 장착된다. 다중-서브픽셀 ILED 어레이 칩을 사용하는 것은 요구되는 ILED 어레이 칩들의 수를 감소시키고, 따라서 ILED 재료의 전체 면적 및 배치 단계들의 수를 감소시킨다. 현재 이용가능한 픽-앤-플레이스(pick-and-place) 기술의 한계는 대략  $20\mu\text{m}$ 이다.

[0097] 요약하면, 본 발명의 예시적인 실시예는 2개의 구성요소 중 하나 또는 양자 모두에 기반할 수 있다. 첫째로, ILED 모노리식 어레이(ILED 어레이 칩)는 디스플레이를 위한 광을 생성하는데 사용된다. 다수의 ILED 이미터를 갖는 모노리식 어레이를 사용하는 것은, 픽-앤-플레이스 단계 및 팩키징 복잡성을 감소시키기 때문에 매우 중요하다. 모노리식 어레이는 또한, 매우 작은 디스플레이 서브픽셀들의 사용을 가능하게 함에 있어 중요하다. 더 구체적으로, 대략  $20\mu\text{m}$ 의 어셈블리 동안에 신뢰성있게 "픽-앤-플레이스"될 수 있는 칩의 크기에 대한 한계가 있다. 모노리식 어레이의 사용은 예컨대, 4개의 이미터 픽셀이  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ 의 칩에 있도록 하고, 각각의 픽셀이 5  $\mu\text{m}$ 인 것을 허용한다. 이는 ILED 재료의 효율적인 사용을 이끌어내고, 따라서 본 발명이 비용적으로 경쟁력을 갖추도록 한다.

[0098] 모노리식 어레이는 생성된 광이 칩 레벨에서 제어되도록  $\mu\text{LED}$  장치 구조에서 생성된다. 이는 모노리식 어레이의 각각의 이미터가 이미터의 타겟 픽셀 영역을 효율적으로 조명하도록 한다. 모노리식 어레이에서 픽셀들 간의 오버랩과 크로스토크는, 원하지 않는 이웃하는 픽셀들의 조명을 발생시킬 수 있기 때문에 잠재적으로 상당한 단점이다. 이는 디스플레이에 의해 달성될 수 있는 완전 흑색을 감소시키고, 따라서 컨트라스트(contrast)를 감소시킨다. 크로스토크는 또한, 디스플레이의 타겟 픽셀 면적에 대한 손실을 발생시킬 수 있고, 따라서 전체 효율을 감소시킨다. 콜리메이트된 ILED 이미터들의 사용은, 광이 광 생성 지점에서 제어됨에 따라 크로스토크를 감소시킨다. 모노리식 칩이 다수의 디스플레이 픽셀을 조명할 수 있도록 하기 위해, 칩은 픽셀의 교차점에 배치될 수 있다(도 4 내지 7 참조).

[0099] 예시적인 방법 및 장치는 "이차 광학계"를 추가로 또는 대안으로 포함할 수 있다. 이러한 이차 광학계는 광을 타겟 픽셀 영역(즉, 디스플레이 픽셀)으로 지향하는데 사용된다. 결과적으로, 그들은 또한, 픽셀들 사이의 크로스토크를 감소시키는 역할을 한다.

[0100] 본 발명의 출원인은 단일 칩 상의 ILED 서브픽셀 이미터들의 2x2 모노리식 어레이를 포함하는 ILED 어레이 칩이 디스플레이 내에서 다수의 픽셀들을 조명하는데 사용될 수 있음을 인식하였다. 어레이의 사용은 픽셀의 크기에

상대적인 전체 ILED 어레이 칩 면적, 배치 단계들의 전체 개수 및 디스플레이를 위한 패키징 요구사항을 감소시킬 것이다. 이러한 디자인은 기존의 솔루션에 대해 경쟁력이 있는 비용을 달성하는 한편, 높은 효율, 큰 면적에서의 높은 해상도 및/또는 픽셀의 수를 갖는 디스플레이의 구성을 허용하게 할 것이다.

[0101] 상기 다이어그램 및 논의는 4개의 픽셀을 갖는 정사각형 칩을 기술한다. 하지만, 본 발명은 다수의 기하학적 디자인들에 적용가능하다. 특히, 관련성이 있는 것은 6개의 이미터 픽셀을 포함하는 육각형 형상의 ILED 어레이 칩이다. 이 실시예에서, 각각의 모노리식 ILED 어레이 칩은 6개의 디스플레이 픽셀에 기여할 수 있다.

표 1

| 타입             | 픽셀의 수(SVGA 800 x 600) | 색상 | 각각의 픽-엔-플레이스에 대한 픽셀 | 전체 P&P 단계 |
|----------------|-----------------------|----|---------------------|-----------|
| 표준             | 480,000               | 3  | 1                   | 1,440,000 |
| 정사각형 4 픽셀 모노리식 | 480,000               | 3  | 4                   | 360,000   |
| 육각형 6 픽셀 모노리식  | 480,000               | 3  | 6                   | 240,000   |

[0103] 주어진 칩 디자인에 대해 요구되는 픽-엔-플레이스 단계들의 수

표 2

| 타입             | 칩의 수      | 칩의 수치   | 칩의 면적( $\mu\text{m}^2$ ) | 전체 칩의 면적( $\text{mm}^2$ ) |
|----------------|-----------|---------|--------------------------|---------------------------|
| 표준             | 1,440,000 | 20 x 20 | 400                      | 576                       |
| 정사각형 4 픽셀 모노리식 | 360,000   | 20 x 20 | 400                      | 144                       |
| 육각형 6 픽셀 모노리식  | 240,000   | 20 x 20 | 400                      | 96                        |

주어진 칩 디자인에 대해 요구되는 LED 재료의 영역

본 발명의 예시적인 실시예는 다음의 숫자가 매겨진 항들에 의해 정의될 수 있다:

1. 낮은 해상도 및 높은 해상도를 위한 효율적인 ILED 디스플레이를 구성하는 방법으로서,

a. ILED 어레이 칩은 정렬된 하나 또는 복수의  $\mu\text{LED}$  이미터를 포함하고,

b. 단일 칩 상의  $\mu\text{LED}$  이미터들은 디스플레이의 이웃하는 픽셀들 사이에서 공유되며,

c. 픽셀 디스플레이 영역으로 향하는 광을 최대화하기 위해 기결정된 방식으로  $\mu\text{LED}$  이미터들을 위한 광을 지향 및 제어하기 위해, ILED 어레이 칩들이 이차 광학계에 결합된다.

2. ILED 어레이 칩들은 정사각형, 직사각형, 삼각형, 원형 또는 다각형 형상일 수 있다.

3. ILED 어레이 칩들은 R, G, B 또는 필요에 따라 임의의 다른 색상인 단일 색상이도록 구성된다.

4. 일실시예로, ILED 디스플레이는 이미터 광이 캐리어를 통해 빛나도록 대체로 투명한 캐리어에 장착된다.

5. 일실시예로, ILED 디스플레이는 광학적으로 독립적인 픽셀들 사이에서 인터픽셀 간극을 갖는 광학적으로 독립적인 픽셀들의 어레이로 제작되는 광 가이드 패널을 포함한다. 인터픽셀 간극은, 광학적 크로스토크를 실질적으로 감소시키고 따라서 집광 효율을 향상시키도록 유전체 및/또는 반사성 재료로 더 채워진다.

6. 제 1 항에 있어서, 이차 광학계는 ILED 어레이 칩과 통합된다.

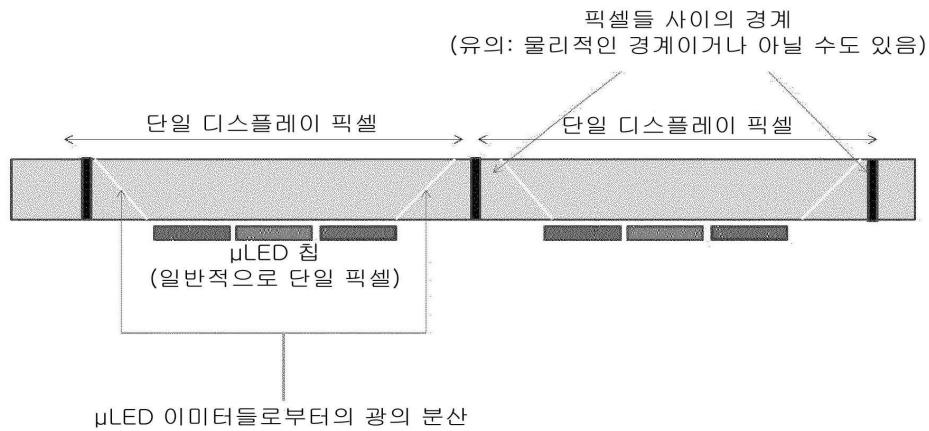
7. 제 1 항에 있어서, 이차 광학계는 광 가이드 패널과 통합된다.

8. 제 1 항에 있어서, 이차 광학계는 시스템 디자인으로 통합되는 패널 또는 추가 시트에 있다.

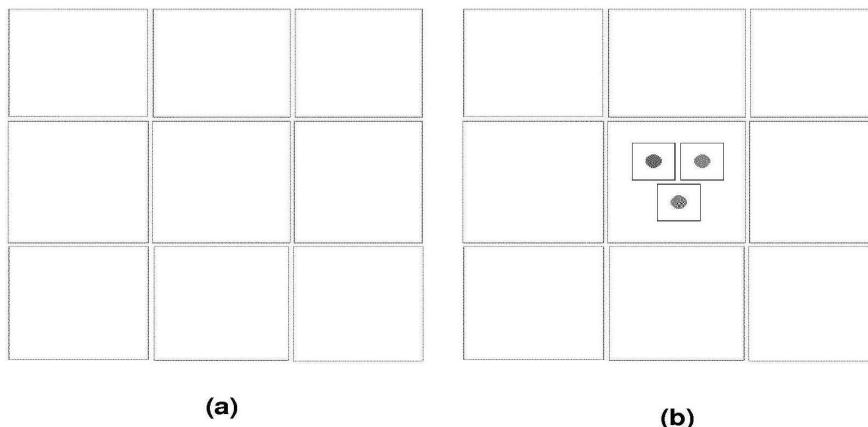
일실시예로, ILED 디스플레이는 광이 캐리어로부터 멀어지면서 빛나도록 플립-칩(flip-chip) 구성에 장착된다.

## 도면

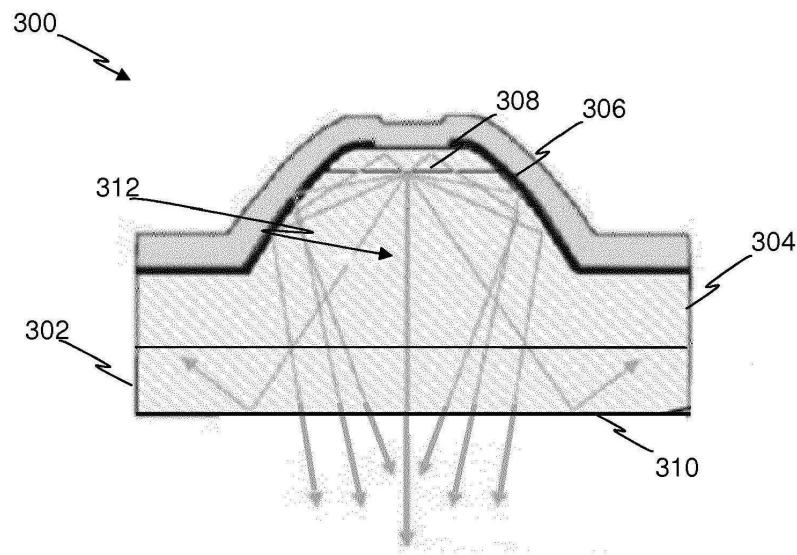
### 도면1



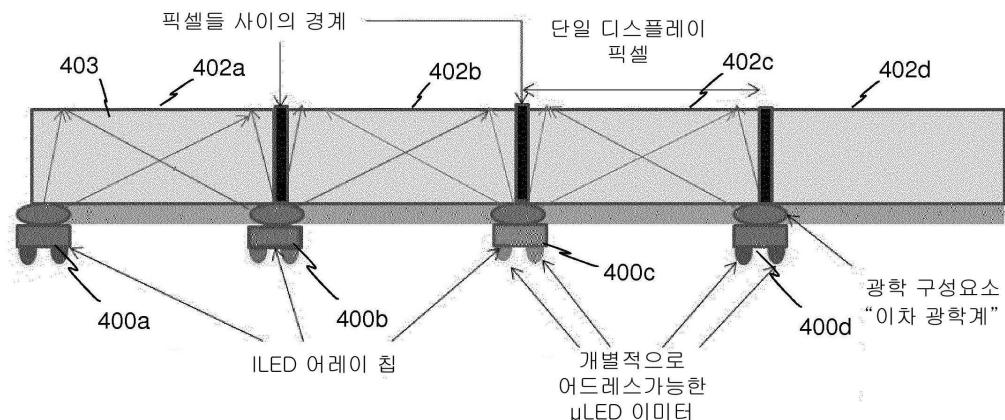
### 도면2



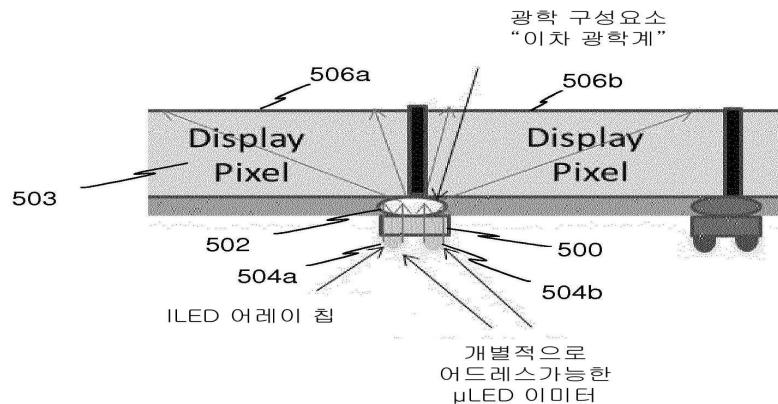
도면3



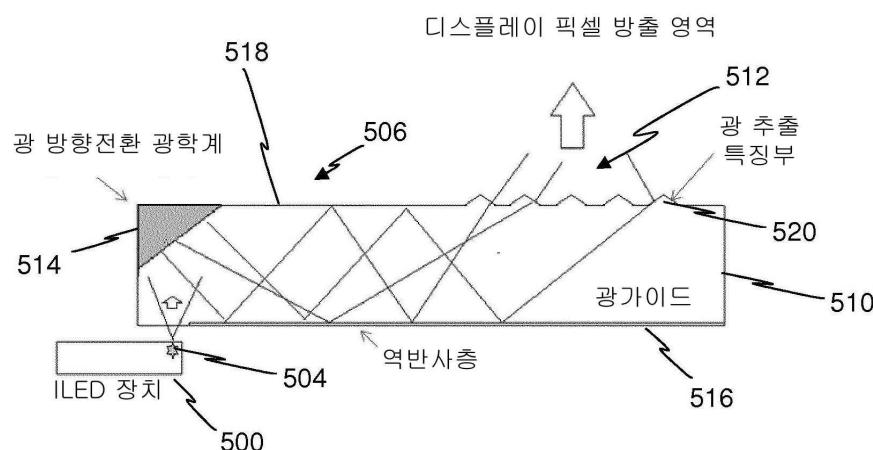
도면4



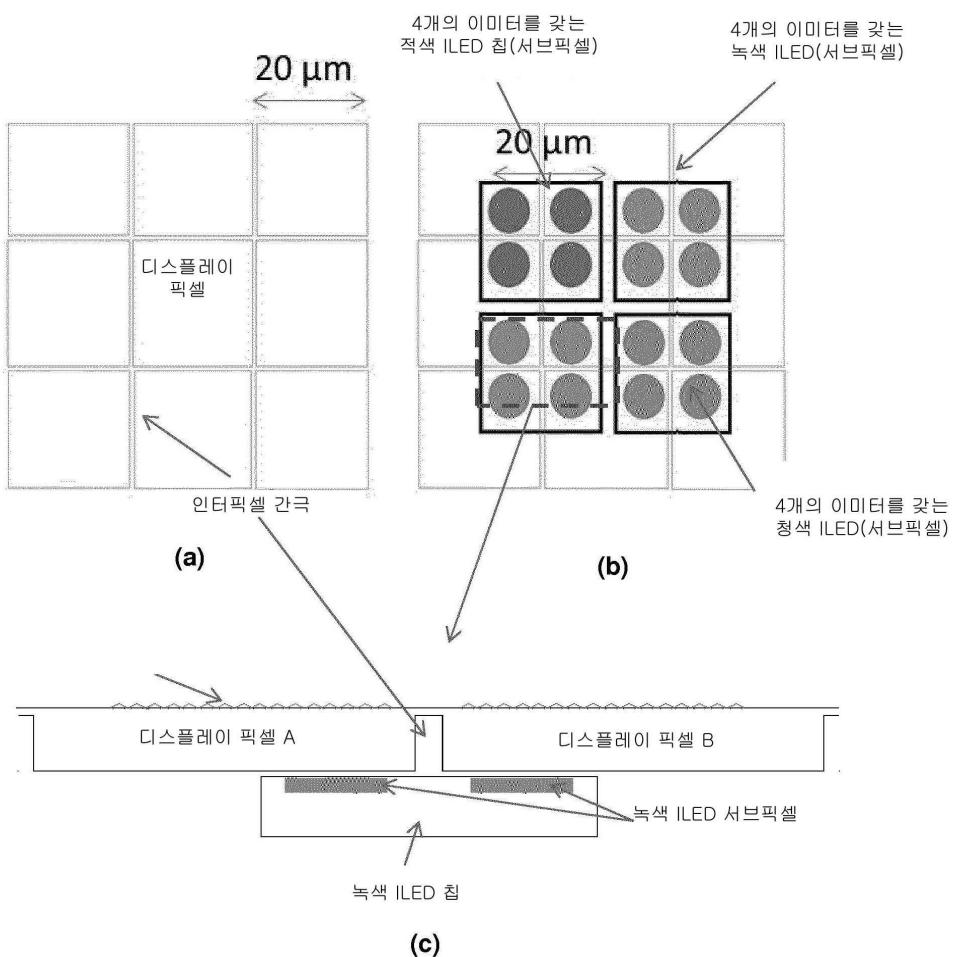
## 도면5a



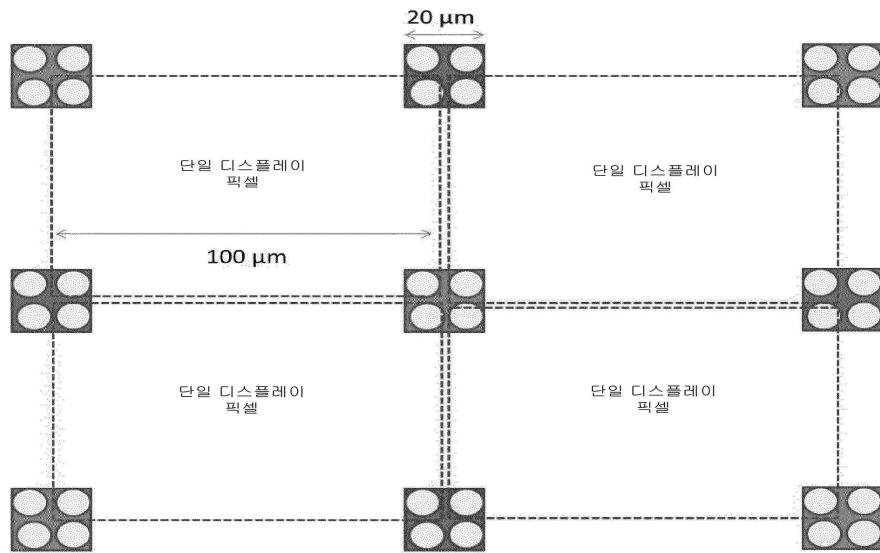
## 도면5b



## 도면6



도면7



도면8

