



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0118480  
(43) 공개일자 2018년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03B 21/20 (2015.01) H01L 27/15 (2006.01)  
H01L 33/04 (2010.01) H01L 33/32 (2010.01)  
H01L 33/48 (2010.01)

(52) CPC특허분류  
G03B 21/2033 (2013.01)  
H01L 27/156 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0051879  
(22) 출원일자 2017년04월21일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
주식회사 루멘스  
경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동)

(72) 발명자  
김대원  
경기도 용인시 수지구 광교마을로 134, 103동 50  
3호 (상현동, 광교지웰홈스)

윤성복  
경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동, 주식  
회사 루멘스)  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인충정

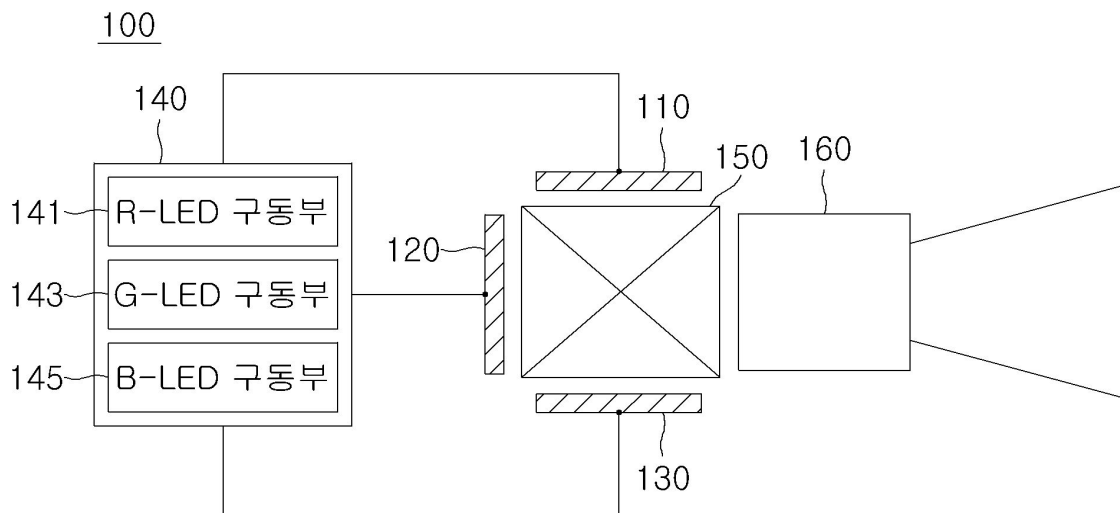
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로 LED 패널을 이용한 프로젝션 장치 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 마이크로 LED 패널을 이용한 프로젝션 장치에 관한 것으로, 제1 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제1 파장의 광을 출력하는 제1 마이크로 LED 패널; 제2 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제2 파장의 광을 출력하는 제2 마이크로 LED 패널; 상기 제1 또는 제2 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제3 파장의 광을 출력하는 제3 마이크로 LED 패널; 및 상기 제1 내지 제3 마이크로 LED 패널에서 출력되는 광들을 합성하는 다이크로익 프리즘(Dichroic Prizm)을 포함하고, 상기 제3 마이크로 LED 패널은, 상기 제1 또는 제2 파장의 광을 상기 제3 파장의 광으로 변환하기 위한 색 변환 필름을 구비하는 것을 특징으로 한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*H01L 33/04* (2013.01)

*H01L 33/32* (2013.01)

*H01L 33/48* (2013.01)

(72) 발명자

**김용필**

경기도 용인시 기흥구 원고대로 12 (고매동, 주식회사 루멘스)

**문명지**

경기도 용인시 기흥구 원고대로 12 (고매동, 주식회사 루멘스)

**장한빛**

경기도 용인시 기흥구 원고대로 12 (고매동, 주식회사 루멘스)

**박재순**

경기도 용인시 기흥구 원고대로 12 (고매동, 주식회사 루멘스)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제1 파장의 광을 출력하는 제1 마이크로 LED 패널;

제2 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제2 파장의 광을 출력하는 제2 마이크로 LED 패널;

상기 제1 또는 제2 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제3 파장의 광을 출력하는 제3 마이크로 LED 패널;  
및

상기 제1 내지 제3 마이크로 LED 패널에서 출력되는 광들을 합성하는 다이크로익 프리즘(Dichroic Prizm)을 포함하고,

상기 제3 마이크로 LED 패널은, 상기 제1 또는 제2 파장의 광을 상기 제3 파장의 광으로 변환하기 위한 색 변환 필름을 구비하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다이크로익 프리즘에서 출력되는 합성 광을 전방의 스크린으로 방사하는 프로젝션 렌즈를 더 포함하는 프로젝션 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 파장의 광은 청색 광이고, 상기 제2 파장의 광은 녹색 광이며, 상기 제3 파장의 광은 적색 광임을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 색 변환 필름은, 퀀텀닷 필름(Quantum Dot Film)임을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 퀀텀닷 필름에 포함된 퀀텀닷은, 5nm 내지 7nm의 직경을 구비하며, II-VI족, III-V족 및 IV족 중 어느 하나의 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 마이크로 LED 패널을 구동하기 위한 제1 CMOS 백플레인, 상기 제2 마이크로 LED 패널을 구동하기 위한 제2 CMOS 백플레인, 및 상기 제3 마이크로 LED 패널을 구동하기 위한 제3 CMOS 백플레인을 포함하는 프로젝션 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 CMOS 백플레인은, 각각 상기 마이크로 LED 픽셀들에 대응하는 복수의 CMOS 셀들을 구비하는 AM(Active Matrix) 회로부와, 상기 AM 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀을 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

**청구항 8**

제6항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 마이크로 LED 패널은, 각각 상기 제1 내지 제3 CMOS 백플레인 상에 플립칩 본딩(flip chip bonding)으로 결합되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 마이크로 LED 패널의 마이크로 LED 픽셀들은, 기판 상에 제1 도전형 반도체층, 활성층, 및 제2 도전형 반도체층을 순차적으로 성장시킨 후 식각되어 형성되며, 상기 마이크로 LED 픽셀들의 수직구조는, 차례대로, 제1 도전형 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 반도체층을 포함하고, 상기 마이크로 LED 픽셀들이 형성되지 않은 부분은, 활성층 및 제2 도전형 반도체층이 제거되어 제1 도전형 반도체층이 노출되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 마이크로 LED 픽셀들이 형성되지 않은 부분의 제1 도전형 반도체층 상에는 상기 마이크로 LED 픽셀들과 이격되게 제1 도전형 메탈층이 형성되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 제1 도전형 메탈층은 상기 제1 도전형 반도체층 상에서 상기 마이크로 LED 패널의 외곽을 따라 형성되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 제1 도전형 메탈층은 상기 마이크로 LED 픽셀들의 공통 전극으로서 기능하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치.

**청구항 13**

제1 파장의 광을 출력하는 제1 마이크로 LED 디스플레이 장치, 제2 파장의 광을 출력하는 제2 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 제3 파장의 광을 출력하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치를 포함하는 프로젝션 장치에서의, 상기 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 방법으로서,

GaAs 기판을 형성하는 단계;

상기 GaAs 기판 상에 발광 구조물을 적층하는 단계;

상기 발광 구조물을 단위 픽셀 영역에 따라 에칭 공정을 수행하여 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 포함하는 마이크로 LED 패널을 형성하는 단계;

실리콘 기판 상에 상기 마이크로 LED 패널을 플립칩 본딩하는 단계; 및

상기 마이크로 LED 패널에 부착된 GaAs 기판을 분리하는 단계를 포함하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 제3 파장의 광은 적색 광임을 특징으로 하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 방법.

**청구항 15**

제13항에 있어서,

상기 실리콘 기판은, 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들에 대응하는 복수의 CMOS 셀들을 구비하는 AM(Active Matrix) 회로부와, 상기 AM 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀을 포함하는 것을 특징으로 하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 플립칩 본딩 단계는,

상기 복수의 CMOS 셀들 각각에 범프들이 형성되어, 가열에 의해 녹음으로써, 상기 복수의 CMOS 셀들 각각과 상기 복수의 CMOS 셀들 각각에 대응되는 마이크로 LED 픽셀이 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 방법.

**청구항 17**

제13항에 있어서, 상기 분리 단계는,

레이저 리프트 오프(laser lift off, LLO), 화학적 리프트 오프(chemical lift off, CLO), 전기적 리프트 오프(electrical lift off, ELO) 및 식각 방법 중 어느 하나를 이용하여 상기 GaAs 기판을 분리하는 것을 특징으로 하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 프로젝션 장치 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 마이크로 LED 패널을 이용하여 고해상도의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있는 프로젝션 장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 발광 소자(LIGHT EMITTING DEVICE, LED)는 전기 에너지를 빛 에너지로 변환하는 반도체 소자의 일종이다. 발광 소자는 형광등, 백열등 등 기존의 광원에 비해 저 소비 전력, 반영구적인 수명, 빠른 응답속도, 안전성, 환경친화성의 장점을 가진다.

[0003] 이에 기존의 광원을 발광 소자로 대체하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며, 실내 외에서 사용되는 각종 램프, 액정표시장치, 전광판, 가로등 등의 조명 장치의 광원으로서 발광 소자를 사용하는 경우가 증가하고 있다.

[0004] 최근, LED 산업은 기존의 전통조명의 범위를 넘어 다양한 산업에 적용되기 위한 새로운 시도가 이루어지고 있는데, 특히 저전력 구동 플렉서블 디스플레이, 인체 모니터링을 위한 부착형 정보표시소자, 생체반응 및 DNA 센싱, 광유전학 유효검증을 위한 바이오 융합 분야, 전도성 섬유와 LED 광원이 결합한 Photonics Textile 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0005] 일반적으로 LED 칩을 수 내지 수십 마이크로 수준으로 작게 제작하게 되면 무기물 재료의 특성상 휘어질 때 깨지는 단점을 극복할 수 있으며, 유연한 기판에 LED 칩을 전사함으로써 유연성(flexibility)을 부여하여 앞서 언급된 플렉서블 디스플레이뿐만 아니라 웨어러블 기기, 인체 삽입용 의료기기, 피코 프로젝터까지 다양한 응용 분야에 광범위하게 적용될 수 있다.

[0006] 한편, 프로젝션 장치(또는 프로젝터)는 영사장치의 한 가지로 슬라이드, 투명지 위의 사진, 그림, 문자 등을 렌즈를 통해서 스크린 위에 확대 투영하여 많은 사람에게 동시에 보여 주는 광학장치이다. 이러한 프로젝션 장치는 필요한 화면 밝기를 얻기 위해서 충분한 휘도를 가져야 한다. 따라서 일반적인 형태의 프로젝션 장치들은 이러한 휘도를 얻기 위해서 금속 할로겐 램프, 고압 수은 램프, 제논 램프 등과 같은 고 전류 소모성 램프를 사용해 왔다.

[0007] 가령, 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 프로젝션 장치는 크게 DLP 방식의 프로젝션 장치와 LCoS 방식의 프로젝션 방식 등이 있다. DLP 방식의 프로젝션 장치는 램프에서 출사된 광원이 여러 색의 컬러휠을 교대로 통과하고, 통과된 광원이 DMD(Digital Micromirror Device) 칩에 반사되어 화면을 표시하는 반사형 소자를 이용하는 방식이다. 이에 반해, LCoS 방식의 프로젝션 방식은 램프에서 출사된 광원이 특수 거울을 통해 분리되고, 상기 분리

된 광원이 3개의 LCD 패널(즉, 청색/녹색/적색 LCD 패널)을 각각 투과하여 스크린에 비치도록 하는 방식이다.

[0008] 그런데 이러한 DLP 방식 및 LCoS 방식의 프로젝션 장치는, 별도의 광원 램프를 요구하고, 그로 인해 기구 제작의 유연성이 떨어지며, 광 효율이 떨어지는 문제점들이 있다. 따라서, 컴팩트(compact)한 구조를 가지면서 고 해상도의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있는 새로운 프로젝션 장치를 개발할 필요가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 전술한 문제 및 다른 문제를 해결하는 것을 목적으로 한다. 또 다른 목적은 마이크로 LED 패널을 이용한 프로젝션 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

[0010] 또 다른 목적은 청색 마이크로 LED 패널과 색 전환 필름을 이용하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현할 수 있는 프로젝션 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

[0011] 또 다른 목적은 녹색 마이크로 LED 패널과 색 전환 필름을 이용하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현할 수 있는 프로젝션 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

[0012] 또 다른 목적은 사파이어 본딩(Sapphire bonding) 공정을 회피하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현할 수 있는 프로젝션 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0013] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 제1 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제1 파장의 광을 출력하는 제1 마이크로 LED 패널; 제2 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제2 파장의 광을 출력하는 제2 마이크로 LED 패널; 상기 제1 또는 제2 파장의 마이크로 LED 픽셀들을 이용하여 제3 파장의 광을 출력하는 제3 마이크로 LED 패널; 및 상기 제1 내지 제3 마이크로 LED 패널에서 출력되는 광들을 합성하는 다이크로익 프리즘(Dichroic Prism)을 포함하고, 상기 제3 마이크로 LED 패널은, 상기 제1 또는 제2 파장의 광을 상기 제3 파장의 광으로 변환하기 위한 색 변환 필름을 구비하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 장치를 제공한다.

[0014] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 제1 파장의 광을 출력하는 제1 마이크로 LED 디스플레이 장치, 제2 파장의 광을 출력하는 제2 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 제3 파장의 광을 출력하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치를 포함하는 프로젝션 장치에서, GaAs 기판을 형성하는 단계; 상기 GaAs 기판 상에 발광 구조물을 적층하는 단계; 상기 발광 구조물을 단위 픽셀 영역에 따라 에칭 공정을 수행하여 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 포함하는 마이크로 LED 패널을 형성하는 단계; 실리콘 기판 상에 상기 마이크로 LED 패널을 플립칩 본딩하는 단계; 및 상기 마이크로 LED 패널에 부착된 GaAs 기판을 분리하는 단계를 포함하는 제3 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 제공한다.

#### 발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시 예들에 따른 프로젝션 장치 및 그 제조방법의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0016] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 적색 마이크로 LED 패널, 녹색 마이크로 LED 패널 및 청색 마이크로 LED 패널을 이용한 프로젝션 장치를 구현함으로써, 컴팩트한 구조를 가질 수 있을 뿐만 아니라 고 해상도(HD 급)의 풀 컬러(full color)를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 청색 마이크로 LED 패널 또는 녹색 마이크로 LED 패널과 색 전환 필름을 이용하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현함으로써, 프로젝터에 설치되는 적색 마이크로 LED 패널, 녹색 마이크로 LED 패널 및 청색 마이크로 LED 패널들을 동일한 공정으로 제작할 수 있다는 장점이 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 사파이어 본딩 공정을 회피하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현함으로써, LED 패널 제조 공정을 단순화할 수 있고, 제품 수율을 향상할 수 있으며, 제조 공정 상에 발생하는 성능 저하를 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

[0019] 다만, 본 발명의 실시 예들에 따른 프로젝션 장치 및 그 제조방법이 달성할 수 있는 효과는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통

상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0020]

- 도 1은 종래 프로젝션 장치의 동작 방식을 설명하는 도면;
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 프로젝션 장치의 구성도;
- 도 3은 프로젝션 장치에 구비되는 적색 마이크로 LED 패널, 녹색 마이크로 LED 패널 및 청색 마이크로 LED 패널을 설명하는 도면;
- 도 4는 데이터 드라이버 IC와 스캔 드라이버 IC를 통해 마이크로 LED 패널을 구동하는 동작을 설명하는 도면;
- 도 5a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 패널의 단면도이고, 5 b는 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도;
- 도 6a 내지 도 6g는 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면;
- 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 프로젝션 장치의 구성도;
- 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 적색 마이크로 LED 패널을 설명하는 도면;
- 도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 쿼텀닷 필름을 설명하는 도면;
- 도 11은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 프로젝션 장치의 구성도;
- 도 12a 내지 도 12e는 본 발명의 일 실시 예에 따른 적색 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면;
- 도 13a 내지 도 13e는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 적색 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021]

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 즉, 본 발명에서 사용되는 '부'라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.

[0022]

또한, 본 발명에 따른 실시 예의 설명에서, 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들이 기판, 각 층(막), 영역, 패드 또는 패턴들의 "상/위(on)"에 또는 "하/아래(under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, "상/위(on)"와 "하/아래(under)"는 "직접(directly)" 또는 "다른 층을 개재하여 (indirectly)" 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한, 각 층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다. 도면에서 각층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다.

[0023]

또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0024] 본 발명은, 적색 마이크로 LED 패널, 녹색 마이크로 LED 패널 및 청색 마이크로 LED 패널을 이용하여 고 해상도의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있는 프로젝션 장치 및 그 제조방법을 제안한다.
- [0025] 이하에서는, 본 발명의 다양한 실시 예들에 대하여, 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 프로젝션 장치의 구성도이다.
- [0027] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 프로젝션 장치(100)는 적색 마이크로 LED 패널(110), 녹색 마이크로 LED 패널(120), 청색 마이크로 LED 패널(130), LED 구동부(140), 다이크로익 프리즘(150) 및 프로젝션 렌즈(160) 등을 포함할 수 있다.
- [0028] 적색 마이크로 LED 패널(110)은 웨이퍼(wafer) 상에 적층된 복수의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)이 매트릭스 형태로 배열된 어레이(array) 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 적색 광(red light)을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 해당 패널(110)을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들은 적색 LED 소자로 구성될 수 있다.
- [0029] 녹색 마이크로 LED 패널(120)은 웨이퍼(wafer) 상에 적층된 복수의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)이 매트릭스 형태로 배열된 어레이 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 녹색 광을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 해당 패널(120)을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들은 녹색 LED 소자로 구성될 수 있다.
- [0030] 청색 마이크로 LED 패널(130)은 웨이퍼(wafer) 상에 적층된 복수의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)이 매트릭스 형태로 배열된 어레이 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 청색 광을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 해당 패널(130)을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들은 청색 LED 소자로 구성될 수 있다.
- [0031] 일 예로, 도 3에 도시된 바와 같이, 해당 프로젝션 장치(100)를 구성하는 적색 마이크로 LED 패널(110), 녹색 마이크로 LED 패널(120) 및 청색 마이크로 LED 패널(130)은, 복수의 행(720)과 복수의 열(1280)로 배열된 마이크로 LED 픽셀들을 포함할 수 있다. 또한, 마이크로 LED 패널(110, 120, 130)을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들의 크기는 각각  $8\mu\text{m} * 8\mu\text{m}$ 의 크기로 구성될 수 있다. 하지만, 프로젝션 장치(100)의 용도 및 종류 등에 따라, 마이크로 LED 패널(110, 120, 130)의 픽셀 수 및 크기 등을 변경하여 제작할 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.
- [0032] 해당 프로젝션 장치(100)를 구성하는 적색 마이크로 LED 패널(110), 녹색 마이크로 LED 패널(120) 및 청색 마이크로 LED 패널(130)들은 서로 인접하는 패널에 대해 수직 방향이 되도록 배치될 수 있다. 일 예로, 다이크로익 프리즘(150)의 좌측 영역에 녹색 마이크로 LED 패널(120)을 배치하고, 다이크로익 프리즘(150)의 상부 영역에 적색 마이크로 LED 패널(110)을 배치하며, 다이크로익 프리즘(150)의 하부 영역에 청색 마이크로 LED 패널(130)을 배치할 수 있다.
- [0033] LED 구동부(140)는 적색 마이크로 LED 패널(110), 녹색 마이크로 LED 패널(120) 및 청색 마이크로 LED 패널(130)을 구동하는 동작을 수행할 수 있다. 즉, LED 구동부(140)는 적색 마이크로 LED 패널(110)을 구동하기 위한 R-LED 구동부(141), 녹색 마이크로 LED 패널(120)을 구동하기 위한 G-LED 구동부(143) 및 청색 마이크로 LED 패널(130)을 구동하기 위한 B-LED 구동부(145)를 포함할 수 있다.
- [0034] 한편, 본 실시 예에서는, 설명의 편의상, R-LED 구동부(141), G-LED 구동부(143) 및 B-LED 구동부(145)가 독립적으로 구성되는 예를 도시하고 있으나 이에 제한되지는 않으며, 상기 적색 마이크로 LED 패널(110), 녹색 마이크로 LED 패널(120) 및 청색 마이크로 LED 패널(130)과 일체로 형성될 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다. 즉, R-LED 구동부(141), G-LED 구동부(143) 및 B-LED 구동부(145)은, 적색 마이크로 LED 패널(110), 녹색 마이크로 LED 패널(120) 및 청색 마이크로 LED 패널(130)의 뒤쪽 방향에 배치되는 CMOS 백플레인(backplane)으로 구성될 수 있다.
- [0035] CMOS 백플레인은 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 개별 구동시키기 위한 복수의 CMOS 셀들을 구비하는 Active Matrix 회로부와, 상기 Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀을 포함할 수 있다.
- [0036] Active Matrix 회로부에 구비되는 복수의 CMOS 셀들 각각은 범프를 통해 대응되는 마이크로 LED 픽셀에 전기적으로 연결된다. 복수의 CMOS 셀들 각각은 대응되는 마이크로 LED 픽셀을 개별적으로 구동시키기 위한 집적회로(IC)이다. 따라서, 복수의 CMOS 셀들 각각은, 두 개의 트랜지스터와 하나의 커패시터를 포함하는 픽셀 구동 회로일 수 있고, 범프들을 이용하여 CMOS 백플레인에 마이크로 LED 패널을 플립칩 본딩하는 경우, 등가 회로상,

상기 픽셀 구동 회로의 트랜지스터의 드레인 단자와 공통 접지 단자 사이에 개개의 마이크로 LED 픽셀이 배치되는 형태로 구성될 수 있다.

- [0037] Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀은 데이터 드라이버 IC(data driver IC)와 스캔 드라이버 IC(scan driver IC)를 포함할 수 있다. 가령, 도 4에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 패널(110~130)을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들(미도시)은 복수의 스캐닝 라인(425)과 복수의 데이터 라인(415)의 교차 지점들에 위치할 수 있다. 복수의 마이크로 LED 픽셀들로 입력되는 복수의 스캐닝 라인(425)은 스캔 드라이버 IC(420)에 의해 제어되고, 복수의 데이터 라인(415)은 데이터 드라이버 IC(410)에 의해 제어된다.
- [0038] 이러한 CMOS 백플레인을 통한 마이크로 LED 패널(110~130)의 제어 동작을 간단히 살펴보면, 스캔 드라이버 IC(420)는, 이미지 데이터 제공 시, 복수의 스캐닝 라인(425) 모두를 스캐닝하면서 그 중 어느 하나 이상에 H(high) 신호를 입력하여 턴 온(turn on) 시킨다. 한편, 데이터 드라이버 IC(410)에서 이미지 데이터를 복수의 데이터 라인들(415)로 공급하면, 상기 스캐닝 라인에서 턴 온 상태에 놓인 픽셀들이 상기 이미지 데이터들을 통과시켜 해당 이미지 데이터가 마이크로 LED 패널을 통해 표시되도록 한다. 이러한 방식으로 모든 스캐닝 라인에 순차적으로 스캐닝되면서 한 프레임(frame)에 대한 디스플레이가 완료된다.
- [0039] 다이크로익 프리즘(Dichroic Prizm, 150)은 적색 마이크로 LED 패널(110)로부터 출력되는 적색 광과, 녹색 마이크로 LED 패널(120)로부터 출력되는 녹색 광과, 청색 마이크로 LED 패널(130)로부터 출력되는 청색 광을 합성하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0040] 프로젝션 렌즈(160)는 다이크로익 프리즘(Dichroic Prizm, 150)으로부터 출력되는 합성 광을 확대하여 전방의 스크린으로 방사하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0041] 이상 상술한 바와 같이, 적색 마이크로 LED 패널, 녹색 마이크로 LED 패널 및 청색 마이크로 LED 패널을 이용한 프로젝션 장치(100)는 별도의 광원 램프를 요구하지 않으므로 기구 제작의 유연성을 향상시킬 수 있고, 광 효율 및 색 재현성의 증가로 인해 고 해상도의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있다.
- [0042] 도 5a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 패널의 단면도이고, 도 5 b는 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도다. 여기서, 마이크로 LED 디스플레이 장치는 마이크로 LED 패널과 CMOS 백플레인을 범프를 통해 플립칩 본딩함으로써 형성될 수 있다.
- [0043] 도 5a를 참조하면, 본 발명에 따른 마이크로 LED 패널(500)은, 웨이퍼 상에 적층된 복수의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 픽셀들)이 매트릭스 형태로 배열되는 어레이 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 광(light)을 출력하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0044] 이러한 마이크로 LED 패널(500)은 기판(510), 상기 기판(510) 상에 제1 도전형 반도체층(520), 상기 제1 도전형 반도체층(520) 상에 활성층(530), 상기 활성층(530) 상에 제2 도전형 반도체층(540), 제1 및 2 도전형 메탈층(550, 560), 패시베이션 층(570) 등을 포함할 수 있다.
- [0045] 기판(510)은 투광성을 갖는 재질, 예를 들어, 사파이어( $Al_2O_3$ ), 단 결정 기판, SiC, GaAs, GaN, ZnO, AlN, Si, GaP, InP, Ge 중 적어도 하나로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0046] 제1 도전형 반도체층(520)은 n형 도펀트가 도핑된 족-족 원소의 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 제1 도전형 반도체층(520)은  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN, GaN, AlGaN, AlInN, InGaN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0047] 활성층(530)은 제1 도전형 반도체층(520)을 통해서 주입되는 전자(또는 정공)와 제2 도전형 반도체층(540)을 통해서 주입되는 정공(또는 전자)이 서로 만나서, 활성층(530)의 형성 물질에 따른 에너지 밴드(Energy Band)의 밴드갭(Band Gap) 차이에 의해서 빛을 방출하는 층이다. 상기 활성층(530)은 단일 양자 우물 구조, 다중 양자 우물 구조(MQW: Multi Quantum Well), 양자점 구조 또는 양자선 구조 중 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 활성층(530)은  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 재료로 형성될 수 있다. 활성층(530)이 다중 양자 우물 구조로 형성된 경우, 상기 활성층(530)은 복수의 우물층과 복수의 장벽층이 교대로 적층되어 형성될 수 있다.
- [0048] 제2 도전형 반도체층(540)은 p형 도펀트가 도핑된 족-족 원소의 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 제2 도전형 반도체층(540)은  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y = 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어

InAlGa<sub>n</sub>, GaN, AlGa<sub>n</sub>, InGa<sub>n</sub>, AlIn<sub>n</sub>, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다.

- [0049] 제2 도전형 반도체층(540) 상에는 제2 도전형 메탈층(즉, p 전극, 550)이 형성될 수 있고, 상기 제1 도전형 반도체층(520) 상에는 제1 도전형 메탈층(즉, n 전극, 560)이 형성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(550, 560)은 마이크로 LED 패널(500)에 형성된 복수의 마이크로 LED 픽셀들로 전원을 제공한다.
- [0050] 제2 도전형 메탈층(550)은 각각의 마이크로 LED 픽셀에 대응하는 제2 도전형 반도체층(540) 상에 배치되며, CMOS 백플레인(600)에 구비된 각각의 CMOS 셀(620)과 범프(650)를 통해 전기적으로 연결될 수 있다. 한편, 다른 실시 예로, 제2 도전형 반도체층(540) 상에 DBR(Distributed Bragg Reflector) 등과 같은 반사층(미도시)이 존재하는 경우, 상기 제2 도전형 메탈층(550)은 반사층 상에 배치될 수 있다.
- [0051] 제1 도전형 메탈층(560)은 제1 도전형 반도체층(520)의 mesa 식각된 영역 상에 배치되며, 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들과 일정 거리만큼 이격되도록 형성될 수 있다. 제1 도전형 메탈층(560)은 제1 도전형 반도체층(520) 상에서 마이크로 LED 패널(500)의 외곽을 따라 소정의 폭을 갖도록 형성될 수 있다. 제1 도전형 메탈층(560)의 높이는 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들의 높이와 대체로 동일하게 형성될 수 있다. 제1 도전형 메탈층(560)은 범프에 의해 CMOS 백플레인(600)의 공통 셀(610)과 전기적으로 연결되어, 마이크로 LED 픽셀들의 공통 전극으로서 기능한다. 예를 들어, 제1 도전형 메탈층(560)은 공통 접지일 수 있다.
- [0052] 제1 도전형 반도체층(520), 활성층(530), 제2 도전형 반도체층(540), 제2 도전형 메탈층(550) 및 제1 도전형 메탈층(560)의 적어도 일 측면에는 패시베이션층(570)이 형성될 수 있다. 상기 패시베이션층(570)은 발광 구조물(520, 530, 540)을 전기적으로 보호하기 위하여 형성될 수 있으며, 예를 들어, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 형성될 수 있으나, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0053] 이와 같이 형성된 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)은 화합물 반도체의 조성비에 따라 서로 다른 파장의 광을 방사할 수 있다. 마이크로 LED 패널(500)에 포함된 발광 소자들이 적색 LED 소자인 경우, 상기 마이크로 LED 패널(500)은 적색 마이크로 LED 패널(500)일 수 있다. 마이크로 LED 패널(500)에 포함된 발광 소자들이 녹색 LED 소자인 경우, 상기 마이크로 LED 패널(500)은 녹색 마이크로 LED 패널(500)일 수 있다. 마이크로 LED 패널(500)에 포함된 발광 소자들이 청색 LED 소자인 경우, 상기 마이크로 LED 패널(500)은 청색 마이크로 LED 패널(500)일 수 있다.
- [0054] 도 5b를 참조하면, 마이크로 LED 디스플레이 장치는 마이크로 LED 패널(500), CMOS 백플레인(600), 및 범프들(650)을 포함한다. 이때, CMOS 백플레인(600)은 복수 개의 CMOS 셀들(620)을 포함하는 Active Matrix 회로부와, 상기 Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀(610)을 포함할 수 있다.
- [0055] 마이크로 LED 패널(500)은 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 포함하고, CMOS 백플레인(600)은, 복수의 마이크로 LED 픽셀들 각각을 개별 구동시키기 위해 마이크로 LED 픽셀들 각각에 대응하는 복수 개의 CMOS 셀들(620)을 포함한다. 이때, 마이크로 LED 패널(500)의 픽셀 영역은 CMOS 백플레인(600)의 AM 영역과 대응될 수 있다.
- [0056] 범프들(650)은, 마이크로 LED 픽셀들과 CMOS 셀들(650)이 마주하도록 배치된 상태에서, 마이크로 LED 픽셀들 각각과 이들 각각에 대응하는 CMOS 셀들(610)이 전기적으로 연결되도록 한다.
- [0057] 이러한 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조 공정을 간단히 살펴보면, 먼저 복수의 범프들(650)을 CMOS 백플레인(600)의 CMOS 셀들(620)과 공통 셀(610)의 상부에 배치한다. 그리고, 상기 복수의 범프들(650)이 배치된 상태의 CMOS 백플레인(600)과 마이크로 LED 패널(500)을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(620)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상기 복수의 범프들(650)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(620)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, 공통 셀(610)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널(500)의 공통 전극(560)이 전기적으로 연결되는 상태가 된다.
- [0058] 도 6a 내지 도 6g는 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0059] 도 6a를 참조하면, 기판(510) 상에 제1 도전형 반도체층(520), 활성층(530) 및 제2 도전형 반도체층(540)을 순차적으로 성장하여 발광 구조물(520, 530, 540)을 형성할 수 있다.
- [0060] 기판(510)은 투광성을 갖는 재질, 예를 들어, 사파이어(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 단 결정 기판, SiC, GaAs, GaN, ZnO, AlN, Si, GaP, InP, Ge 중 적어도 하나로 형성될 수 있으며, 이를 한정하지는 않는다.

- [0061] 제1 도전형 반도체층(520)은  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN, GaN, AlGaN, AlInN, InGaN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제1 도전형 반도체층(520)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 가스, 사일렌(SiH<sub>4</sub>) 가스를 수소 gas와 함께 챔버(chamber)에 주입하여 형성될 수 있다. 기판(510)과 제1 도전형 반도체층(520) 사이에 언도프트 반도체층(미도시) 및/또는 버퍼층(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0062] 활성층(530)은  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 재료로 형성될 수 있다. 이러한 활성층(530)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 트리메틸 인듐(TMIn) 가스, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0063] 제2 도전형 반도체층(540)은  $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x+y \leq 1$ )의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN, GaN, AlGaN, InGaN, AlInN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제2 도전형 반도체층(540)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 가스, 비세틸 사이클로 펜타디에닐 마그네슘(EtCp<sub>2</sub>Mg){Mg(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>)<sub>2</sub>} 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0064] 도 6b를 참조하면, 발광 구조물(520, 530, 540)을 단위 픽셀 영역에 따라 아이솔레이션 에칭(isolation etching) 공정을 수행하여 복수 개의 발광 소자들을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 아이솔레이션 에칭은 ICP(Inductively Coupled Plasma)와 같은 건식 식각 방법에 의해 실시될 수 있다. 이러한 아이솔레이션 에칭 공정을 통해 제1 도전형 반도체층(520)의 일 상면이 노출된다. 이때, 공통 전극(즉, n 전극, 560)을 형성하기 위해, 제1 도전형 반도체층(520)의 테두리 영역이 소정의 폭을 갖도록 식각될 수 있다.
- [0065] 도 6c 및 도 6d를 참조하면, 제2 도전형 반도체층(540)의 일 상면에 제2 도전형 메탈층(550)을 형성할 수 있고, 메사 식각된 제1 도전형 반도체층(520)의 일 상면에 제1 도전형 메탈층(560)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 제1, 2 도전형 메탈층(550, 560)은 증착 공정 또는 도금 공정에 의해 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0066] 도 6e를 참조하면, 기판(510), 발광 구조물(520, 530, 540), 제2 도전형 메탈층(550) 및 제1 도전형 메탈층(560) 상에 패시베이션층(570)을 형성하고, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(550, 560)의 일 상면이 외부로 노출되도록 상기 패시베이션층(570)을 선택적으로 제거할 수 있다.
- [0067] 도 6f 및 도 6g를 참조하면, CMOS 백플레인(600)의 CMOS 셀들(620)과 공통 셀(610)의 상부에 복수의 범프들(650)을 배치한다. 마이크로 LED 패널(500)을 상/하로 반전하여 제1 및 제2 도전형 메탈층(550, 560)이 아래 방향을 향하도록 한다. 상기 복수의 범프들(650)이 배치된 상태의 CMOS 백플레인(600)과 마이크로 LED 패널(500)을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(620)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상기 복수의 범프들(630)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(620)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, CMOS 백플레인(600)의 공통 셀(610)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널(500)의 공통 전극(560)이 전기적으로 연결되는 상태가 된다. 이처럼, 복수의 범프(650)를 통해 CMOS 백플레인(600)과 마이크로 LED 패널(500)을 플립칩 본딩하여 마이크로 LED 디스플레이 장치를 형성할 수 있다.
- [0069] 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 프로젝션 장치의 구성도이다.
- [0070] 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 프로젝션 장치(700)는 적색 마이크로 LED 패널(710), 녹색 마이크로 LED 패널(720), 청색 마이크로 LED 패널(730), LED 구동부(740), 다이크로익 프리즘(750) 및 프로젝션 렌즈(760) 등을 포함할 수 있다. 여기서, 적색 마이크로 LED 패널(710)을 제외한 나머지 구성 요소들은, 도 2에 도시된 구성 요소들과 동일하다. 따라서, 도 7에 도시된 녹색 마이크로 LED 패널(720), 청색 마이크로 LED 패널(730), LED 구동부(740), 다이크로익 프리즘(750) 및 프로젝션 렌즈(760)에 대한 자세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0071] 도 2의 프로젝션 장치(100)와 달리, 해당 프로젝션 장치(700)를 구성하는 적색 마이크로 LED 패널(710)은, 청색 마이크로 LED 패널(711)과 색 전환 필름(713)으로 구성될 수 있다.

- [0072] 통상, 청색 LED 소자 및 녹색 LED 소자는 사파이어 기판 상에서 성장되고 적색 LED 소자는 GaAs 기판 상에서 성장되므로, 녹색 마이크로 LED 패널 및 청색 마이크로 LED 패널은 동일 공정에서 제작 가능하나, 적색 마이크로 LED 패널은 GaAs 기판을 분리하기 위한 추가 공정이 필요하다. 따라서, 청색 마이크로 LED 패널(711)과 색 전환 필름(713)으로 적색 마이크로 LED 패널(710)을 구현한다면, 동일한 공정을 사용하여 프로젝션 장치(700)의 모든 마이크로 LED 패널들(710, 720, 730)을 제작할 수 있다.
- [0073] 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 적색 마이크로 LED 패널을 설명하는 도면이다.
- [0074] 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 적색 마이크로 LED 패널(710)은 청색 마이크로 LED 패널(711)과 상기 청색 마이크로 LED 패널(711) 상의 색 전환 필름(713)을 포함할 수 있다.
- [0075] 적색 마이크로 LED 패널(710)을 구성하는 청색 마이크로 LED 패널(711)은, 복수의 마이크로 LED 픽셀들이 매트릭스 형태로 배열된 어레이 구조를 갖는 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 청색 광을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 해당 패널(711)을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들은 청색 LED 소자로 구성될 수 있다.
- [0076] 색 전환 필름(713)은 청색 마이크로 LED 패널(711)에서 방사되는 청색 광을 적색 광으로 변환하는 기능을 수행할 수 있다. 통상, 색 전환 필름(713)은 접착제 또는 접착 성분을 포함하고 있어, 청색 광이 방사되는 청색 마이크로 LED 패널(711)의 일 면에 부착될 수 있다. 한편, 다른 실시 예로, 접착제 또는 접착 성분이 색 전환 필름(713)에 포함되지 않은 경우, 청색 마이크로 LED 패널(711)과 색 전환 필름(713) 사이에는 별도의 접착층(adhesive lay) 또는 접착 시트(adhesive sheet)가 형성될 수 있다.
- [0077] 이러한 색 전환 필름(713)의 일 예로 형광체 필름, 퀀텀닷 필름(Quantum Dots film)이 사용될 수 있으며, 이에 한정되지는 않는다.
- [0078] 한편, 이상 본 실시 예에서는, 청색 마이크로 LED 패널과 색 전환 필름을 이용하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현하는 것을 예시하고 있으나 이를 제한하지는 않으며, 녹색 마이크로 LED 패널과 색 전환 필름을 이용하여 적색 마이크로 LED 패널을 구현할 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.
- [0079] 또한, 이상 본 실시 예에서는, 상기 적색 마이크로 LED 패널(710)이 피코 프로젝터(700)에 적용되는 것을 예시하고 있으나 이를 제한하지는 않으며, 차량용 헤드업 디스플레이(Head-Up Display, HUD) 또는 헤드 마운트드 디스플레이(Head Mounted Display, HMD) 등과 같은 다양한 표시 장치에 적용될 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.
- [0080] 도 9 및 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 퀀텀닷 필름을 설명하는 도면이다.
- [0081] 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 퀀텀닷 필름(900)은 복수의 퀀텀닷(910)이 분산되어 있는 고분자층(920)을 포함할 수 있다.
- [0082] 고분자층(920)은 플라스틱 레진(plastic resin)으로 형성될 수 있다. 플라스틱 레진은 폴리머 또는 실리콘 계열의 필름을 형성하는 다양한 물질을 포함할 수 있으며, 물질의 종류는 한정되지 않는다. 본 발명의 실시 예에서, 플라스틱 레진에 필요한 특성은 경화된 상태에서 빛을 투과시키는 특성을 가지면 충분하며, 빛의 투과율에 대한 제한은 없다.
- [0083] 고분자층(920)에는 빛의 파장을 변화시켜 색 재현성 및 색 순도를 구현할 수 있는 퀀텀닷(910)이 분산되어 있다. 퀀텀닷(또는 양자점, Quantum Dot, 910)은 지름이 수 나노미터(nm)인 반도체 나노 입자로 양자구속 혹은 양자갭 효과(Quantum Confinement Effect)와 같은 양자 역학(Quantum Mechanics)적 특성을 지니고 있다. 여기서, 양자구속 효과란 반도체 나노 입자의 크기가 작아짐에 따라 띠 간격 에너지(band gap energy)가 커지는(역으로 파장은 작아지는) 현상을 의미한다.
- [0084] 이와 같은 퀀텀닷(910)의 대표적 특성은, 빛이 닿으면 발광(Photo Luminescence, PL)하거나 전기를 흘리면 발광(Electron Luminescence, EL)하는 것이다. 화학 합성 공정으로 만들어지는 퀀텀닷(910)은 재료를 바꾸지 않고 입자 크기를 조절하는 것 만으로도 원하는 색상을 구현할 수 있다. 가령, 도 10에 도시된 바와 같이, 양자구속 효과에 따라 나노 입자 크기가 작을수록 짧은 파장을 갖는 청색 빛을 발광할 수 있고, 나노 입자의 크기가 클수록 긴 파장을 갖는 적색 빛을 발광할 수 있다.
- [0085] 고분자층(920)에 분산되어 있는 퀀텀닷(910)의 직경은 1nm 내지 10nm의 범위일 수 있다. 본 발명의 실시 예에 따른 퀀텀닷(910)은, 청색 광을 적색 광으로 변환하기 위해, 5nm 내지 7nm의 직경을 가질 수 있다. 좀 더 바람

직하계는, 퀀텀닷(910)은 6nm의 직경을 가질 수 있다.

- [0086] 퀀텀닷(910)은 II-VI족, III-V족 또는 IV족 물질일 수 있으며, 구체적으로 CdSe, CdTe, CdS, ZnSe, ZnTe, ZnS, InP, GaP, GaInP<sub>2</sub>, PbS, ZnO, TiO<sub>2</sub>, AgI, AgBr, Hg<sub>12</sub>, PbSe, In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, Cd<sub>3</sub>P<sub>2</sub>, Cd<sub>3</sub>As<sub>2</sub> 또는 GaAs일 수 있다.
- [0087] 또한, 퀀텀닷(910)은 코어-셸 구조(core-shell)를 가질 수 있다. 여기서, 코어(core)는 CdSe, CdTe, CdS, ZnSe, ZnTe, ZnS, HgTe 및 HgS 으로 이루어지는 그룹에서 선택된 어느 하나의 물질을 포함하고, 셸(shell)은 CdSe, CdTe, CdS, ZnSe, ZnTe, ZnS, HgTe 및 HgS 으로 이루어지는 그룹에서 선택된 어느 하나의 물질을 포함할 수 있다.
- [0088] 한편, 도면에 도시되고 있지 않지만, 상기 퀀텀닷 필름(900)은 고분자층(920)의 적어도 일 면에 부착되는 베리어 층(미도시)을 추가로 포함할 수 있다.
- [0089] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 프로젝션 장치의 구성도이다.
- [0090] 도 11을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 프로젝션 장치(1100)는 적색 마이크로 LED 패널(1110), 녹색 마이크로 LED 패널(1120), 청색 마이크로 LED 패널(1130), LED 구동부(1140), 다이크로익 프리즘(1150) 및 프로젝션 렌즈(1160) 등을 포함할 수 있다. 여기서, 적색 마이크로 LED 패널(1110)을 제외한 나머지 구성 요소들은, 도 2에 도시된 구성 요소들과 동일하다. 따라서, 도 11에 도시된 녹색 마이크로 LED 패널(1120), 청색 마이크로 LED 패널(1130), LED 구동부(1140), 다이크로익 프리즘(1150) 및 프로젝션 렌즈(1160)에 대한 자세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0091] 도 2의 프로젝션 장치(100)와 달리, 해당 프로젝션 장치(1100)를 구성하는 적색 마이크로 LED 패널(1110)은, 사파이어 본딩(Sapphire Bonding) 회피 공정을 통해 제조될 수 있다. 이하에서는, 사파이어 본딩 공정을 이용한 적색 마이크로 LED 패널 제조 방법과 사파이어 본딩 공정을 회피한 적색 마이크로 LED 패널 제조 방법을 구분하여 설명하도록 한다.
- [0092] 도 12a 내지 도 12g는 본 발명의 일 실시 예에 따른 적색 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0093] 도 12a를 참조하면, GaAs 기판(1210) 상에 제1 도전형 반도체층(1220), 활성층(1230) 및 제2 도전형 반도체층(1240)을 순차적으로 성장하여 발광 구조물(1220, 1230, 1240)을 형성할 수 있다. 여기서, 사파이어 기판 대신, GaAs 기판을 사용하는 이유는, 적색 광을 방사하는 발광 구조물(1220, 1230, 1240)과 유사한 격자 상수(lattice Constant)를 가지고 있기 때문이다. 따라서, GaAs 기판(1210) 위에 발광 구조물(1220, 1230, 1240)을 적층하는 경우, 격자 상수 차이에 의한 스트레인(strain)이 발생하지 않게 된다.
- [0094] 도 12b를 참조하면, 제2 도전형 반도체층(1240)의 상면에 제1 사파이어 기판(1250)을 결합할 수 있다. 이때, 제2 도전형 반도체층(1240)과 제1 사파이어 기판(1250) 사이는 접착층 또는 접착제를 통해 결합될 수 있다. 여기서, 제1 사파이어 기판(1250)은 GaAs 기판(1210)을 제거하기 위한 지지층 역할을 수행할 수 있다.
- [0095] 도 12c를 참조하면, 레이저 리프트 오프(laser lift off, LLO), 화학적 리프트 오프(chemical lift off, CLO), 전기적 리프트 오프(electrical lift off, ELO) 또는 식각 방법 등을 사용하여 제1 도전형 반도체층(1220)의 하면에 부착된 GaAs 기판(1210)을 분리할 수 있다. 여기서, GaAs 기판(1210)을 분리하는 이유는, GaAs 기판(1210)이 발광 구조물(1220, 1230, 1240)에서 방사되는 적색 파장을 흡수하는 성질을 가지고 있기 때문이다. 따라서, 발광 구조물(1220, 1230, 1240)을 성장시킨 후, GaAs 기판(1210)을 사파이어 기판으로 교체할 필요가 있다. 이때, 사파이어 기판을 사용하는 이유는, 다른 기판에 비해 빛 투과성이 우수하고, 가격 경쟁력이 우수하기 때문이다.
- [0096] 도 12d를 참조하면, 제1 도전형 반도체층(1220)의 하면에 제2 사파이어 기판(1260)을 결합할 수 있다. 이때, 제1 도전형 반도체층(1220)과 제2 사파이어 기판(1260) 사이는 접착층 또는 접착제를 통해 결합될 수 있다. 여기서, 제2 사파이어 기판(1260)은 발광 구조물(1220, 1230, 1240)의 상/하 위치를 바꾸는 역할을 수행하기 위한 것이다.
- [0097] 도 12e를 참조하면, 레이저 리프트 오프(laser lift off, LLO), 화학적 리프트 오프(chemical lift off, CLO), 전기적 리프트 오프(electrical lift off, ELO) 또는 식각 방법 등을 사용하여 제2 도전형 반도체층(1240)의 하면에 부착된 제1 사파이어 기판(1250)을 분리할 수 있다.

- [0098] 도 12f를 참조하면, 발광 구조물(1220, 1230, 1240)을 단위 픽셀 영역에 따라 아이솔레이션 에칭(isolation etching) 공정을 수행하고, mesa 식각된 발광 구조물(1220, 1230, 1240) 상에 (+) 전극 및 (-) 전극을 증착하여 복수의 발광 소자들(즉, 복수 개의 마이크로 LED 픽셀들)을 형성할 수 있다. 이후, 발광 구조물(1220, 1230, 1240) 상에 패시베이션 공정을 수행하여 마이크로 LED 패널(1200)을 형성할 수 있다.
- [0099] 도 12g를 참조하면, CMOS 백플레인(600)의 CMOS 셀들(620)과 공통 셀(610)의 상부에 복수의 범프들(650)을 배치한다. 마이크로 LED 패널(1200)을 상/하로 반전하여 제1 및 제2 도전형 메탈층이 아래 방향을 향하도록 한다. 상기 복수의 범프들(650)이 배치된 상태의 CMOS 백플레인(600)과 마이크로 LED 패널(1200)을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(620)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상기 복수의 범프들(650)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(620)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, CMOS 백플레인(600)의 공통 셀(610)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널(1200)의 공통 전극이 전기적으로 연결되는 상태가 된다. 이처럼, 복수의 범프(650)를 통해 CMOS 백플레인(600)과 마이크로 LED 패널(1200)을 플립칩 본딩하여 마이크로 LED 디스플레이 장치를 구현할 수 있다.
- [0100] 하지만, 상술한 적색 마이크로 LED 패널 제조방법은, 2번의 사파이어 본딩 공정을 수행하기 때문에, 해당 패널을 구성하는 LED 칩들의 성능을 저하시킬 수 있을 뿐만 아니라, 마이크로 LED 칩들의 수율을 낮추는 문제점을 야기할 수 있다. 따라서, 사파이어 본딩 공정을 필요로 하지 않는 적색 마이크로 LED 패널 제조 방법이 필요하다. 이하 본 발명의 다른 실시 예에서는, 사파이어 본딩 공정을 회피한 적색 마이크로 LED 패널 제조 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0101] 도 13a 내지 도 13e는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 적색 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0102] 도 13a를 참조하면, GaAs 기판(1310) 상에 제1 도전형 반도체층(1320), 활성층(1330) 및 제2 도전형 반도체층(1340)을 순차적으로 성장시켜 발광 구조물(1320, 1330, 1340)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 발광 구조물(1320, 1330, 1340)은 적색 광을 방사할 수 있다.
- [0103] 도 13b를 참조하면, 발광 구조물(1320, 1330, 1340)을 단위 픽셀 영역에 따라 아이솔레이션 에칭(isolation etching) 공정을 수행하고, mesa 식각된 발광 구조물(1320, 1330, 1340) 상에 (+) 전극 및 (-) 전극을 증착하여 복수 개의 발광 소자들(즉, 복수 개의 마이크로 LED 픽셀들)을 형성할 수 있다. 이후, 발광 구조물(1320, 1330, 1340) 상에 패시베이션 공정을 수행하여 마이크로 LED 패널을 형성할 수 있다.
- [0104] 도 13c를 참조하면, CMOS 백플레인(1350)의 CMOS 셀들(1352)과 공통 셀(1351)의 상부에 복수의 범프들(1360)을 배치한다. 상기 복수의 범프들(1360)이 배치된 상태의 CMOS 백플레인(1350)과 마이크로 LED 패널을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(1352)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상기 복수의 범프들(1360)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(1352)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, CMOS 백플레인(1350)의 공통 셀(1351)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널의 공통 전극이 전기적으로 연결되는 상태가 된다.
- [0105] 도 13d 및 도 13e를 참조하면, 레이저 리프트 오프(laser lift off, LLO), 화학적 리프트 오프(chemical lift off, CLO), 전기적 리프트 오프(electrical lift off, ELO) 또는 식각 방법 등을 사용하여 발광 구조물(1320, 1330, 1340)의 하면에 부착된 GaAs 기판(1310)을 분리할 수 있다. 한편, 다른 실시 예로, GaAs 기판(1310) 분리 공정 전에, 상기 분리 공정에 의한 발광 소자들의 손상을 최소화하기 위한 보호 공정이 추가될 수 있다. 이러한 일련의 과정들을 통해, 사파이어 공정을 회피한 적색 마이크로 LED 패널을 구현할 수 있다.
- [0106] 이상, 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 적색 마이크로 LED 패널 제조방법은, 패널 제조 공정의 수를 획기적으로 줄일 수 있고, 그로 인해 제품 수율을 향상할 수 있으며, 제조 공정 상에 발생하는 성능 저하를 최소화할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 적색 마이크로 LED 패널은, 청색 및 녹색 마이크로 LED 패널과 달리, 사파이어 기판을 구비하고 있지 않으므로 광 효율을 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 빛 산란을 최소화할 수 있다.
- [0107] 한편, 이상 본 실시 예에서는, 상기 적색 마이크로 LED 패널이 피코 프로젝터(1100)에 적용되는 것을 예시하고 있으나 이를 제한하지는 않으며, 차량용 헤드업 디스플레이(Head-Up Display, HUD) 또는 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted Display, HMD) 등과 같은 다양한 표시 장치에 적용될 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.
- [0108] 한편 이상에서는 본 발명의 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되지 않으며, 후

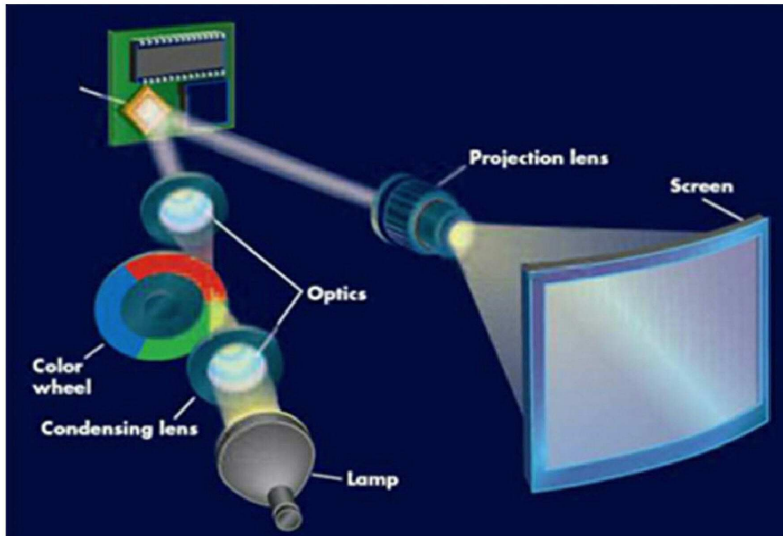
술 되는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

**부호의 설명**

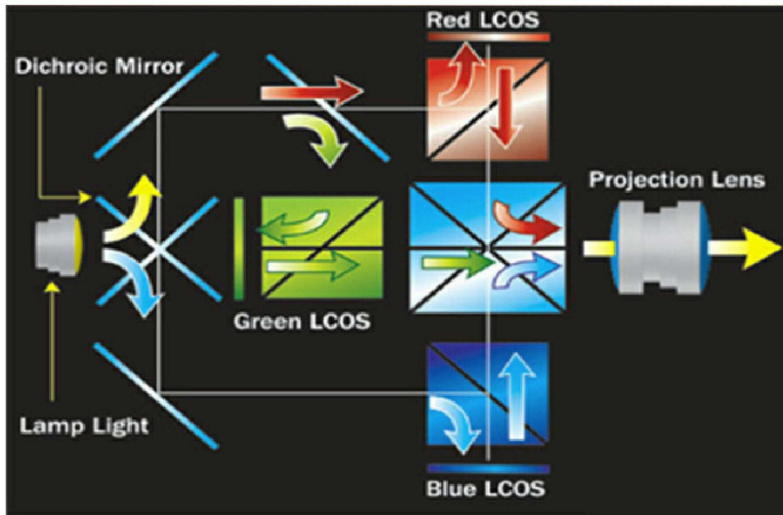
- |        |                     |                     |
|--------|---------------------|---------------------|
| [0109] | 100: 프로젝션 장치        | 110: 적색 마이크로 LED 패널 |
|        | 120: 녹색 마이크로 LED 패널 | 130: 청색 마이크로 LED 패널 |
|        | 140: LED 구동부        | 150: 다이크로익 프리즘      |
|        | 160: 프로젝션 렌즈        |                     |

**도면**

**도면1**

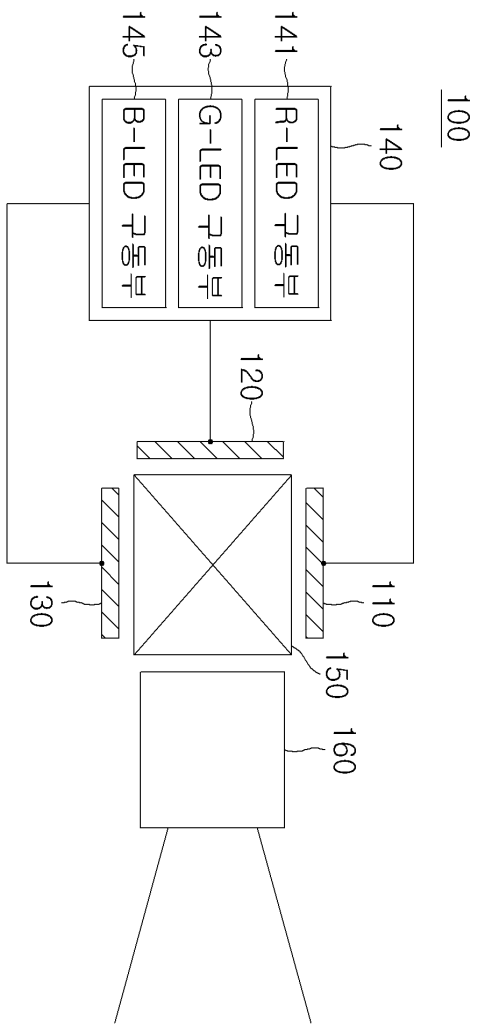


(a)

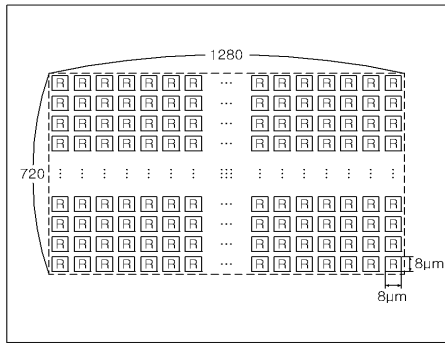


(b)

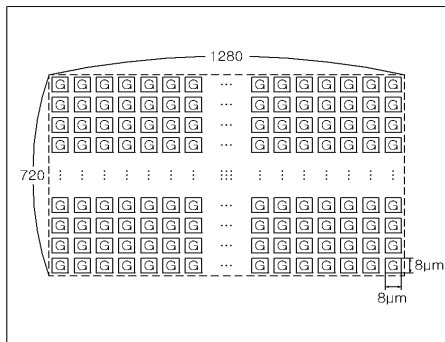
도면2



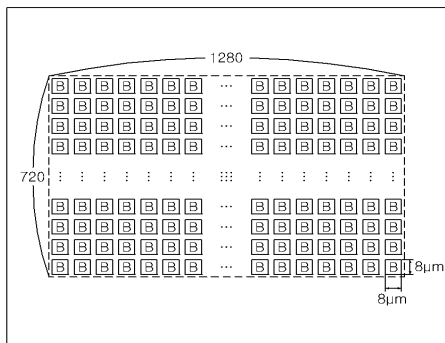
도면3



(a)

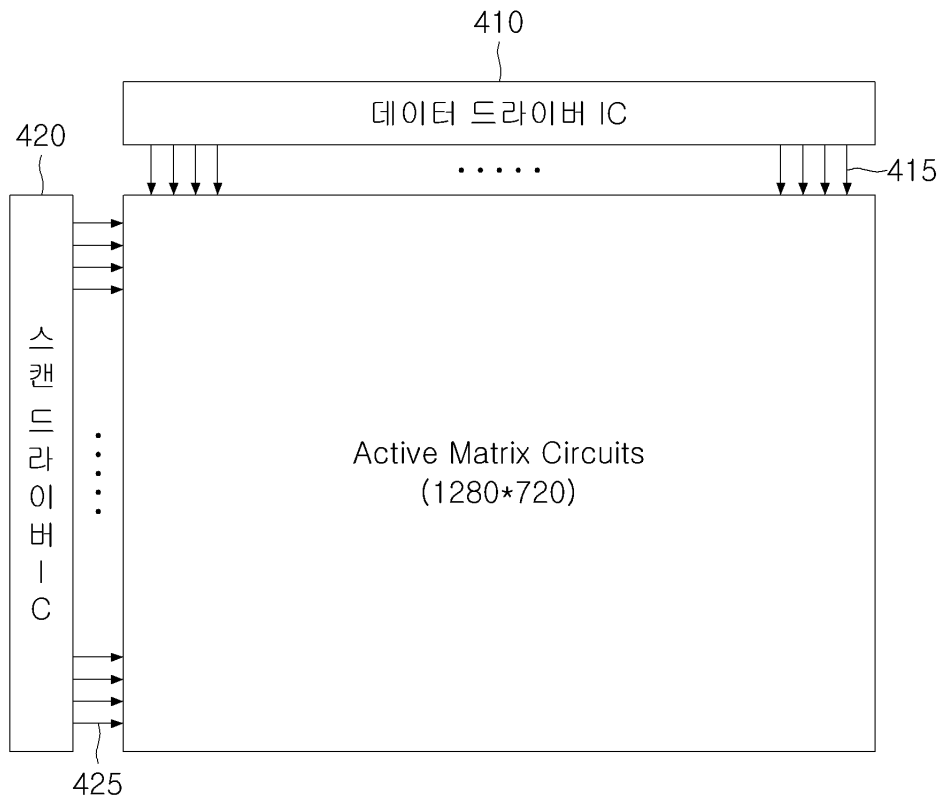


(b)

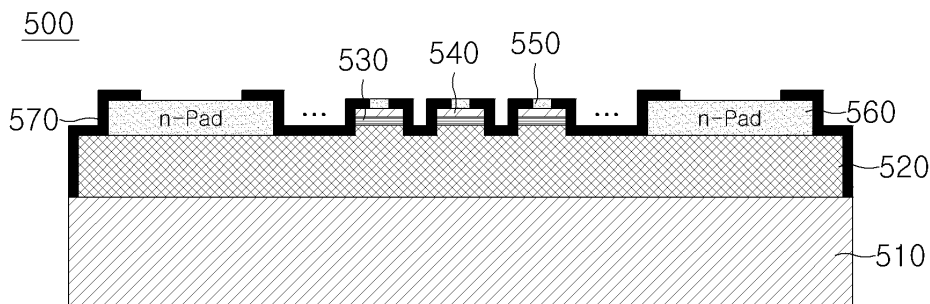


(c)

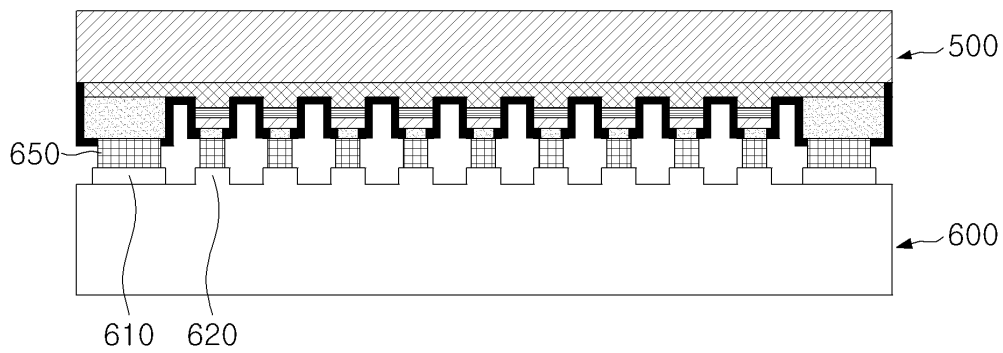
도면4



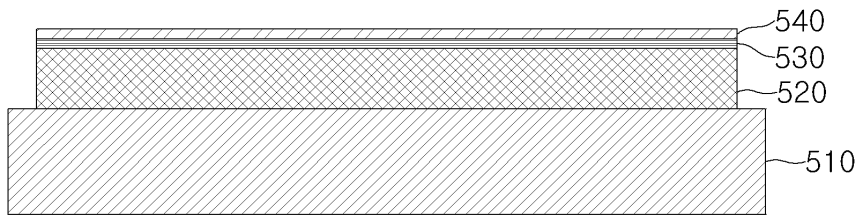
도면5a



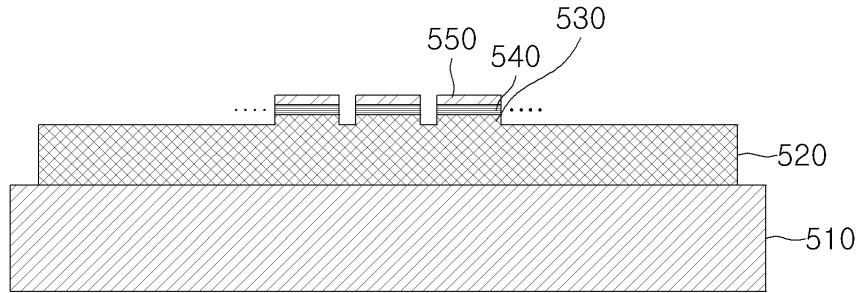
도면5b



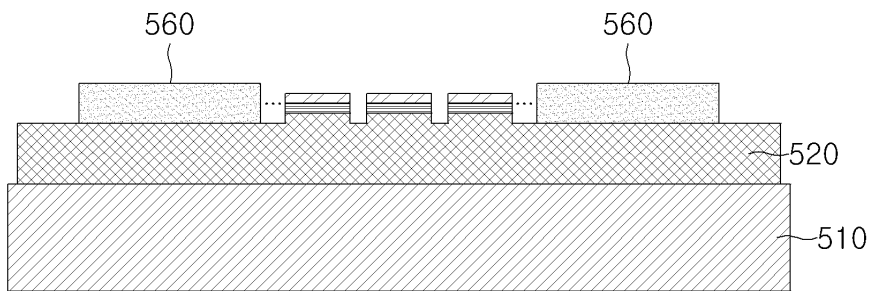
도면6a



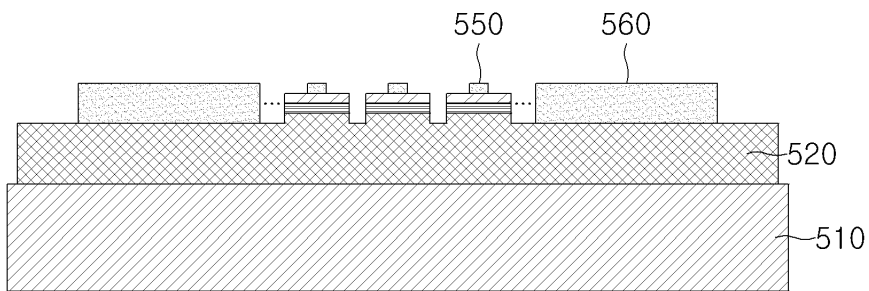
도면6b



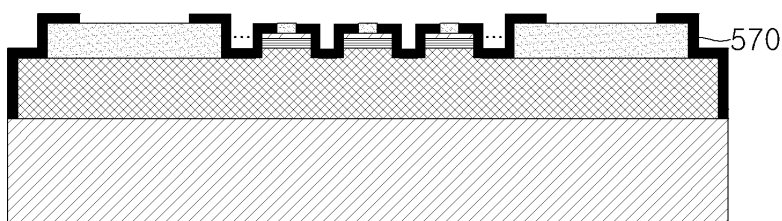
도면6c



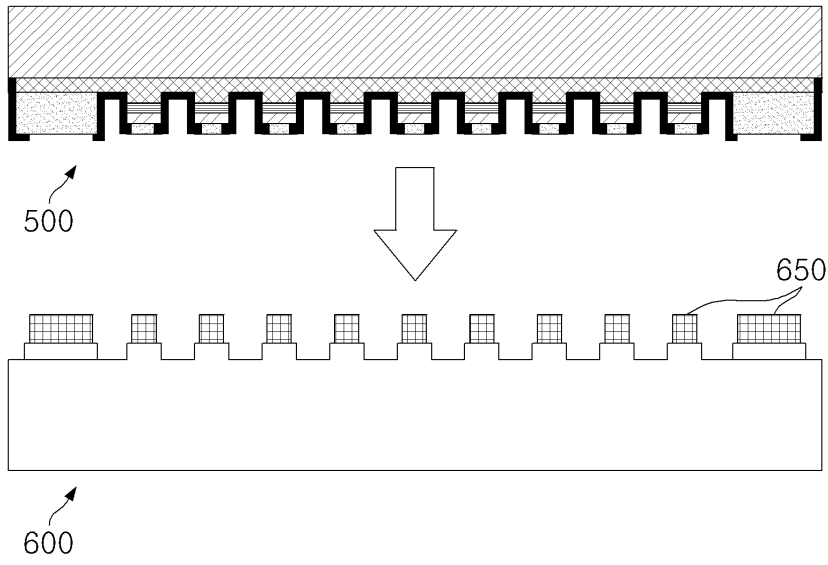
도면6d



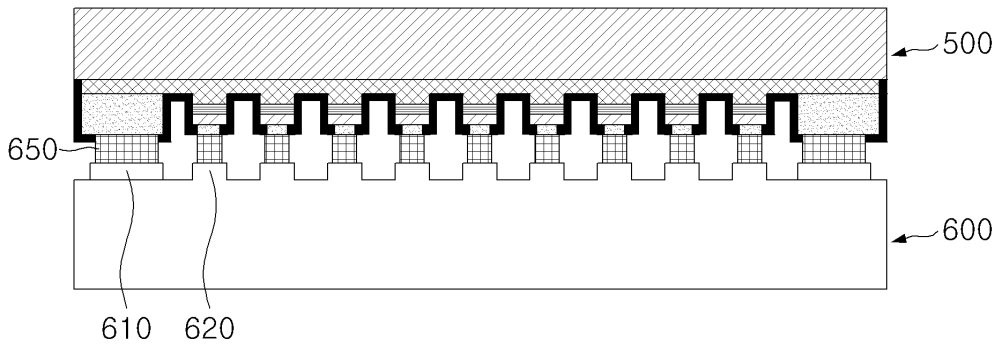
도면6e



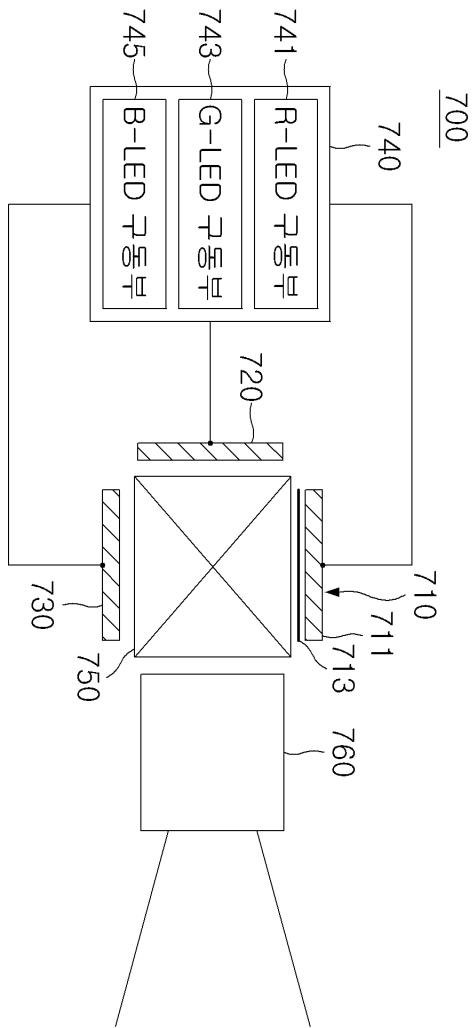
도면6f



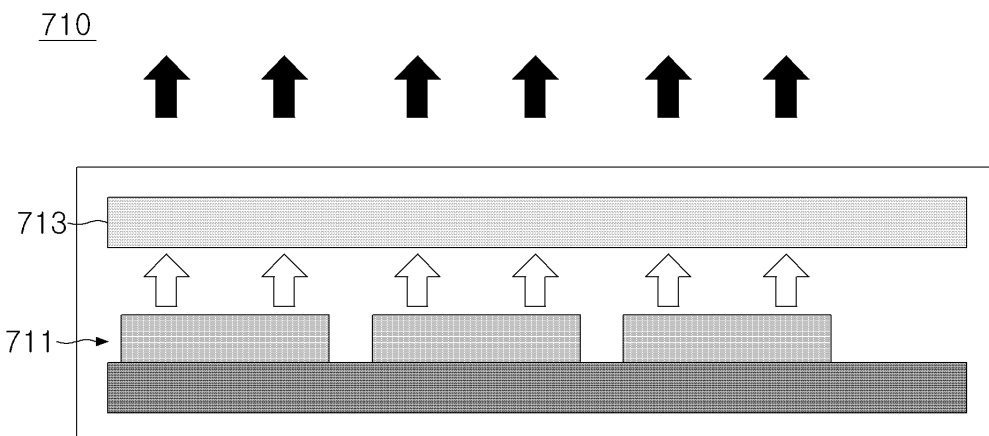
도면6g



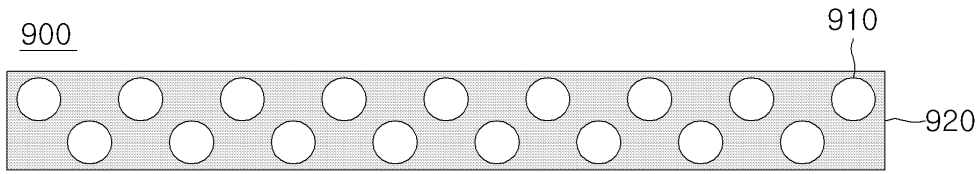
도면7



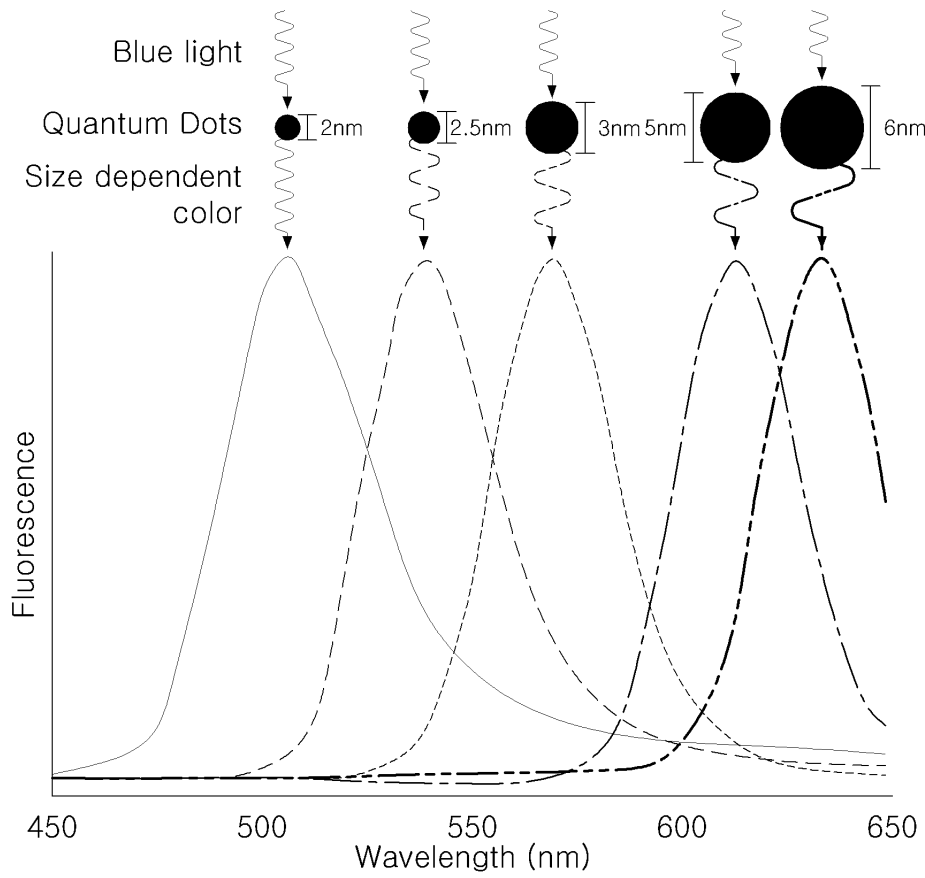
도면8



도면9

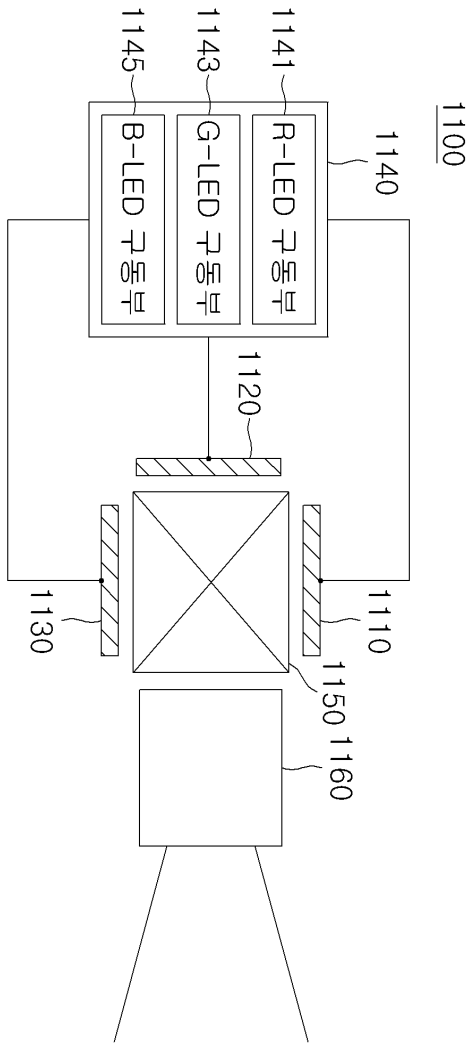


도면10

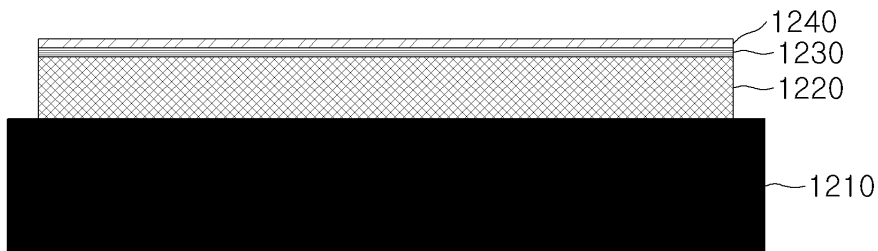


<Quantum Dot Size and Color>

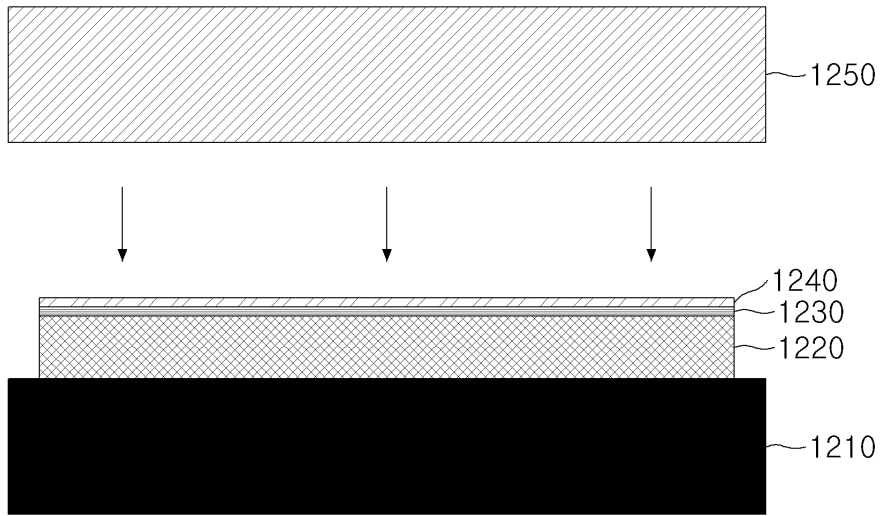
도면11



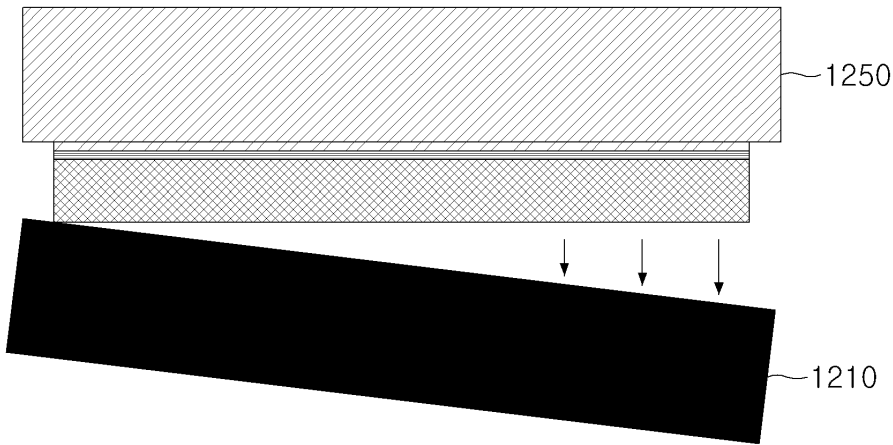
도면12a



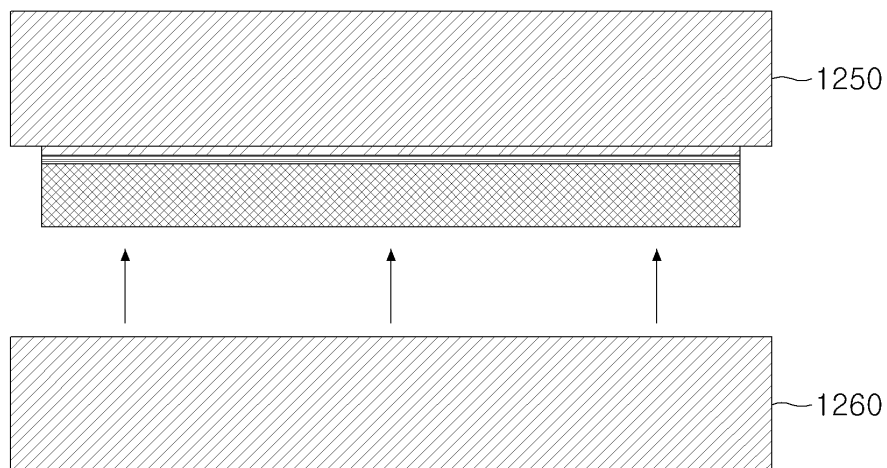
도면12b



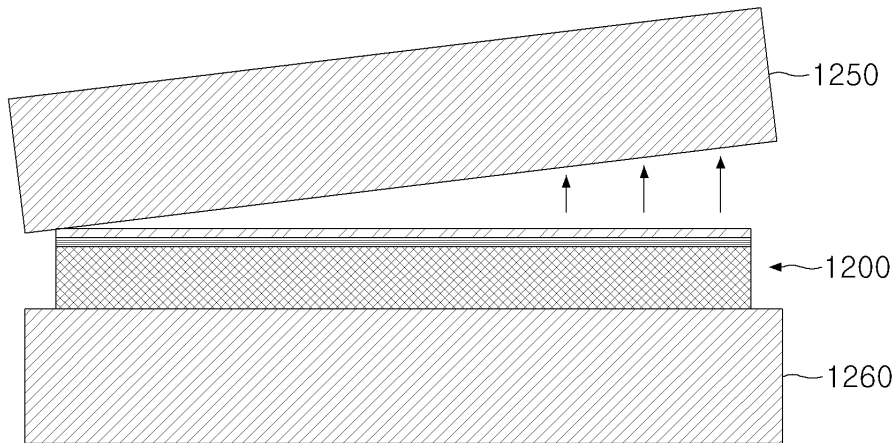
도면12c



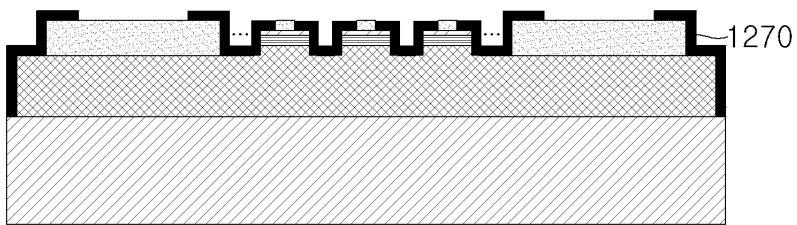
도면12d



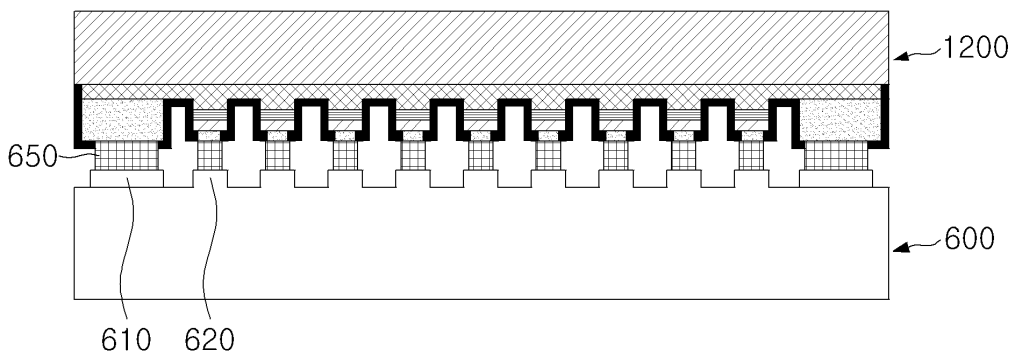
도면12e



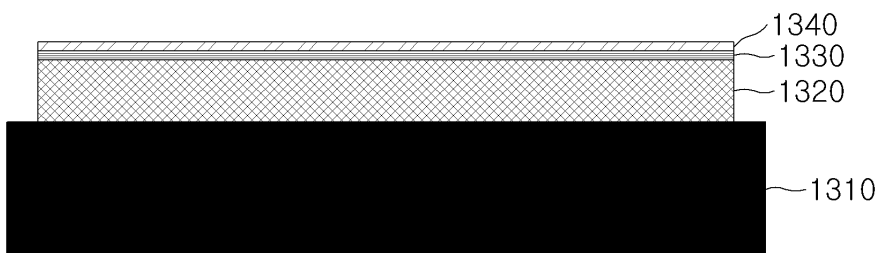
도면12f



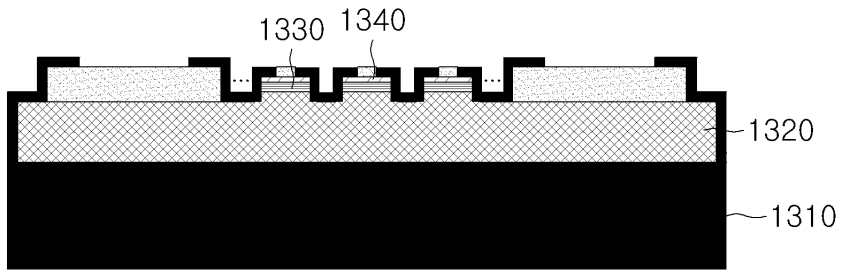
도면12g



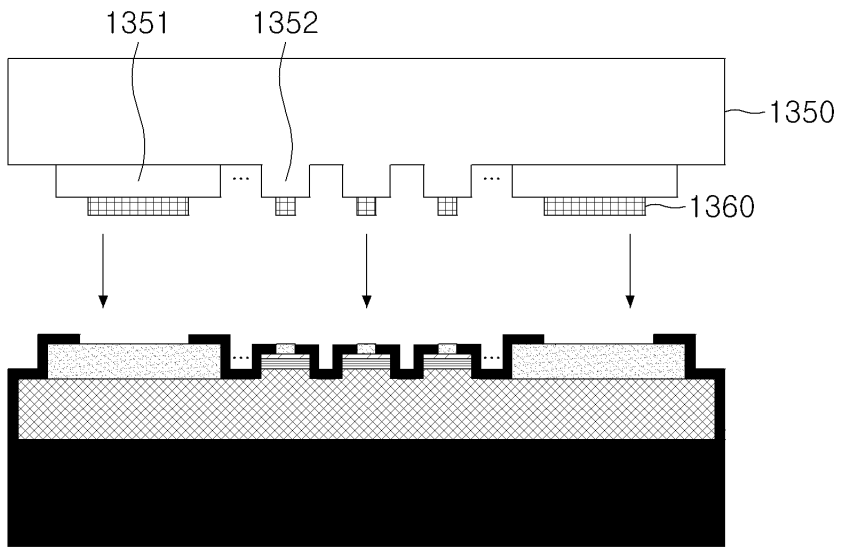
도면13a



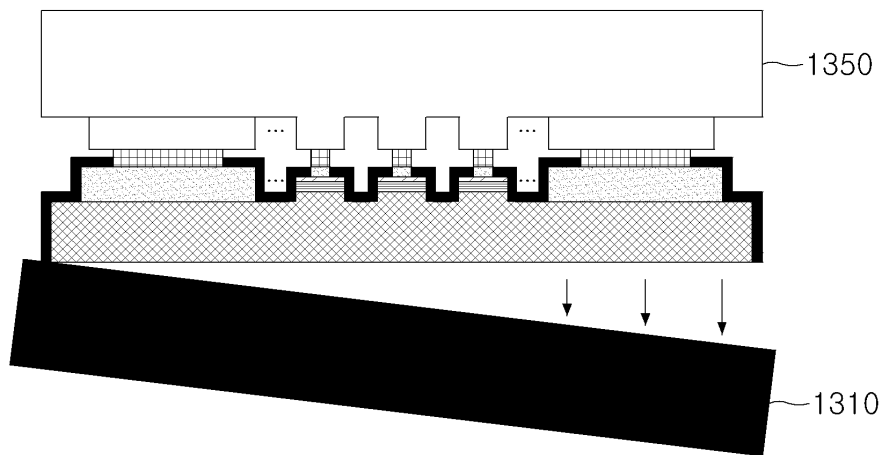
도면13b



도면13c



도면13d



도면13e

