



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0118488
(43) 공개일자 2018년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/15 (2006.01) H01L 33/38 (2010.01)

H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/58 (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 27/156 (2013.01)

H01L 33/0079 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0051892

(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

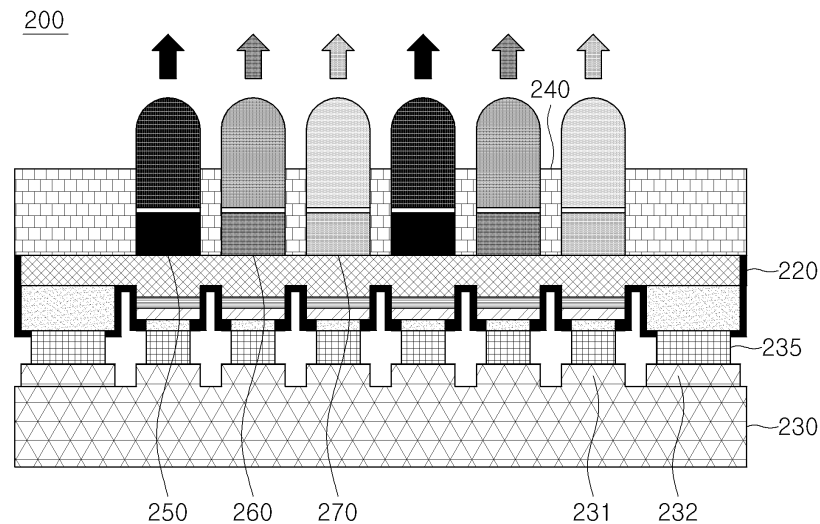
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 고 해상도의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있는 마이크로 LED 디스플레이 장치에 관한 것으로, 복수의 CMOS 셀들이 행과 열로 배열되는 마이크로 LED 구동기판(backplane); 및 상기 마이크로 LED 구동기판 상에 플립칩 본딩되며, 상기 복수의 CMOS 셀들과 전기적으로 연결되는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 구비하는 마이크로 LED 패널을 포함하되, 상기 마이크로 LED 패널은, 발광 구조물의 제1 면을 단위 픽셀 영역에 따라 식각(etching)하여 형성된 복수의 마이크로 LED 픽셀들과, 상기 발광 구조물을 수직 방향으로 식각한 부분들의 위치에 대응하는 상기 발광 구조물의 제2 면 상에 형성되는 복수의 격벽들을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

H01L 33/385 (2013.01)

H01L 33/50 (2013.01)

H01L 33/58 (2013.01)

(72) 발명자

김용필

경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동, 주식
회사 루멘스)

문명지

경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동, 주식
회사 루멘스)

장한빛

경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동, 주식
회사 루멘스)

박재순

경기도 용인시 기흥구 원고매로 12 (고매동, 주식
회사 루멘스)

명세서

청구범위

청구항 1

마이크로 LED 디스플레이 장치로서,

복수의 CMOS 셀들이 행과 열로 배열되는 마이크로 LED 구동기판(backplane); 및

상기 마이크로 LED 구동기판 상에 플립칩 본딩되며, 상기 복수의 CMOS 셀들과 전기적으로 연결되는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 구비하는 마이크로 LED 패널을 포함하되,

상기 마이크로 LED 패널은, 발광 구조물의 제1 면을 단위 픽셀 영역에 따라 식각(etching)하여 형성된 복수의 마이크로 LED 픽셀들과, 상기 발광 구조물을 수직 방향으로 식각한 부분들의 위치에 대응하는 상기 발광 구조물의 제2 면 상에 형성되는 복수의 격벽들을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 마이크로 LED 패널은,

상기 발광 구조물의 제2 면 상의 제1 격벽과 제2 격벽 사이에 주입되는 제1 색광 변환 물질, 상기 제2 격벽과 제3 격벽 사이에 주입되는 제2 색광 변환 물질, 상기 제3 격벽과 제4 격벽 사이에 주입되는 제3 색광 변환 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 마이크로 LED 패널은,

상기 발광 구조물의 제2 면 상의 격벽과 격벽 사이에 주입되는 백색 발광용 형광체와, 상기 백색 발광용 형광체 상에 배치되는 컬러 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 백색 발광용 형광체는 상기 격벽의 높이와 동일하게 주입되며,

상기 컬러 필터는, 상기 백색 발광용 형광체에서 방사되는 파장들 중에서 제1 파장만을 통과시키는 제1 필터, 상기 백색 발광용 형광체에서 방사되는 파장들 중에서 제2 파장만을 통과시키는 제2 필터, 및 상기 백색 발광용 형광체에서 방사되는 파장들 중에서 제3 파장만을 통과시키는 제3 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 격벽은, 포토리소그래피(photolithography) 공정을 통해 제조되며, 고분자 화합물 또는 세라믹 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 격벽들은 서로 동일한 높이로 형성되며, 격벽과 격벽 사이의 간격은 픽셀 사이즈(pixel size)에 대응하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 발광 구조물의 수직구조는, 차례대로, 성장 기관, 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 제1 및 제2 도전형 메탈층을 포함하며,

상기 복수의 격벽들은, 상기 성장 기관의 상면에 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 발광 구조물의 수직구조는, 차례대로, 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 제1 및 제2 도전형 메탈층을 포함하고,

상기 복수의 격벽들은, 상기 제1 도전형 반도체층의 상면에 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들이 형성되지 않은 부분은, 식각 공정을 통해 활성층 및 제2 도전형 반도체층이 선택적으로 제거되어 제1 도전형 반도체층이 노출되며,

상기 노출된 제1 도전형 반도체층 상에는 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들과 이격되게 제1 도전형 메탈층이 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

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

청구항 11

제9항에 있어서,

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

청구항 12

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 마이크로 LED 구동기관은, 상기 제1 도전형 메탈층에 대응되게 형성된 공통 셀을 포함하고, 상기 제1 도전형 메탈층과 상기 공통 셀은 범프에 의해 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치.

청구항 13

복수의 CMOS 셀들이 행과 열로 배열되는 마이크로 LED 구동기관(backplane)을 제조하는 단계;

발광 구조물의 제1 면을 단위 픽셀 영역에 따라 식각(etching)하여 형성되며, 상기 복수의 CMOS 셀들에 대응하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 포함하는 마이크로 LED 패널을 제조하는 단계;

상기 마이크로 LED 구동기관 상에 복수의 범프들을 배치하고, 상기 복수의 범프들이 배치된 마이크로 LED 구동기관 상에 상기 마이크로 LED 패널을 플립 칩 본딩하는 단계;

상기 발광 구조물의 제2 면에 감광제를 코팅하고, 상기 감광제 위에 마스크 패턴을 배치한 후 광을 조사하는 노광 공정을 수행하는 단계; 및

상기 노광 공정을 거친 감광제에 대해 현상 공정을 수행하여 상기 발광 구조물의 제2 면 상에 복수의 격벽을 형성하는 단계;를 포함하는 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 발광 구조물의 제2 면 상의 제1 격벽과 제2 격벽 사이에 제1 색광 변환 물질을 주입하고, 상기 제2 격벽과 제3 격벽 사이에 제2 색광 변환 물질을 주입하며, 상기 제3 격벽과 제4 격벽 사이에 제3 색광 변환 물질을 주입하는 단계를 포함하는 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 발광 구조물의 제2 면 상의 격벽과 격벽 사이에 백색 발광용 형광체를 주입하는 단계; 및

상기 백색 발광용 형광체 상에 컬러 필터를 배치하는 단계를 더 포함하는 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 마이크로 LED 픽셀과 마이크로 LED 픽셀 사이에 격벽 구조를 갖는 마이크로 LED 디스플레이 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 분야 등에서 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 디스플레이 뿐만 아니라 웨어러블 기기 및 인체 삽입용 의료기기까지 다양한 응용 분야에 광범위하게 적용될 수 있다. 다만, 위에 언급된 응용 분야에서 LED 광원이 적용되기 위해서는 얇고 유연한 마이크로 수준의 광원 개발이 필수이고, LED에 유연성을 부여하기 위해서는 분리된 박막 GaN층을 개별 또는 원하는 배열로 유연한 기판에 전사하는 공정이 요구된다.

[0006] 이러한 마이크로 LED 기술 분야에 대한 연구 및 개발에 따라, 현재 하나의 색상(즉, 적색, 녹색, 청색)을 구현할 수 있는 마이크로 LED 패널 제조 기술은 존재하지만, 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있는 마이크로 LED 패널 제조 기술은 아직 학계나 산업계에 보고되고 있지 않다. 따라서, 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있는 마이크로 LED 패널을 개발할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제 및 다른 문제를 해결하는 것을 목적으로 한다. 또 다른 목적은 마이크로 LED 픽셀과 마이크로 LED 픽셀 사이의 위치에 대응하는 성장 기판 상에 복수의 격벽들이 반복적으로 형성되는 구조를 갖는 마

이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

[0008] 또 다른 목적은 마이크로 LED 픽셀과 마이크로 LED 픽셀 사이의 위치에 대응하는 제1 도전형 반도체층 상에 복수의 격벽들이 반복적으로 형성되는 구조를 갖는 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

[0009] 또 다른 목적은 격벽과 격벽 사이에 R/G/B 색광 변환 물질을 주입하여 풀 컬러를 구현할 수 있는 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

[0010] 또 다른 목적은 격벽과 격벽 사이에 백색 발광용 형광체를 주입하고, 그 위에 컬러 필터를 배치하여 풀 컬러를 구현할 수 있는 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 복수의 CMOS 셀들이 행과 열로 배열되는 마이크로 LED 구동기판(backplane); 및 상기 마이크로 LED 구동기판 상에 플립칩 본딩되며, 상기 복수의 CMOS 셀들과 전기적으로 연결되는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 구비하는 마이크로 LED 패널을 포함하되, 상기 마이크로 LED 패널은, 발광 구조물의 제1 면을 단위 픽셀 영역에 따라 식각(etching)하여 형성된 복수의 마이크로 LED 픽셀들과, 상기 발광 구조물을 수직 방향으로 식각한 부분들의 위치에 대응하는 상기 발광 구조물의 제2 면 상에 형성되는 복수의 격벽들을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 디스플레이 장치를 제공한다.

[0012] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 복수의 CMOS 셀들이 행과 열로 배열되는 마이크로 LED 구동기판(backplane)을 제조하는 단계; 발광 구조물의 제1 면을 단위 픽셀 영역에 따라 식각(etching)하여 형성되며, 상기 복수의 CMOS 셀들에 대응하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 포함하는 마이크로 LED 패널을 제조하는 단계; 상기 마이크로 LED 구동기판 상에 복수의 범프들을 배치하고, 상기 복수의 범프들이 배치된 마이크로 LED 구동기판 상에 상기 마이크로 LED 패널을 플립 칩 본딩하는 단계; 상기 발광 구조물의 제2 면에 감광제를 코팅하고, 상기 감광제 위에 마스크 패턴을 배치한 후 광을 조사하는 노광 공정을 수행하는 단계; 및 상기 노광 공정을 거친 감광제에 대해 현상 공정을 수행하여 상기 발광 구조물의 제2 면 상에 복수의 격벽을 형성하는 단계;를 포함하는 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 실시 예들에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0014] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 픽셀과 픽셀 사이의 위치에 대응하는 성장기판 상에 복수의 격벽을 주기적으로 배치함으로써, 픽셀과 픽셀 간의 색상 간섭을 효과적으로 제거할 수 있을 뿐만 아니라, R/G/B 색광 변환 물질이 성장기판 상에 용이하게 도포될 수 있도록 하는 장점이 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 픽셀과 픽셀 사이의 위치에 대응하는 발광 구조물 상에 복수의 격벽을 주기적으로 배치함으로써, 픽셀과 픽셀 간의 색상 간섭을 효과적으로 제거할 수 있고, 성장 기판으로 인한 빛의 산란을 최소화할 수 있으며, R/G/B 색광 변환 물질이 발광 구조물 상에 용이하게 도포될 수 있도록 하는 장점이 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 픽셀과 픽셀 사이의 위치에 대응하는 발광 구조물 상에 복수의 격벽을 주기적으로 배치함으로써, 픽셀과 픽셀 간의 색상 간섭을 효과적으로 제거할 수 있고, 성장 기판으로 인한 빛의 산란을 최소화할 수 있으며, 백색 발광용 형광체가 발광 구조물 상에 용이하게 도포될 수 있도록 하는 장점이 있다.

[0017] 다만, 본 발명의 실시 예들에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법이 달성할 수 있는 효과는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도;

도 2는 마이크로 LED 패널의 픽셀 수 및 크기를 설명하기 위해 참조되는 도면;

도 3은 CMOS 백플레인을 통해 마이크로 LED 패널을 구동하는 동작을 설명하는 도면;

도 4는 쿼터닷의 크기와 발광 색상 간의 관계를 설명하기 위해 참조되는 도면;

도 5a 내지 도 5g는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면;

도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도;

도 7a 내지 도 7h는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면;

도 8은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도;

도 9는 본 발명과 관련된 컬러필터 구조의 일 예를 설명하는 도면;

도 10a 내지 도 10h는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 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. 이하, 본 발명에 따른 실시 예의 설명에 있어서, 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.

[0020] 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.

[0021] 본 발명은, 마이크로 LED 픽셀과 마이크로 LED 픽셀 사이의 위치에 대응하는 성장 기판 또는 발광 구조물 상에 형성되는 격벽 구조물을 구비하며, 풀 컬러를 구현할 수 있는 마이크로 LED 디스플레이 장치 및 그 제조방법을 제안한다. 이하, 본 실시 예에서, 마이크로 LED 디스플레이 장치는, 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 포함하는 마이크로 LED 패널과 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 독립적으로 구동하기 위한 복수의 CMOS 셀들을 포함하는 CMOS 백플레인인 범프(bump)를 통해 풀립칩 본딩함으로써 형성될 수 있다.

[0022] 이하에서는, 본 발명의 다양한 실시 예들에 대하여, 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

제1 실시 예

[0025] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치(100)는 마이크로 LED 구동기관(또는 CMOS 백플레인(backplane), 130), 마이크로 LED 패널 및 복수의 범프들(135)을 포함할 수 있다.

[0027] 마이크로 LED 패널은 웨이퍼 상에 적층된 복수의 마이크로 LED 픽셀들이 매트릭스 형태로 배열된 어레이(array) 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 R/G/B 광을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 복수의 마이크로 LED 픽셀들은, 청색 발광소자, 녹색 발광소자, 적색 발광소자 및 UV 발광소자 중 어느 하나로 구성될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다.

[0028] 일 예로, 도 2에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 패널은, 복수의 행(720)과 복수의 열(1280)로 배열된 마이크로 LED 픽셀들을 포함할 수 있다. 또한, 마이크로 LED 패널을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들은 각각 $8\mu\text{m} \times 8\mu\text{m}$ 의 크기로 구성될 수 있다. 하지만, 영상 표시 기기의 용도 및 종류 등에 따라, 마이크로 LED 패널의 픽셀 수 및 크기 등을 변경하여 제작할 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.

- [0029] 이러한 마이크로 LED 패널은 발광 구조물(또는 복수의 마이크로 LED 픽셀들, 120), 상기 발광 구조물(120) 상의 성장 기관(110), 상기 성장 기관(110) 상의 복수의 격벽(140), 및 격벽과 격벽 사이에 위치하는 R/G/B 색광 변환 물질(150, 160, 170) 등을 포함할 수 있다.
- [0030] 발광 구조물(120)은, 제1 도전형 반도체층, 상기 제1 도전형 반도체층 아래의 활성층, 상기 활성층 아래의 제2 도전형 반도체층, 상기 제2 도전형 반도체층 아래의 제2 도전형 메탈층, 상기 제1 도전형 반도체층 아래의 제1 도전형 메탈층 및 패시베이션 층을 포함할 수 있다. 이러한 발광 구조물(120)은 화합물 반도체의 조성비에 따라서 다른 파장의 광을 방사할 수 있다.
- [0031] 제1 도전형 반도체층은 n형 도펀트가 도핑된 족-족 원소의 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 제1 도전형 반도체층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGa N, GaN , AlGa N, AlIn N, InGa N, AlN , InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0032] 활성층은 제1 도전형 반도체층을 통해서 주입되는 전자(또는 정공)와 제2 도전형 반도체층을 통해서 주입되는 정공(또는 전자)이 서로 만나서, 활성층의 형성 물질에 따른 에너지 밴드(Energy Band)의 밴드갭(Band Gap) 차이에 의해서 빛을 방출하는 층이다. 상기 활성층은 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 활성층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료로 형성될 수 있다. 활성층이 다중 양자 우물 구조로 형성된 경우, 상기 활성층은 복수의 우물층과 복수의 장벽층이 교대로 적층되어 형성될 수 있다.
- [0033] 제2 도전형 반도체층은 p형 도펀트가 도핑된 족-족 원소의 화합물 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 제2 도전형 반도체층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGa N, GaN , AlGa N, InGa N, AlIn N, AlN , InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0034] 제2 도전형 반도체층 상에는 제2 도전형 메탈층(즉, p 전극)이 형성될 수 있고, 제1 도전형 반도체층 상에는 제1 도전형 메탈층(즉, n 전극)이 형성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층은 마이크로 LED 패널에 형성된 복수의 마이크로 LED 픽셀들로 전원을 제공한다.
- [0035] 제2 도전형 메탈층은 각각의 마이크로 LED 픽셀에 대응하는 제2 도전형 반도체층 상에 배치되며, 마이크로 LED 구동기관(130)에 구비된 각각의 CMOS 셀(131)과 범프(135)를 통해 전기적으로 연결될 수 있다. 한편, 다른 실시예로, 제2 도전형 반도체층 상에 DBR(Distributed Bragg Reflector) 등과 같은 반사층(미도시)이 존재하는 경우, 상기 제2 도전형 메탈층은 반사층 상에 배치될 수 있다.
- [0036] 제1 도전형 메탈층은 제1 도전형 반도체층의 메사 식각된 영역 상에 배치되며, 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들과 일정 거리만큼 이격되도록 형성될 수 있다. 제1 도전형 메탈층은 제1 도전형 반도체층 상에서 마이크로 LED 패널의 외곽을 따라 소정의 폭을 갖도록 형성될 수 있다. 제1 도전형 메탈층의 높이는 상기 복수의 마이크로 LED 픽셀들의 높이와 대체로 동일하게 형성될 수 있다. 제1 도전형 메탈층은 범프(135)에 의해 마이크로 LED 구동기관(130)의 공통 셀(132)과 전기적으로 연결되어, 마이크로 LED 픽셀들의 공통 전극으로서 기능한다. 예를 들어, 제1 도전형 메탈층은 공통 접지일 수 있다.
- [0037] 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 제1 및 제2 도전형 메탈층의 적어도 일 측면에는 패시베이션층이 형성될 수 있다. 상기 패시베이션층은 제1 도전형 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 반도체층을 전기적으로 보호하기 위하여 형성될 수 있으며, 예를 들어, SiO_2 , SiO_x , SiO_xN_y , Si_3N_4 , Al_2O_3 로 형성될 수 있으나, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0038] 성장 기관(110)은 투광성을 갖는 재질, 예를 들어, 사파이어(Al_2O_3), 단 결정 기관, SiC, GaAs, GaN, ZnO, AlN, Si, GaP, InP, Ge 중 적어도 하나로 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0039] 복수의 격벽(separator, 140)은, 성장 기관(110)의 두 면 중 발광 구조물(120)이 적층되지 않은 평평한 면 상에 형성될 수 있다. 상기 복수의 격벽(140)은, 픽셀(pixel)과 픽셀(pixel) 사이의 위치(즉, 활성층 및 제2 도전형 반도체층이 식각된 영역)에 대응하는 성장 기관(110) 상에 배치되어, 픽셀 간의 색상 혼합을 최소화하는 기능을 수행할 수 있다. 이러한 복수의 격벽(140)은 포토리소그래피(photolithography) 공정을 통해 제조될 수 있다.

이에 따라, 상기 복수의 격벽(140)은 감광제(photo resist, PR)로 형성될 수 있다. 감광제는 특정 파장의 빛을 받아 현상액에서의 용해도가 변하는 특성을 이용해 후속 현상 처리 과정 중 빛을 받은 부분과 그렇지 않은 부분을 선택적으로 제거할 수 있는 물질을 일컫는다. 이러한 감광제로, 고분자(polymer) 화합물이 사용될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다. 한편, 다른 실시 예로, 상기 복수의 격벽(140)은 고분자 화합물이 아닌 세라믹 재질로 형성될 수도 있다. 이러한 경우, 상기 포토리소그래피 공정에 습식 또는 건식 에칭 공정이 추가될 수 있다.

[0040] 격벽(140)들의 높이는 거의 동일하게 형성될 수 있고, 격벽(140)과 격벽(140) 사이의 간격은 픽셀 크기와 동일하게 형성될 수 있다.

[0041] R/G/B 색광 변환 물질(또는 R/G/B 형광체, 150, 160, 170)은 격벽과 격벽 사이에 배치되어, 각각의 발광소자(즉, 픽셀)로부터 방출되는 빛의 파장을 변경할 수 있다. 마이크로 LED 패널(100)에 사용되는 R/G/B 색광 변환 물질(150, 160, 170)은 발광소자에서 방사되는 파장(wavelength)의 종류에 따라 변경될 수 있다.

[0042] 적색 발광용 형광체(150)로는 GaAlAs; (Y, Gd)BO₃: Eu³⁺; Y₂O₃: Eu 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다. 녹색 발광용 형광체(160)로는 GaP : N; Zn₂SiO₄ : Mn; ZnS : Cu, Al 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다. 청색 발광용 형광체(170)로는 GaN; BaMgAl₁₄O₂₃: Eu²⁺; ZnS: Ag 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다.

[0043] 또한, R/G/B 색광 변환 물질(150, 160, 170)로 퀀텀닷(또는 양자점, Quantum Dot)이 사용될 수 있다. 퀀텀닷은 지름이 수 나노미터(nm)인 반도체 나노 입자로 양자구속 혹은 양자가둠 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. 화학 합성 공정으로 만들어지는 퀀텀닷은 재료를 바꾸지 않고 입자 크기를 조절하는 것만으로도 원하는 색상을 구현할 수 있다. 가령, 도 4에 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.

[0044] 퀀텀닷은 II-VI족, III-V족 또는 IV족 물질일 수 있으며, 구체적으로 CdSe, CdTe, CdS, ZnSe, ZnTe, ZnS, InP, GaP, GaInP₂, PbS, ZnO, TiO₂, AgI, AgBr, HgI₂, PbSe, In₂S₃, In₂Se₃, Cd₃P₂, Cd₃As₂ 또는 GaAs일 수 있다. 또한, 퀀텀닷은 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.

[0045] 마이크로 LED 구동기판(130)은 마이크로 LED 패널과 마주보도록 배치되며, 입력 영상 신호에 대응하여 상기 마이크로 LED 패널에 구비되는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 구동하는 기능을 수행할 수 있다.

[0046] 마이크로 LED 구동기판(130)은, 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 개별 구동시키기 위한 복수의 CMOS 셀들(131)을 구비하는 Active Matrix 회로부와, 상기 Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀(132)을 포함할 수 있다. 상기 마이크로 LED 구동기판(130)의 일 예로, 실리콘(Si) 기판 또는 PCB 기판이 사용될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다.

[0047] Active Matrix 회로부에 구비되는 복수의 CMOS 셀들(131) 각각은 범프(135)를 통해 대응되는 마이크로 LED 픽셀에 전기적으로 연결된다. 복수의 CMOS 셀들(131) 각각은 대응되는 마이크로 LED 픽셀을 개별적으로 구동시키기 위한 집적회로(IC)이다. 따라서, 복수의 CMOS 셀들(131) 각각은, 두 개의 트랜지스터와 하나의 커패시터를 포함하는 픽셀 구동 회로일 수 있고, 범프들(135)을 이용하여 마이크로 LED 구동기판(130)에 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.

[0048] Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀(132)은 데이터 드라이버 IC(data driver IC)와 스캔 드라이버 IC(scan driver IC)를 포함할 수 있다. 가령, 도 3에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 패널을 구성하는 복수의 마이크로 LED 픽셀들(미도시)은 복수의 스캐닝 라인(325)과 복수의 데이터 라인(315)의 교차 지점들에 위치할 수 있다. 복수의 마이크로 LED 픽셀들로 입력되는 복수의 스캐닝 라인(325)은 스캔 드라이버 IC(320)에 의해 제어되고, 복수의 마이크로 LED 픽셀들로 입력되는 복수의 데이터 라인(315)은 데이터 드라이버 IC(310)에 의해 제어된다.

- [0049] 이러한 마이크로 LED 구동기판(130)을 통한 마이크로 LED 패널의 제어 동작을 간단히 살펴보면, 스캔 드라이버 IC(320)는, 이미지 데이터 제공 시, 복수의 스캐닝 라인(325) 모두를 스캐닝하면서 그 중 어느 하나 이상에 H(high) 신호를 입력하여 턴 온(turn on) 시킨다. 한편, 데이터 드라이버 IC(310)에서 이미지 데이터를 복수의 데이터 라인들(315)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 라인이 순차적으로 스캐닝되면서 한 프레임(frame)에 대한 디스플레이가 완료된다.
- [0050] 이상 상술한 바와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치는, 픽셀과 픽셀 사이의 위치에 대응하는 성장 기판 상에 복수의 격벽을 주기적으로 배치함으로써, 픽셀과 픽셀 간의 색상 간섭을 효과적으로 제거할 수 있을 뿐만 아니라, R/G/B 색광 변환 물질이 성장 기판 상에 용이하게 도포될 수 있도록 한다.
- [0051] 도 5a 내지 도 5g는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0052] 도 5a를 참조하면, 성장 기판(110) 상에 제1 도전형 반도체층(121), 활성층(122) 및 제2 도전형 반도체층(123)을 순차적으로 성장하여 발광 구조물(120)을 형성할 수 있다.
- [0053] 성장 기판(110)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, 이를 한정하지는 않는다.
- [0054] 제1 도전형 반도체층(121)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 InAlGa_N, GaN, AlGa_N, AlIn_N, InGa_N, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제1 도전형 반도체층(121)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH_3) 가스, 사일렌(SiH_4) 가스를 수소 gas와 함께 챔버(chamber)에 주입하여 형성될 수 있다. 성장 기판(110)과 제1 도전형 반도체층(121) 사이에 언도프트 반도체층(미도시) 및/또는 버퍼층(미도시)을 더 포함할 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0055] 활성층(122)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(122)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 트리메틸 인듐(TMIn) 가스, 암모니아(NH_3) 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0056] 제2 도전형 반도체층(123)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 InAlGa_N, GaN, AlGa_N, InGa_N, AlIn_N, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제2 도전형 반도체층(123)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH_3) 가스, 비세틸 사이클로 펜타디에닐 마그네슘($EtCp_2Mg$){ $Mg(C_2H_5C_5H_4)_2$ } 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0057] 도 5b를 참조하면, 발광 구조물(120)을 단위 픽셀 영역에 따라 아이솔레이션 에칭(isolation etching)을 수행하여 복수 개의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 아이솔레이션 에칭은 ICP(Inductively Coupled Plasma)와 같은 건식 식각 방법에 의해 실시될 수 있다. 이러한 아이솔레이션 에칭을 통해 제1 도전형 반도체층(121)의 일 상면이 노출된다. 이때, 공통 전극(즉, n 전극, 125)을 형성하기 위해, 제1 도전형 반도체층(121)의 테두리 영역이 소정의 폭을 갖도록 식각될 수 있다.
- [0058] 도 5c를 참조하면, 제2 도전형 반도체층(123)의 일 상면에 제2 도전형 메탈층(124)을 형성할 수 있고, 메사 식각된 제1 도전형 반도체층(121)의 일 상면에 제1 도전형 메탈층(125)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(124, 125)은 증착 공정 또는 도금 공정에 의해 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0059] 이후, 성장 기판(110), 화합물 반도체층(121, 122, 123), 제1 도전형 메탈층(125) 및 제2 도전형 메탈층(124) 상에 패시베이션층(126)을 형성하고, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(124, 125)의 일 상면이 외부로 노출되도록 상기 패시베이션층(126)을 선택적으로 제거할 수 있다.
- [0060] 도 5d를 참조하면, 마이크로 LED 구동기판(130)의 CMOS 셀들(131)과 공통 셀(132)의 상부에 복수의 범프들(135)을 배치한다. 마이크로 LED 패널을 상/하로 반전하여 제1 및 제2 도전형 메탈층(124, 125)이 아래 방향을 향하도록 한다. 상기 복수의 범프들(135)이 배치된 상태의 마이크로 LED 구동기판(130)과 마이크로 LED 패널을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(131)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상

기 복수의 범프들(135)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(131)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, 마이크로 LED 구동기판(130)의 공통 셀(132)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널의 공통 전극(125)이 전기적으로 연결되는 상태가 된다.

[0061] 도 5e를 참조하면, 스핀 코팅(spin coating) 방식을 이용하여 감광제(PR, 140)를 성장 기판(110) 상에 코팅할 수 있다. 한편, 다른 실시 예로, 코팅 공정 전에, 성장 기판(110)의 표면을 화학 처리(가령, HMDS (HexaMethyDiSilazane) 처리)하여 성장 기판(110)과 감광제(140) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다.

[0062] 이후, 감광제(140) 위에 마스크 패턴(180)을 정밀하게 정렬한 후 자외선 등을 조사하는 노광 공정을 수행할 수 있다. 이때, 마스크 패턴(180)은 매트릭스 형태로 배열될 수 있고, 상기 마스크 패턴(180)의 간격은, 픽셀과 픽셀 사이의 거리에 대응할 수 있다.

[0063] 도 5f를 참조하면, 노광 공정을 거친 감광제(140)에 대해 현상 공정을 수행하여 성장 기판(110) 상에 복수의 격벽(140)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 복수의 격벽(140)은 픽셀과 픽셀 사이의 위치(즉, 활성층과 제2 도전형 반도체층이 식각된 영역)에 대응하는 성장 기판(110) 상에 배치될 수 있다. 상기 현상 공정에서, 감광제(140)에 대한 현상액으로 수용성 알칼리 용액이 사용될 수 있다.

[0064] 한편, 본 실시 예에서는, 감광제를 통해 복수의 격벽을 형성하는 것을 예시하고 있으나 이를 제한하지는 않는다. 예컨대, 다른 실시 예로, 성장 기판 상에 격벽 형성을 위한 물질을 형성하고 그 위에 감광제를 적층한 다음, 마스크 패턴을 이용하여 노광 및 현상 공정을 순차적으로 수행하며, 상기 감광제에 의해 노출된 영역을 습식 또는 건식 에칭함으로써, 복수의 격벽을 성장 기판 상에 형성할 수도 있다.

[0065] 도 5g를 참조하면, 성장 기판(110) 상에 형성된 제1 격벽과 제2 격벽 사이에 R 형광체(150)를 주입하고, 성장 기판(110) 상에 형성된 제2 격벽과 제3 격벽 사이에 G 형광체(160)를 주입하며, 성장 기판(110) 상에 형성된 제3 격벽과 제4 격벽 사이에 B 형광체(170)를 주입할 수 있다. 이에 따라, 격벽과 격벽 사이에 R 형광체(150)가 존재하는 픽셀은 적색 광을 출력할 수 있고, 격벽과 격벽 사이에 G 형광체(160)가 존재하는 픽셀은 녹색 광을 출력할 수 있으며, 격벽과 격벽 사이에 B 형광체(170)가 존재하는 픽셀은 청색 광을 출력할 수 있다.

[0066] 이와 같이 상술한 공정들을 통해 형성된 마이크로 LED 디스플레이 장치(100)는 고 해상도(HD 급)의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있다. 이러한 마이크로 LED 디스플레이 장치(100)는 차량용 헤드업 디스플레이(Head-Up Display, HUD), 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted Display, HMD) 등과 같은 다양한 표시 장치에 응용될 수 있다.

[0068] 제2 실시 예

[0069] 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도이다. 도 1의 마이크로 LED 디스플레이 장치(100)와 달리, 본 발명의 실시 예는 성장 기판을 제거하여 광의 산란을 최소화할 수 있는 마이크로 LED 디스플레이 장치를 제공할 수 있다. 이하 본 실시 예에서, 마이크로 LED 구동기판(230), 발광 구조물(220), 복수의 격벽(240) 및 R/G/B 색광 변환 물질(250, 260, 270)은 도 1의 마이크로 LED 구동기판(130), 발광 구조물(120), 복수의 격벽(140) 및 R/G/B 색광 변환 물질(150, 160, 170)과 동일하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략하도록 한다.

[0070] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치(200)는 마이크로 LED 구동기판(230), 마이크로 LED 패널 및 복수의 범프들(235)을 포함할 수 있다.

[0071] 마이크로 LED 패널은 웨이퍼 상에 적층된 복수의 마이크로 LED 픽셀들이 매트릭스 형태로 배열된 어레이(array) 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 R/G/B 광을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 복수의 마이크로 LED 픽셀들은, 청색 발광소자, 녹색 발광소자, 적색 발광소자 및 UV 발광소자 중 어느 하나로 구성될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다.

[0072] 이러한 마이크로 LED 패널은 발광 구조물(또는 복수의 마이크로 LED 픽셀들, 220), 상기 발광 구조물(220) 상의 복수의 격벽(240), 및 격벽과 격벽 사이에 위치하는 R/G/B 색광 변환 물질(250, 260, 270) 등을 포함할 수 있다.

[0073] 발광 구조물(220)은 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 제1 도전형 메탈층, 제2 도전형 메탈층 및 패시베이션 층을 포함할 수 있다. 이러한 발광 구조물(220)은 화합물 반도체의 조성비에 따라 서로 다른

파장의 광을 방사할 수 있다.

- [0074] 상기 발광 구조물(220)의 제2 도전형 반도체층 상에는 제2 도전형 메탈층(즉, p 전극)이 형성될 수 있고, 상기 제1 도전형 반도체층 상에는 제1 도전형 메탈층(즉, n 전극)이 형성될 수 있다. 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 제1 및 제2 도전형 메탈층의 적어도 일 측면에는 패시베이션층이 형성될 수 있다. 상기 패시베이션층은 제1 도전형 반도체층, 활성층 및 제2 도전형 반도체층을 전기적으로 보호하기 위하여 형성될 수 있으며, 예를 들어, SiO_2 , SiO_x , SiO_xN_y , Si_3N_4 , Al_2O_3 로 형성될 수 있으나, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0075] 복수의 격벽(separator, 240)은, 발광 구조물(220)의 두 면 중 식각되지 않은 평평한 면 상에 형성될 수 있다. 상기 복수의 격벽(240)은, 픽셀과 픽셀 사이의 위치(즉, 활성층과 제2 도전형 반도체층이 식각된 영역)에 대응하는 발광 구조물(220) 상에 배치되어, 픽셀 간의 색상 혼합을 최소화하는 기능을 수행할 수 있다. 이러한 복수의 격벽(240)은 포토리소그래피(photolithography) 공정을 통해 제조될 수 있다.
- [0076] 격벽(240)들의 높이는 거의 동일하게 형성될 수 있고, 격벽(240)과 격벽(240) 사이의 간격은 픽셀 사이즈와 동일하게 형성될 수 있다.
- [0077] R/G/B 색광 변환 물질(또는 R/G/B 형광체, 250, 260, 270)은 격벽과 격벽 사이에 배치되어, 각각의 발광소자(즉, 픽셀)로부터 방출되는 빛의 파장을 변경할 수 있다. 적색 발광용 형광체(250)로는 GaAlAs ; (Y, Gd) BO_3 : Eu^{3+} ; Y_2O_3 : Eu ; 퀀텀닷 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되는지 않는다. 녹색 발광용 형광체(260)로는 GaP : N; Zn_2SiO_4 : Mn; ZnS : Cu, Al; 퀀텀닷 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되는지 않는다. 청색 발광용 형광체(270)로는 GaN ; $\text{BaMgAl}_{14}\text{O}_{23}$: Eu^{2+} ; ZnS : Ag; 퀀텀닷 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되는지 않는다.
- [0078] 마이크로 LED 구동기판(230)은 마이크로 LED 패널과 마주보도록 배치되며, 입력 영상 신호에 대응하여 마이크로 LED 패널에 구비되는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 구동하는 기능을 수행할 수 있다. 상기 마이크로 LED 구동기판(230)은, 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 개별 구동시키기 위한 복수의 CMOS 셀들(231)을 구비하는 Active Matrix 회로부와, 상기 Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀(232)을 포함할 수 있다.
- [0079] 이상 상술한 바와 같이, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치는, 픽셀과 픽셀 사이의 위치에 대응하는 발광 구조물 상에 복수의 격벽을 주기적으로 배치함으로써, 픽셀과 픽셀 간의 색상 간섭을 효과적으로 제거할 수 있고, 성장 기판으로 인한 빛의 산란을 최소화할 수 있으며, R/G/B 색광 변환 물질이 발광 구조물 상에 용이하게 도포될 수 있도록 한다.
- [0080] 도 7a 내지 도 7g는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0081] 도 7a를 참조하면, 성장 기판(210) 상에 제1 도전형 반도체층(221), 활성층(222) 및 제2 도전형 반도체층(223)을 순차적으로 성장하여 발광 구조물(220)을 형성할 수 있다.
- [0082] 성장 기판(210)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, 이를 한정하지는 않는다.
- [0083] 제1 도전형 반도체층(221)은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN , GaN, AlGaIn, AlInN, InGaIn, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제1 도전형 반도체층(221)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH_3) 가스, 사일렌(SiH_4) 가스를 수소 gas와 함께 챔버(chamber)에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0084] 활성층(222)은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료로 형성될 수 있다. 이러한 활성층(222)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 트리메틸 인듐(TMIn) 가스, 암모니아(NH_3) 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0085] 제2 도전형 반도체층(223)은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 InAlGaN , GaN, AlGaIn, InGaIn, AlInN, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제2 도전형 반도체층(223)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH_3) 가스,

비세틸 사이클로 펜타디에닐 마그네슘($\text{EtCp}_2\text{Mg}\{\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_5\text{H}_4)_2\}$) 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.

- [0086] 도 7b를 참조하면, 발광 구조물(220)을 단위 픽셀 영역에 따라 아이솔레이션 에칭(isolation etching)을 수행하여 복수 개의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 아이솔레이션 에칭은 ICP(Inductively Coupled Plasma)와 같은 건식 식각 방법에 의해 실시될 수 있다. 이러한 아이솔레이션 에칭을 통해 제1 도전형 반도체층(221)의 일 상면이 노출된다.
- [0087] 도 7c를 참조하면, 제2 도전형 반도체층(223)의 일 상면에 제2 도전형 메탈층(224)을 형성할 수 있고, 메사 식각된 제1 도전형 반도체층(221)의 일 상면에 제1 도전형 메탈층(225)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(224, 225)은 증착 공정 또는 도금 공정에 의해 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다.
- [0088] 이후, 성장 기관(210), 화합물 반도체층(221, 222, 223), 제1 도전형 메탈층(225) 및 제2 도전형 메탈층(225) 상에 패시베이션층(226)을 형성하고, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(224, 225)의 일 상면이 외부로 노출되도록 상기 패시베이션층(226)을 선택적으로 제거할 수 있다.
- [0089] 도 7d를 참조하면, 마이크로 LED 구동기관(230)의 CMOS 셀들(231)과 공통 셀(232)의 상부에 복수의 범프들(235)을 배치한다. 마이크로 LED 패널을 상/하로 반전하여 제1 및 제2 도전형 메탈층(224, 225)이 아래 방향을 향하도록 한다. 상기 복수의 범프들(235)이 배치된 상태의 마이크로 LED 구동기관(230)과 마이크로 LED 패널을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(231)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상기 복수의 범프들(235)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(231)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, 마이크로 LED 구동기관(230)의 공통 셀(232)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널의 공통 전극(225)이 전기적으로 연결되는 상태가 된다.
- [0090] 도 7e를 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(220)에 부착된 성장 기관(210)을 분리할 수 있다. 또 다른 실시 예로, 발광 구조물(220)에 부착된 성장 기관(210)을 평평하게 그라인딩(grinding)하여 상기 성장 기관(210)의 적어도 일 부분을 제거할 수 있다.
- [0091] 도 7f를 참조하면, 스핀 코팅(spin coating) 방식을 이용하여 감광제(PR, 240)를 발광 구조물(220) 상에 코팅할 수 있다. 한편, 다른 실시 예로, 코팅 공정 전에, 발광 구조물(220)의 표면을 화학 처리(가령, HMDS (Hexamethyldisilazane) 처리)하여 발광 구조물(220)과 감광제(240) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다. 또한, 코팅 공정 전에, 발광 구조물(220)을 보호하기 위한 보호층(미도시)을 발광 구조물(220)과 감광제(240) 사이에 형성할 수 있다. 이후, 감광제(240) 위에 마스크 패턴(280)을 정밀하게 정렬한 후 자외선 등을 조사하는 노광 공정을 수행할 수 있다.
- [0092] 도 7g를 참조하면, 노광 공정을 거친 감광제(240)에 대해 현상 공정을 수행하여 발광 구조물(220) 상에 복수의 격벽(240)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 복수의 격벽(240)은 픽셀과 픽셀 사이의 위치(즉, 활성층과 제2 도전형 반도체층이 식각된 영역)에 대응하는 발광 구조물(220) 상에 배치될 수 있다.
- [0093] 한편, 본 실시 예에서는, 감광제를 통해 복수의 격벽을 형성하는 것을 예시하고 있으나 이를 제한하지는 않는다. 예컨대, 다른 실시 예로, 성장 기관 상에 격벽 형성을 위한 물질을 형성하고 그 위에 감광제를 적층한 다음, 마스크 패턴을 이용하여 노광 및 현상 공정을 순차적으로 수행하며, 상기 감광제에 의해 노출된 영역을 습식 또는 건식 에칭함으로써, 복수의 격벽을 성장 기관 상에 형성할 수도 있다.
- [0094] 도 7h를 참조하면, 발광 구조물(220) 상에 형성된 제1 격벽과 제2 격벽 사이에 R 형광체(250)를 주입하고, 발광 구조물(220) 상에 형성된 제2 격벽과 제3 격벽 사이에 G 형광체(260)를 주입하며, 발광 구조물(220) 상에 형성된 제3 격벽과 제4 격벽 사이에 B 형광체(270)를 주입할 수 있다. 이에 따라, 격벽과 격벽 사이에 R 형광체(250)가 존재하는 픽셀은 적색 광을 출력할 수 있고, 격벽과 격벽 사이에 G 형광체(260)가 존재하는 픽셀은 녹색 광을 출력할 수 있으며, 격벽과 격벽 사이에 B 형광체(270)가 존재하는 픽셀은 청색 광을 출력할 수 있다.
- [0095] 이와 같이 상술한 공정들을 통해 형성된 마이크로 LED 디스플레이 장치(200)는 성장 기관에 의한 빛의 산란을 최소화할 수 있으며, 고 해상도(HD 급)의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있다.

제3 실시 예

- [0098] 도 8은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 단면도이다. 도 6의 마이크로 LED 디스플레이 장치(200)와 달리, 본 발명의 실시 예는 격벽과 격벽 사이에 형광체 및 컬러 필터를 배치하여 풀 컬러를 구현할 수 있는 마이크로 LED 디스플레이 장치를 제공할 수 있다. 이하 본 실시 예에서, 상기 마이크로 LED 구동기관(330), 발광 구조물(320) 및 복수의 격벽(340)은 도 6의 마이크로 LED 구동기관(230), 발광 구조물(220) 및 복수의 격벽(240)과 동일하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0099] 도 8을 참조하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치(300)는 마이크로 LED 구동기관(330), 마이크로 LED 패널 및 복수의 범프들(335)을 포함할 수 있다.
- [0100] 마이크로 LED 패널은 웨이퍼 상에 적층된 복수의 마이크로 LED 픽셀들이 매트릭스 형태로 배열된 어레이(array) 구조를 갖는 LED 패널로서, 영상 표시 기기의 영상 신호에 대응하는 R/G/B 광을 출력하는 기능을 수행할 수 있다. 이때, 복수의 마이크로 LED 픽셀들은, 청색 발광소자, 녹색 발광소자, 적색 발광소자 및 UV 발광소자 중 어느 하나로 구성될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다.
- [0101] 이러한 마이크로 LED 패널은 발광 구조물(또는 복수의 마이크로 LED 픽셀들, 320), 상기 발광 구조물(320) 상의 복수의 격벽(340), 격벽과 격벽 사이에 위치하는 형광체(350), 상기 형광체(350) 상의 컬러 필터(360, 370, 380) 등을 포함할 수 있다.
- [0102] 복수의 격벽(separator, 340)은, 발광 구조물(320)의 두 면 중 식각되지 않은 평평한 면 상에 형성될 수 있다. 상기 복수의 격벽(340)은, 픽셀과 픽셀 사이의 위치(즉, 활성층과 제2 도전형 반도체층이 식각된 영역)에 대응하는 발광 구조물(320) 상에 배치되어, 픽셀 간의 색상 혼합을 최소화하는 기능을 수행할 수 있다. 이러한 복수의 격벽(340)은 포토리소그래피(photolithography) 공정을 통해 제조될 수 있다.
- [0103] 격벽(340)들의 높이는 거의 동일하게 형성될 수 있고, 격벽(340)과 격벽(340) 사이의 간격은 픽셀 사이즈와 동일하게 형성될 수 있다.
- [0104] 형광체(350)는 발광 구조물(320) 상의 격벽(340)과 격벽(340) 사이에 배치되어, 복수의 마이크로 LED 픽셀들에서 방출되는 빛의 파장을 백색(white) 파장으로 변경할 수 있다. 가령, 발광 구조물(320)이 청색 LED인 경우, 상기 형광체로 황색 형광체(Y3Al5O12: Ce계(YAG:Ce))가 사용될 수 있다. 또한, 발광 구조물(320)이 청색 LED인 경우, 상기 형광체로 녹색 형광체와 적색 형광체를 혼합한 형광체가 사용될 수 있다. 또한, 발광 구조물(320)이 UV LED인 경우, 상기 형광체로 청색 형광체, 녹색 형광체, 및 적색 형광체를 혼합한 형광체가 사용될 수 있다.
- [0105] 컬러 필터(360, 370, 380)는 형광체(350) 상에 픽셀 단위로 부착되어, 상기 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 특정 파장의 빛만을 통과시킬 수 있다. 즉, R 필터(360)는 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 적색 광의 파장만을 통과시킬 수 있고, G 필터(370)는 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 녹색 광의 파장만을 통과시킬 수 있으며, B 필터(380)는 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 청색 광의 파장만을 통과시킬 수 있다. 이에 따라, 격벽과 격벽 사이에 형광체(350) 및 R 필터(360)가 존재하는 픽셀은 적색 광을 출력할 수 있고, 격벽과 격벽 사이에 형광체(350) 및 G 필터(370)가 존재하는 픽셀은 녹색 광을 출력할 수 있으며, 격벽과 격벽 사이에 형광체(350) 및 B 필터(380)가 존재하는 픽셀은 청색 광을 출력할 수 있다.
- [0106] 일 실시 예로, 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 컬러필터(900)는 투명 기관(910), 블랙 매트릭스(920), 컬러필터 층(930, 940, 950), Over Coat 층(960) 및 ITO 층(970)을 포함할 수 있다.
- [0107] 투명 기관(910)은 얇은 유리나 플라스틱으로 형성될 수 있다. 블랙 매트릭스(920)는 투명 기관(910) 상에 배치되어, 투명 기관(910)의 광학적으로 불활성화된 지역에 위치시켜 빛 유출을 방지한다. 블랙 매트릭스(920)는 최적의 명암비를 위해 반사율이 낮아야 한다. 블랙 매트릭스(920)는 무기물 또는 유기물로 구성될 수 있으며, 바람직하게는 크롬(Cr)이 사용될 수 있다.
- [0108] 컬러필터 층(930, 940, 950)은 투명 기관(910) 상에 배치되어, R/G/B 염료 또는 색소를 포함할 수 있다. Over Coat 층(960)은 불순물로부터 컬러필터 층(930, 940, 950)을 보호해주고, 컬러필터(900)의 표면을 평면화시켜준다. 상기 Over Coat 층(960)은 투명 아크릴 레진, 폴리이미드(Polyimide) 레진 혹은 폴리우레탄 레진 등으로 형성될 수 있다. ITO 층(970)은 상기 Over Coat 층(960) 상에 형성될 수 있다.
- [0109] 마이크로 LED 구동기관(330)은 마이크로 LED 패널과 마주보도록 배치되며, 입력 영상 신호에 대응하여 마이크로 LED 패널에 구비되는 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 구동하는 기능을 수행할 수 있다. 상기 마이크로 LED 구동기관(330)은, 복수의 마이크로 LED 픽셀들을 개별 구동시키기 위한 복수의 CMOS 셀들(331)을 구비하는 Active Matrix 회로부와, 상기 Active Matrix 회로부의 외곽에 배치되는 공통 셀(332)을 포함할 수 있다.

- [0110] 이상 상술한 바와 같이, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치는, 픽셀과 픽셀 사이의 위치에 대응하는 발광 구조물 상에 복수의 격벽을 주기적으로 배치함으로써, 픽셀과 픽셀 간의 색상 간섭을 효과적으로 제거할 수 있고, 성장 기관으로 인한 빛의 산란을 최소화할 수 있으며, 백색 발광용 형광체가 발광 구조물 상에 용이하게 도포될 수 있도록 한다.
- [0111] 도 10a 내지 도 10g는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 디스플레이 장치의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0112] 도 10a를 참조하면, 성장 기관(310) 상에 제1 도전형 반도체층(321), 활성층(322) 및 제2 도전형 반도체층(323)을 순차적으로 성장하여 발광 구조물(320)을 형성할 수 있다.
- [0113] 성장 기관(310)은 투광성을 갖는 재질, 예를 들어, 사파이어(Al_2O_3), 단 결정 기관, SiC, GaAs, GaN, ZnO, AlN, Si, GaP, InP, Ge 중 적어도 하나로 형성될 수 있으며, 이를 한정하지는 않는다.
- [0114] 제1 도전형 반도체층(321)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 InAlGa_N, GaN, AlGa_N, AlIn_N, InGa_N, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제1 도전형 반도체층(321)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH_3) 가스, 사일렌(SiH_4) 가스를 수소 gas와 함께 챔버(chamber)에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0115] 활성층(322)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(322)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 트리메틸 인듐(TMIn) 가스, 암모니아(NH_3) 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0116] 제2 도전형 반도체층(323)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 InAlGa_N, GaN, AlGa_N, InGa_N, AlIn_N, AlN, InN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다. 이러한 제2 도전형 반도체층(323)은 트리메틸 갈륨(TMGa) 가스, 암모니아(NH_3) 가스, 비세틸 사이클로 펜타디에닐 마그네슘($EtCp_2Mg$){ $Mg(C_2H_5C_5H_4)_2$ } 가스를 수소 gas와 함께 챔버에 주입하여 형성될 수 있다.
- [0117] 도 10b를 참조하면, 발광 구조물(320)을 단위 픽셀 영역에 따라 아이솔레이션 에칭(isolation etching)을 수행하여 복수 개의 발광 소자들(즉, 복수의 마이크로 LED 픽셀들)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 아이솔레이션 에칭은 ICP(Inductively Coupled Plasma)와 같은 건식 식각 방법에 의해 실시될 수 있다. 이러한 아이솔레이션 에칭을 통해 제1 도전형 반도체층(321)의 일 상면이 노출된다.
- [0118] 도 10c를 참조하면, 제2 도전형 반도체층(323)의 일 상면에 제2 도전형 메탈층(324)을 형성할 수 있고, 메사 식각된 제1 도전형 반도체층(321)의 일 상면에 제1 도전형 메탈층(325)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(324, 325)은 증착 공정 또는 도금 공정에 의해 형성될 수 있으며, 이에 대해 한정하지는 않는다. 이후, 성장 기관(310), 화합물 반도체층(321, 322, 323), 제1 및 제2 도전형 메탈층(325) 상에 패시베이션층(326)을 형성하고, 상기 제1 및 제2 도전형 메탈층(324, 325)의 일 상면이 외부로 노출되도록 상기 패시베이션층(326)을 선택적으로 제거할 수 있다.
- [0119] 도 10d를 참조하면, 마이크로 LED 구동기관(330)의 CMOS 셀들(331)과 공통 셀(332)의 상부에 복수의 범프들(335)을 배치한다. 마이크로 LED 패널을 상/하로 반전하여 제1 및 제2 도전형 메탈층(324, 325)이 아래 방향을 향하도록 한다. 상기 복수의 범프들(335)이 배치된 상태의 마이크로 LED 구동기관(330)과 마이크로 LED 패널을 서로 마주보게 하여 CMOS 셀들(331)과 마이크로 LED 픽셀들을 일대일 대응시켜 밀착시킨 후 가열한다. 그러면, 상기 복수의 범프들(335)이 녹게 되고, 그에 따라 CMOS 셀들(331)과 그에 대응하는 마이크로 LED 픽셀들이 전기적으로 연결되고, 마이크로 LED 구동기관(330)의 공통 셀(332)과 그에 대응하는 마이크로 LED 패널의 공통 전극(325)이 전기적으로 연결되는 상태가 된다.
- [0120] 도 10e를 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(320)에 부착된 성장 기관(310)을 분리할 수 있다.
- [0121] 도 10f를 참조하면, 스핀 코팅(spin coating) 방식을 이용하여 감광제(PR, 340)를 발광 구조물(320) 상에 코팅할 수 있다. 한편, 다른 실시 예로, 코팅 공정 전에, 발광 구조물(320)의 표면을 화학 처리(가령, HMDS

(HexaMethylDiSilazane) 처리)하여 발광 구조물(320)과 감광제(340) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다. 또한, 코팅 공정 전에, 발광 구조물(320)을 보호하기 위한 보호층(미도시)을 발광 구조물(320)과 감광제(340) 사이에 형성할 수 있다. 이후, 감광제(340) 위에 마스크 패턴(380)을 정밀하게 정렬한 후 자외선 등을 조사하는 노광 공정을 수행할 수 있다.

[0122] 도 10g를 참조하면, 노광 공정을 거친 감광제(340)에 대해 현상 공정을 수행하여 발광 구조물(320) 상에 복수의 격벽(340)을 형성할 수 있다. 이때, 상기 복수의 격벽(340)은 픽셀과 픽셀 사이의 위치(즉, 활성층과 제2 도전형 반도체층이 식각된 영역)에 대응하는 발광 구조물(320) 상에 배치될 수 있다.

[0123] 한편, 본 실시 예에서는, 감광제를 통해 복수의 격벽을 형성하는 것을 예시하고 있으나 이를 제한하지는 않는다. 예컨대, 다른 실시 예로, 성장 기판 상에 격벽 형성을 위한 물질을 형성하고 그 위에 감광제를 적층한 다음, 마스크 패턴을 이용하여 노광 및 현상 공정을 순차적으로 수행하며, 상기 감광제에 의해 노출된 영역을 습식 또는 건식 에칭함으로써, 복수의 격벽을 성장 기판 상에 형성할 수도 있다.

[0124] 도 10h를 참조하면, 발광 구조물(320) 상에 형성된 격벽(340)과 격벽(340) 사이에 형광체(350)를 주입할 수 있다. 이에 따라, 형광체(350)는 마이크로 LED 픽셀에서 방출되는 빛의 파장을 백색 파장으로 변경할 수 있다.

[0125] 이후, 복수의 격벽(340) 및 형광체(350) 상에 컬러 필터(360, 370, 380)를 형성(또는 부착)할 수 있다. 이에 따라, 상기 컬러 필터 중 R 필터(360)는 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 적색 광의 파장만을 통과시킬 수 있고, G 필터(370)는 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 녹색 광의 파장만을 통과시킬 수 있으며, B 필터(380)는 형광체(350)로부터 방사되는 백색 광 중 청색 광의 파장만을 통과시킬 수 있다.

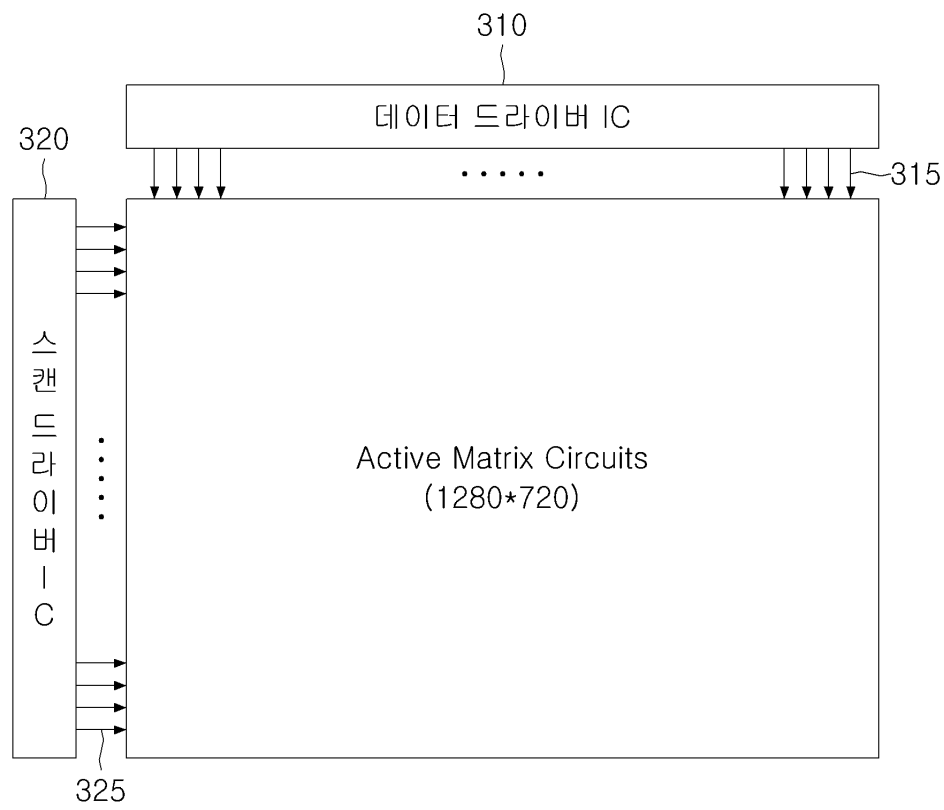
[0126] 이와 같이 상술한 공정들을 통해 형성된 마이크로 LED 디스플레이 장치(300)는 성장 기판에 의한 빛의 산란을 최소화할 수 있으며, 고 해상도(HD 급)의 풀 컬러(full color)를 구현할 수 있다.

[0127] 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, 후술 되는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

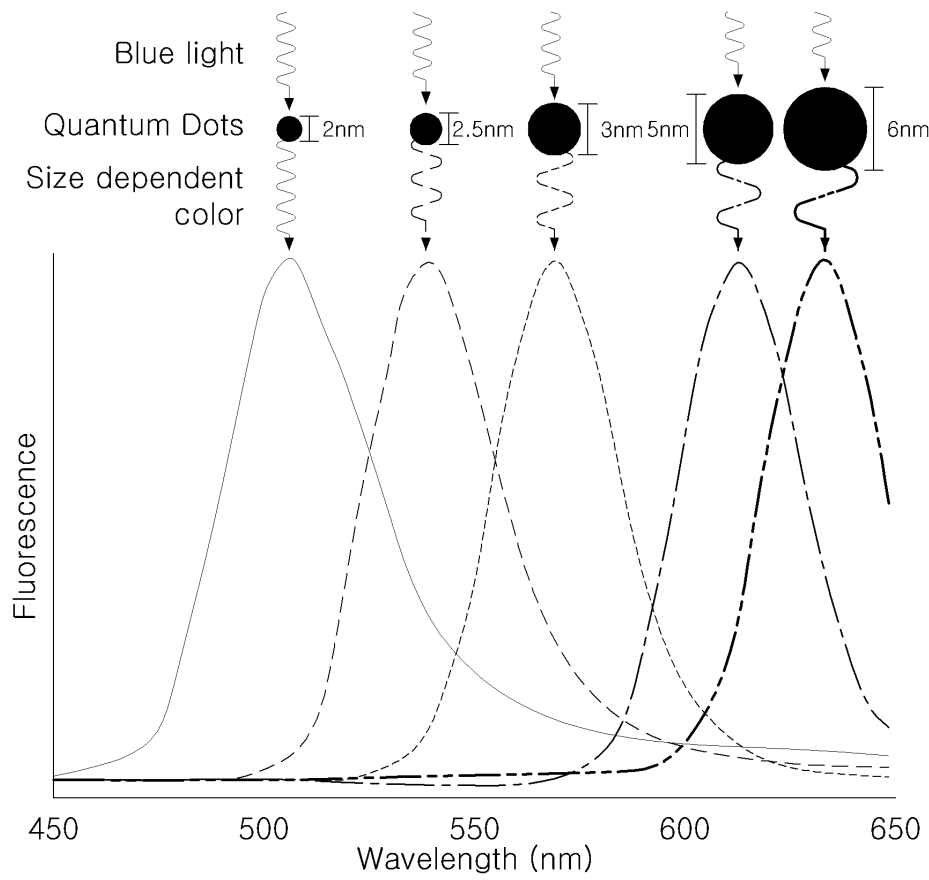
부호의 설명

[0128]	100: 마이크로 LED 디스플레이 장치	110: 성장 기판
	120: 발광 구조물	130: 마이크로 LED 구동기판
	140: 격벽	150: R 색광 변환 물질
	160: G 색광 변환 물질	170: B 색광 변환 물질

도면3

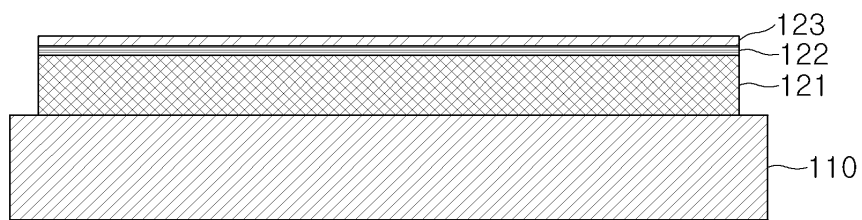


도면4

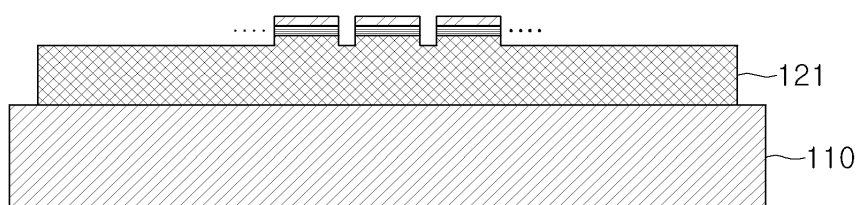


<Quantum Dot Size and Color>

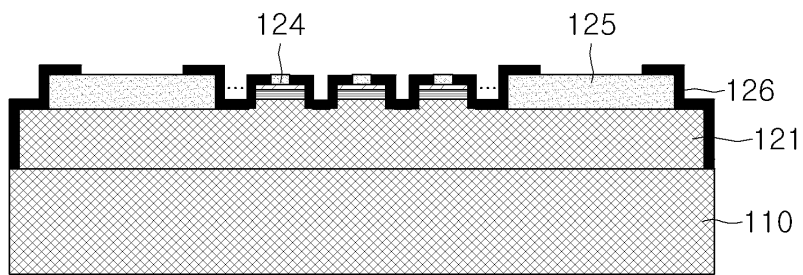
도면5a



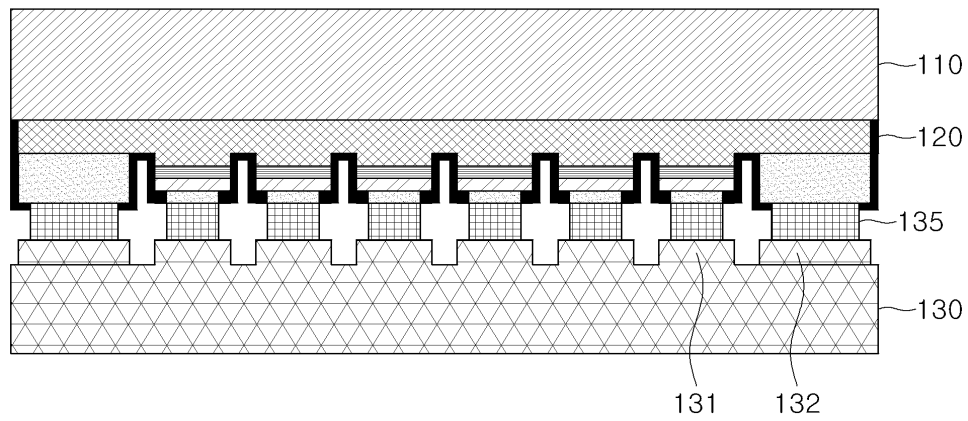
도면5b



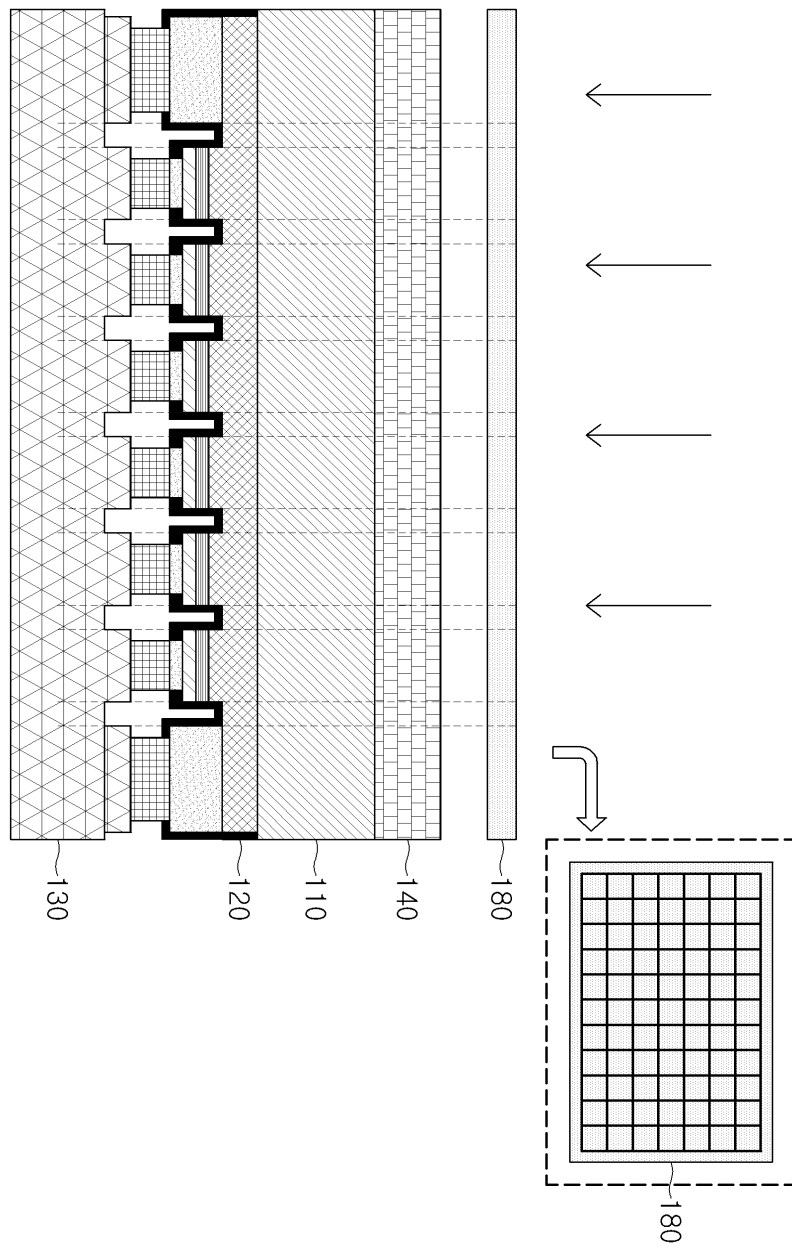
도면5c



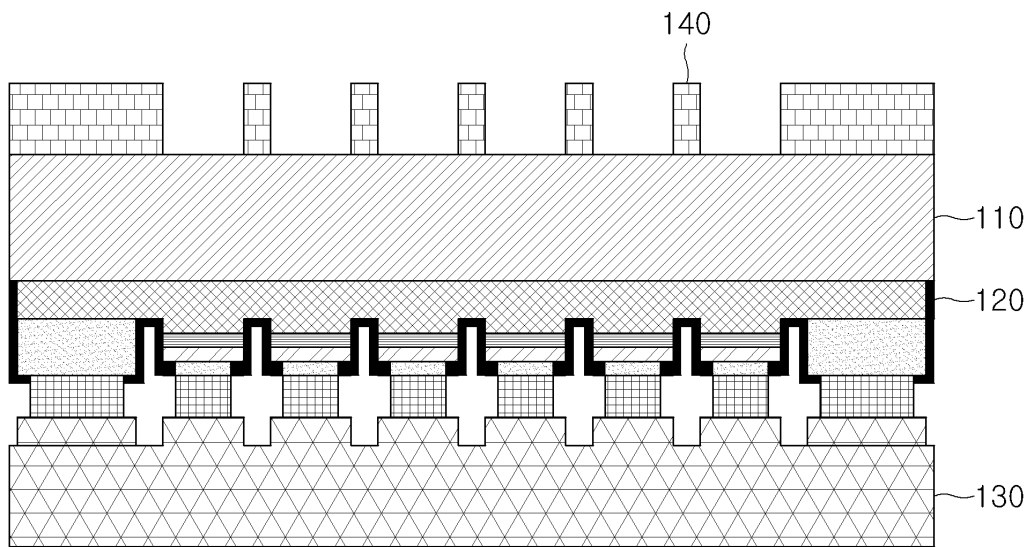
도면5d



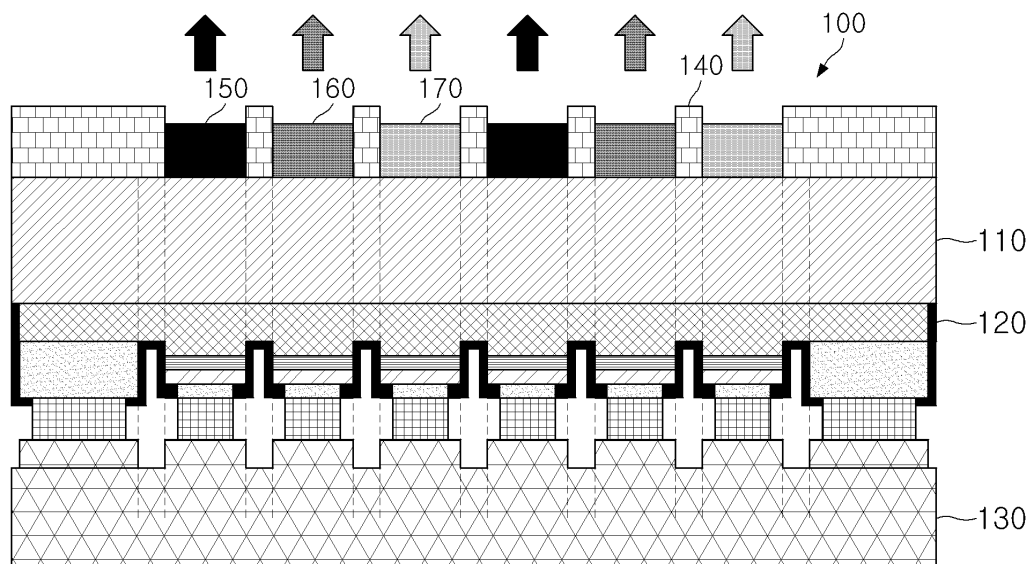
도면5e



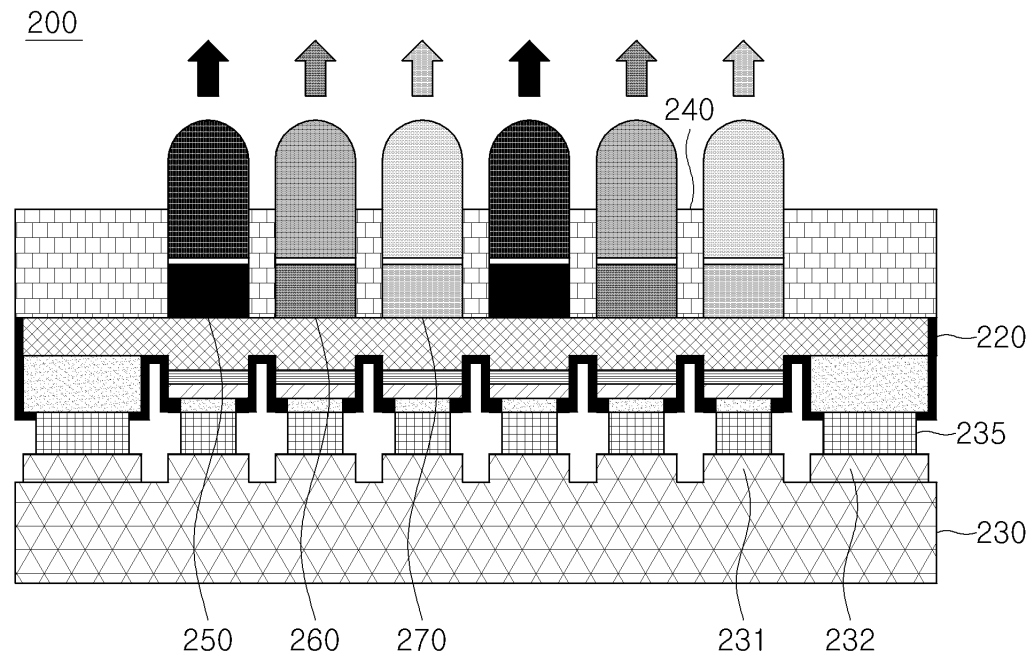
도면5f



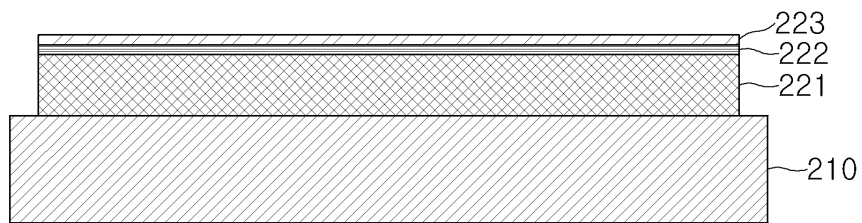
도면5g



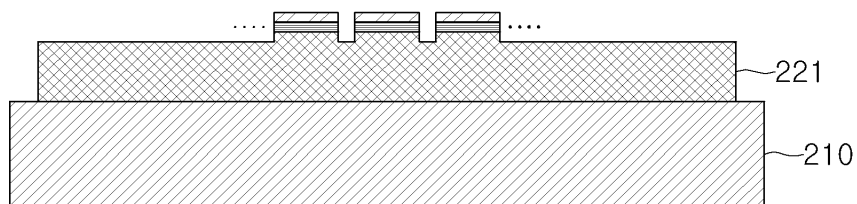
도면6



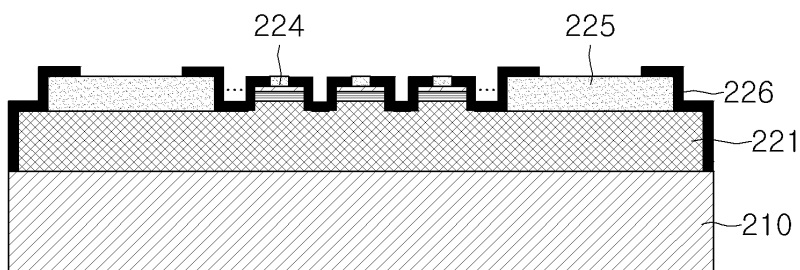
도면7a



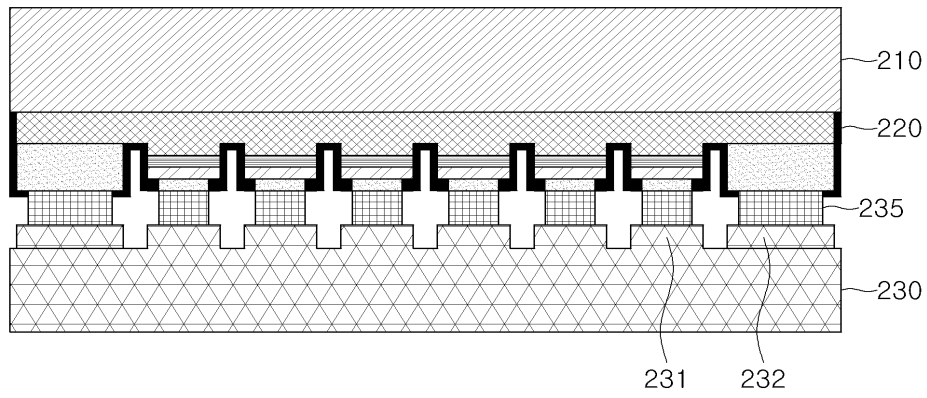
도면7b



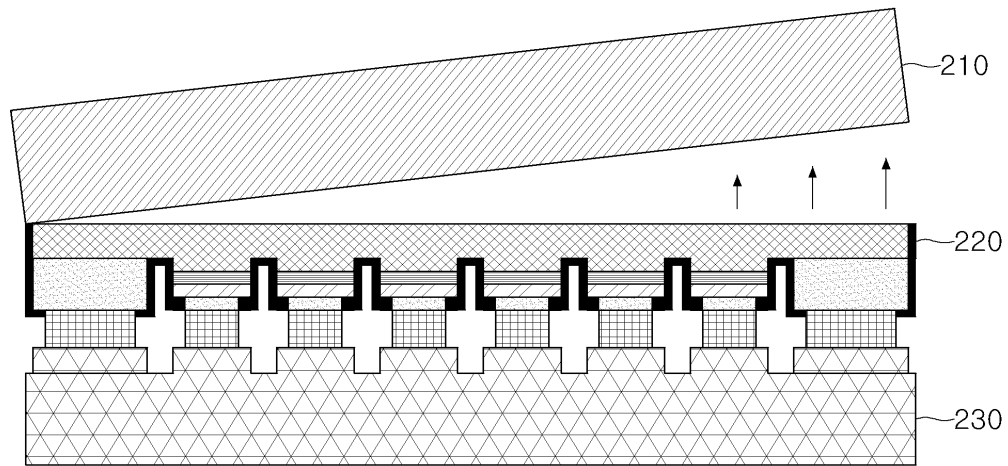
도면7c



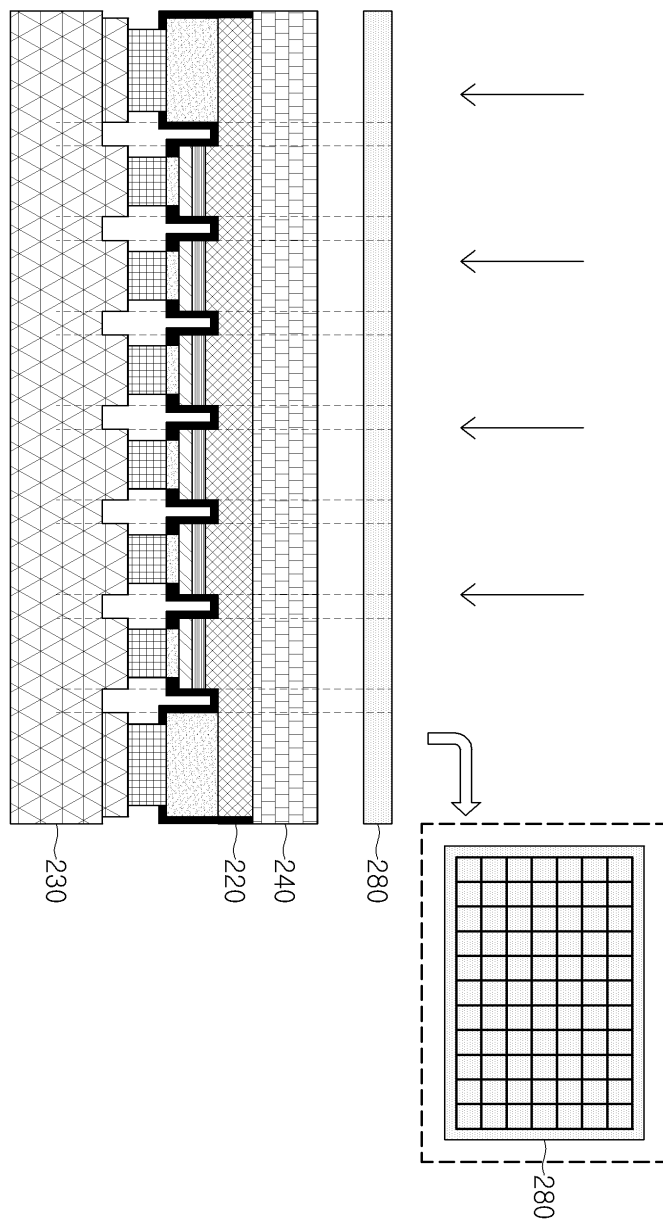
도면7d



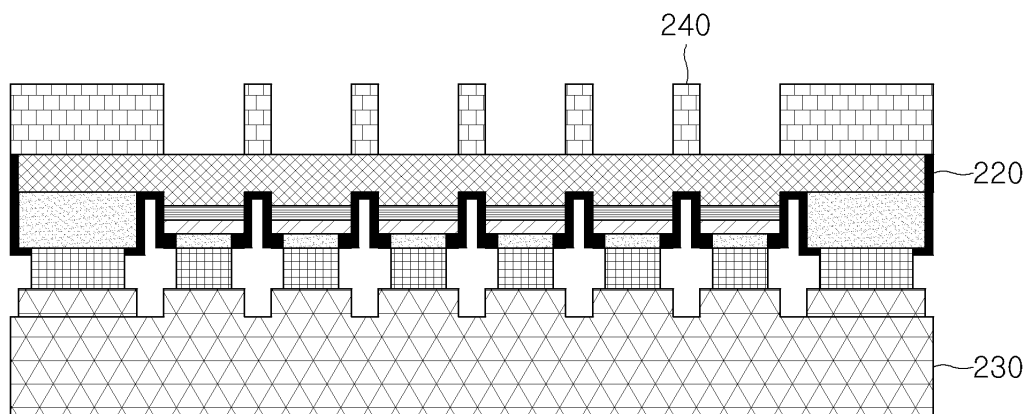
도면7e



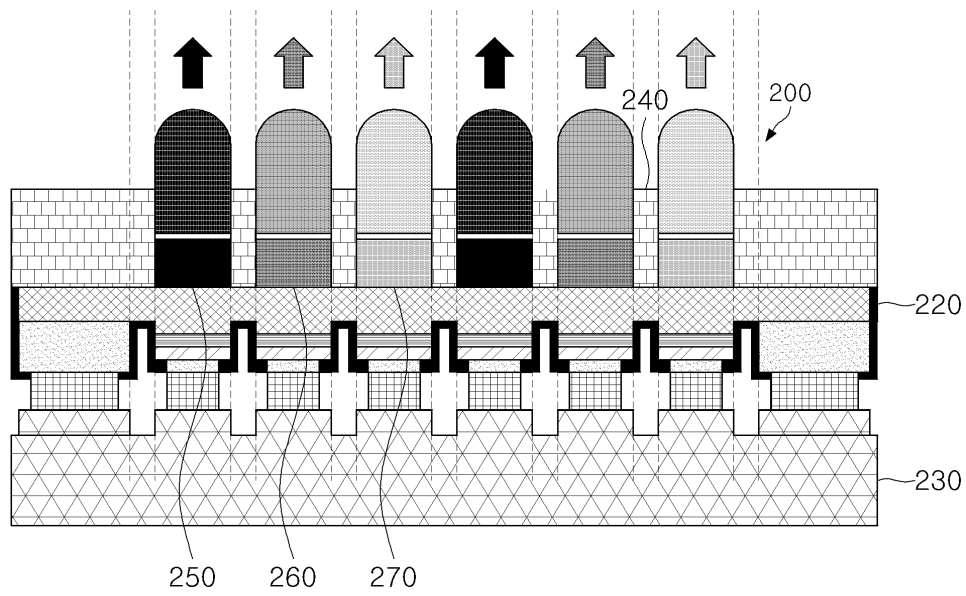
도면7f



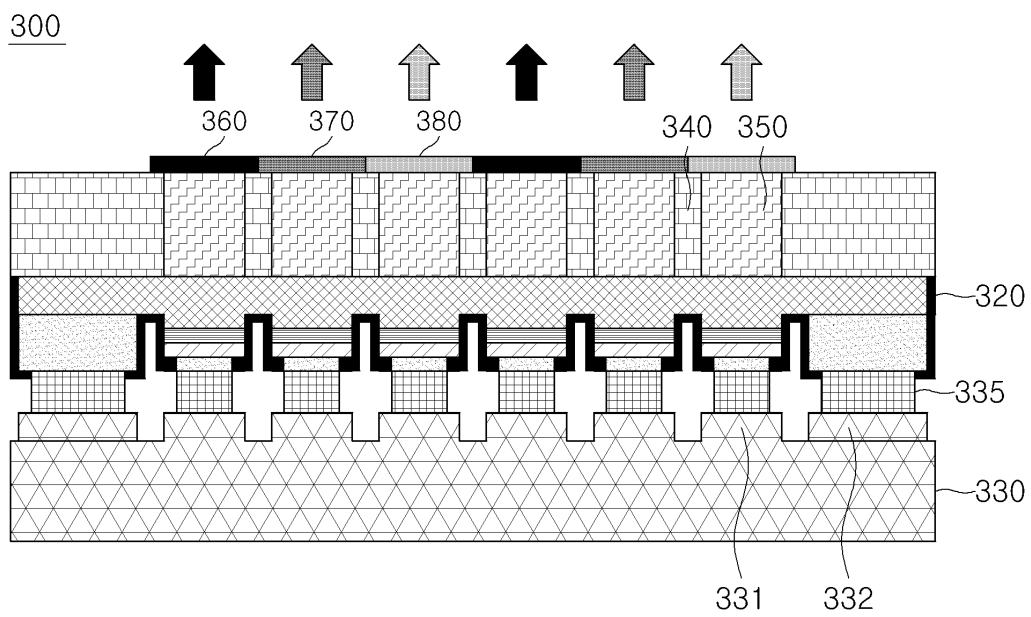
도면7g



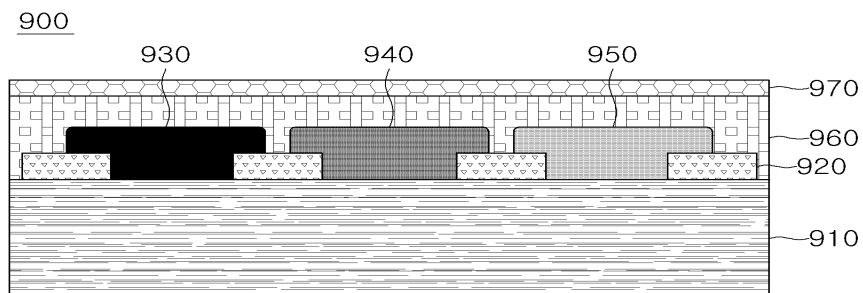
도면7h



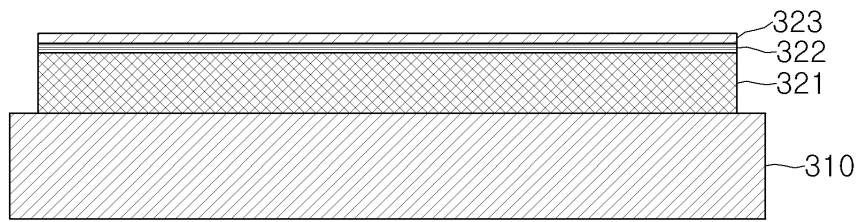
도면8



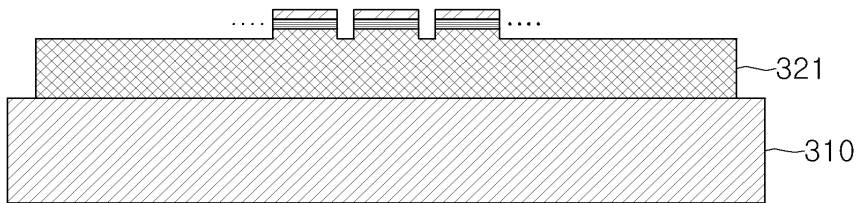
도면9



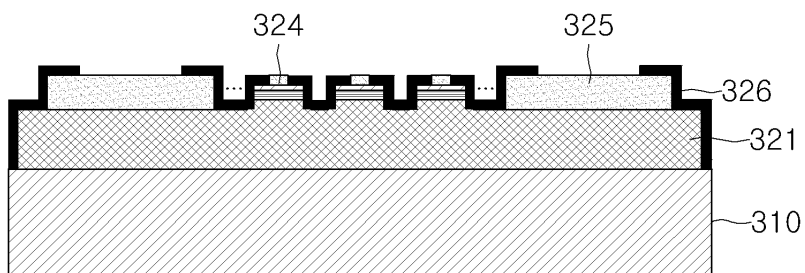
도면10a



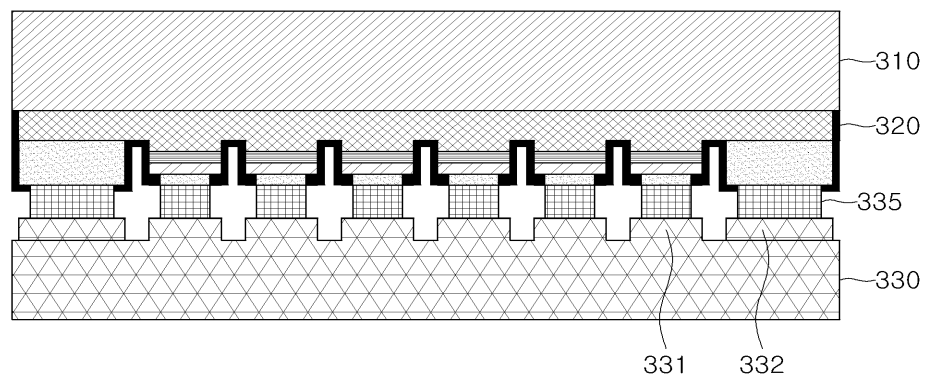
도면10b



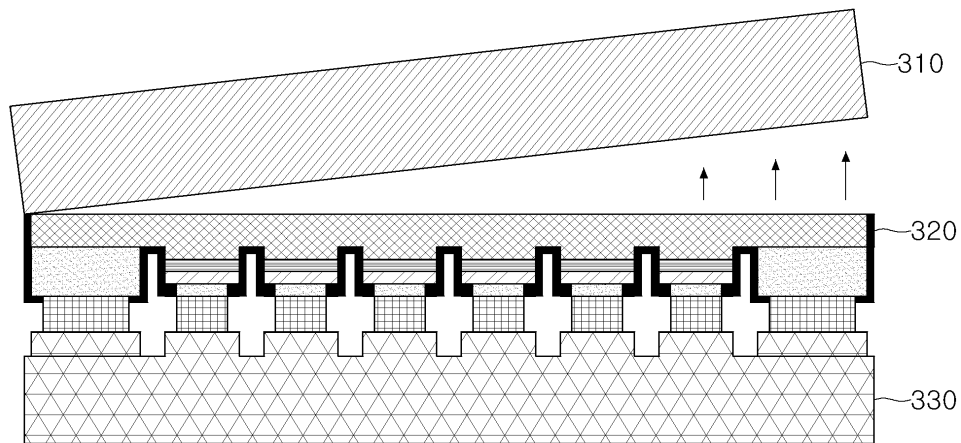
도면10c



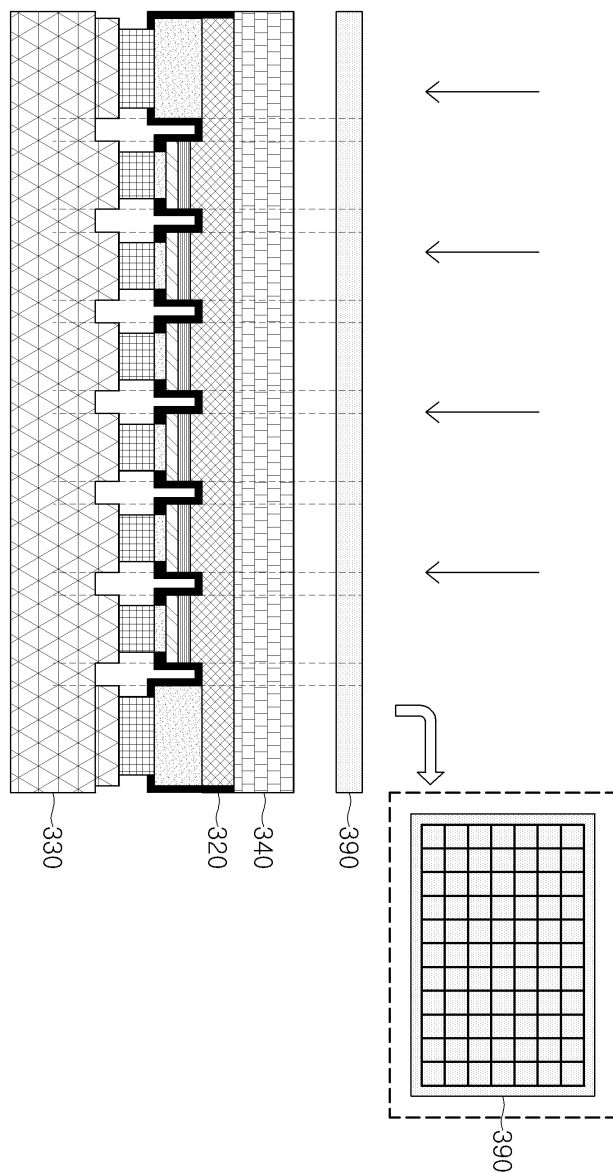
도면10d



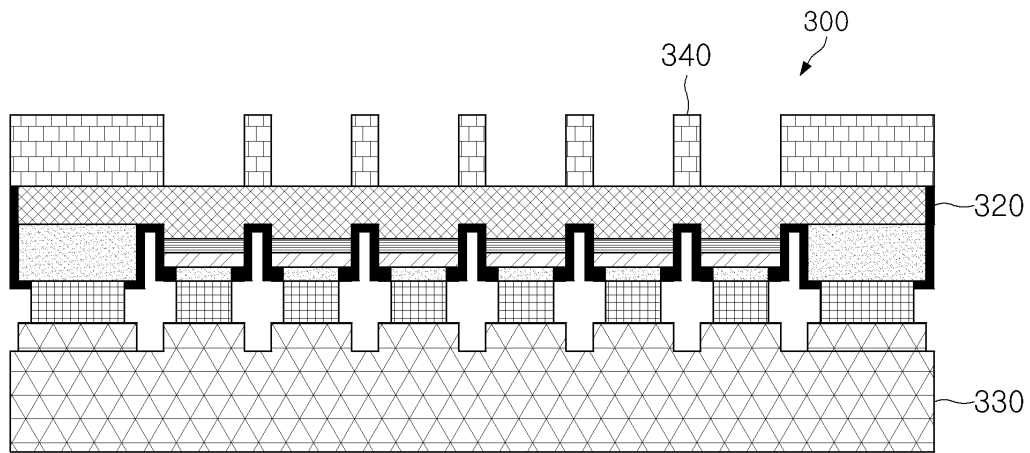
도면10e



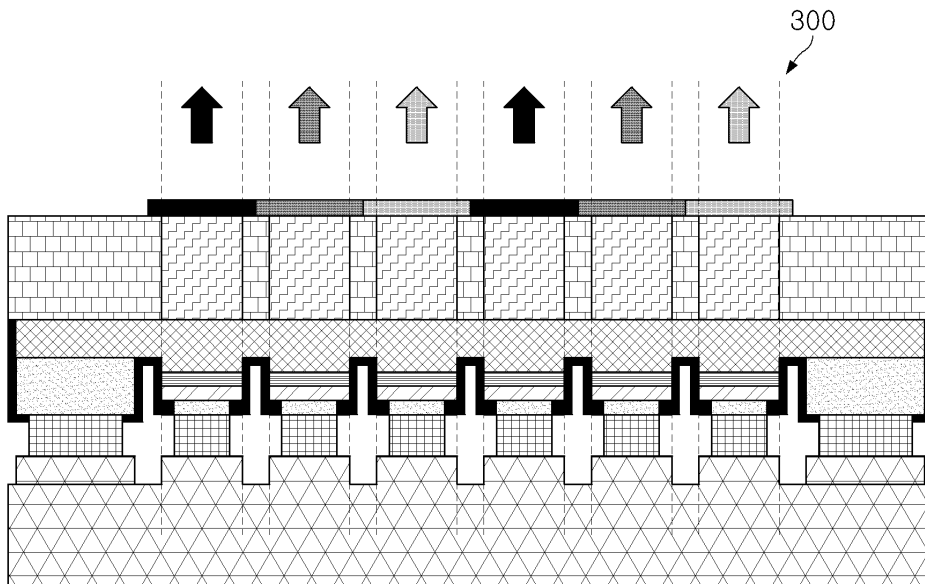
도면10f



도면10g



도면10h



专利名称(译)	微型LED显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020180118488A	公开(公告)日	2018-10-31
申请号	KR1020170051892	申请日	2017-04-21
申请(专利权)人(译)	流明公司		
[标]发明人	KIM DAE WON 김대원 YOON SEONG BOK 윤성복 KIM YONG PIL 김용필 MOON MYUNG JI 문명지 CHANG HAN BEET 장한빛 PARK JAE SOON 박재순		
发明人	김대원 윤성복 김용필 문명지 장한빛 박재순		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/38 H01L33/50 H01L33/58		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/50 H01L33/385 H01L33/58 H01L33/0079 G09G3/32 G09G3/14 G09G2310/0264 H04N5/374		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种能够实现高分辨率全色的微型LED显示装置，以及以行和列的方式排列多个CMOS单元的微型LED驱动基板。并且，多个微LED像素通过在微LED驱动基板上的倒装芯片键合电连接到多个CMOS单元，微LED面板包括通过沿单位像素区域蚀刻发光结构的第一表面而形成的多个微LED像素和通过沿垂直方向蚀刻发光结构而形成的多个微LED面板并且在发光结构的第二表面上形成的多个障肋对应于这些部分的位置。的。

