



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0096256
(43) 공개일자 2019년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) H01L 33/12 (2010.01)
H01L 33/38 (2010.01) H01L 33/62 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 33/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0028951
(22) 출원일자 2018년03월13일
심사청구일자 2018년03월13일
(30) 우선권주장
1020180015583 2018년02월08일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
이건재
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
이한열
대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 다해

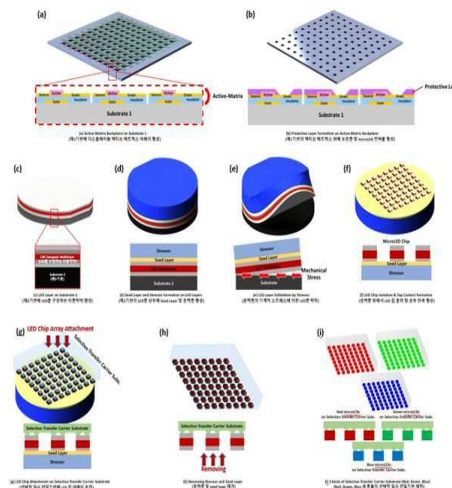
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 전사부재 및 선택적 전사 기술을 이용한 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이

(57) 요약

본 발명은 액티브 매트릭스 위에 배열된 RGB 마이크로LED 어레이를 전도성 전사부재를 매개로 하여 동시에 전사 및 상호연결함으로써, 액티브 매트릭스 구조의 RGB 수직형 마이크로LED(VLED) 디스플레이 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 제조방법은 LED 층의 박리에 저렴한 금속 응력층을 이용한 기계적 박리 방식을 사용함으로써, 공정 가격을 크게 낮추고 고성능의 소자를 구현할 수 있다. 또한, 본 발명의 마이크로LED 디스플레이 제조방법은 마이크로LED 어레이를 디스플레이용 액티브 매트릭스 상부에 부착함에 있어서 전도성 전사부재 및 선택적 전사를 이용함으로써 비싼 LED 성장 전용 기판의 낭비를 최소화할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 33/385 (2013.01)

H01L 33/62 (2013.01)

(72) 발명자

신정호

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이승형

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이재희

대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018016173

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 창의소재디스커버리 사업

연구과제명 레이저-소재 상호작용 기반 디스플레이 핵심소재 개발

기 여 율 1/2

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2018.02.01 ~ 2019.01.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016M3D1A1900035

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 미래소재디스커버리지원

연구과제명 레이저-소재 상호작용 기반 디스플레이 핵심소재

기 여 율 2/2

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2017.02.01 ~ 2018.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

액티브 매트릭스가 형성된 기판;

상기 기판 상에 구비되며, 상기 기판과 전기적으로 상호접속된 전도성 전사부재층;

상기 전도성 전사부재층 상에 구비된 수직 구조의 RGB 마이크로LED 어레이;

상기 전도성 전사부재층 상에 형성되는 중간 보호층; 및

상기 중간 보호층의 상부를 통해서 RGB 마이크로LED 어레이와 전기적으로 연결되며 상기 기판의 측면으로 연장되는 상부전극라인;을 포함하며,

상기 기판은 유리 기판, 실리콘 기판 및 유연한 플라스틱 기판을 포함하는 기판들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 스위칭 트랜지스터(switching TFT), 박막 구동 트랜지스터(Driving TFT) 및 박막 캐패시터(capacity)가 하나의 구동 픽셀로 구성된 것인 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 구동 트랜지스터의 드레인 부분에 구비된 홀을 구비하여, 전사부재를 통해 마이크로LED와 연결된 것인 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전도성 전사부재는 ACF, SOCF, ACA 또는 Solder Ball인 것인 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이.

청구항 5

액티브 매트릭스가 형성된 기판;

상기 기판 상에 구비되며, 상기 기판과 전기적으로 상호접속된 전도성 전사부재층;

상기 전도성 전사부재층 상에 구비된 수직 구조의 다수의 Blue 마이크로LED 어레이;

상기 전도성 전사부재층 상에 형성되는 중간 보호층;

상기 중간 보호층의 상부를 통해서 수직 구조의 Blue 마이크로LED 어레이와 전기적으로 연결되며 상기 기판의 측면으로 연장되는 상부전극라인; 및

상기 다수의 Blue 마이크로LED 어레이 상부 상에 선택적으로 패터닝된 양자점(QD, Quantum Dot) 컬러필터층;을 포함하는 것을 특징으로 하는,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이.

청구항 6

제1 기판에 디스플레이용 액티브매트릭스 어레이를 형성하는 단계;

제2 기판에 LED 다층박막을 적층하는 단계;

상기 LED 다층박막을 제1 기판으로부터 박리하는 단계;

상기 박리된 LED 다층박막 상에 마스크층을 적층하고 식각에 의해 칩 별 분리(chip isolation)하여, 다수의 마이크로LED 칩 어레이를 형성하는 단계;

상기 다수의 마이크로LED 칩 어레이를 임시전달기판에 부착한 후, 마이크로LED 칩을 분리하는 단계;

디스플레이용 액티브 매트릭스가 형성된 제1 기판 상에 전도성 전사부재층을 적층하고, 상기 다수의 마이크로LED 칩 어레이가 부착된 임시전달기판을 제2 기판 위에 정확히 배열한 후, 원하는 위치에 각 마이크로LED 칩을 선택적으로 릴리징(releasing)하여 RGB 마이크로 LED어레이를 형성하는 단계; 및

상기 RGB 마이크로LED 어레이 상부에 외력을 인가함으로써, 다수의 RGB 마이크로LED 어레이를 한 번에 액티브 매트릭스 어레이 위에 전기적 상호접속을 형성하는 단계;를 포함하고,

상기 제1 기판은 유리 기판, 실리콘 기판 및 유연한 플라스틱 기판을 포함하는 기판들 중 어느 하나인,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제2 기판에 적층된 LED 다층박막 상에 응력층을 적층하고,

상기 LED 다층박막의 박리 단계에서는, 상기 응력층에 기계적 스트레스를 가하여 응력층과 연결된 LED 다층박막을 제1 기판으로부터 박리하고,

상기 다수의 마이크로LED 칩 어레이를 형성하는 단계는, 상기 다수의 마이크로LED 칩 어레이를 임시전달기판에 부착한 후,

상기 응력으로 박리한 RGB 마이크로LED 어레이를 포함하는,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 응력층은 Ni 또는 Al 인,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 다수의 마이크로 LED 어레이를 상기 제1 기판의 액티브 매트릭스 어레이에 상기 임시전달기판을 통해 선택적으로 전사하는 단계에 있어서, 상기 선택적 임시전달기판은 단일물질로 이루어진 형상기억고분자인,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 형상기억고분자는 T_R (releasing temperature)에 따라, holding state(T_R 이하), releasing state(T_R 이상)의 상태를 갖고,

T_R 의 범위는 $250K < T_R < 500K$ 인,

액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 마이크로LED 칩을 선택적으로 릴리징하는 단계는 다수의 마이크로LED 칩 어레이가 부착된 형상기억고분자로 이루어진 선택적 임시전달기관에 레이저를 선택적 조사하거나 열선 및 마이크로히터를 이용하여 선택적으로 가열하는 방식으로 진행되는 것인 제조방법.

청구항 12

제6항, 제7항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 스위칭 트랜지스터(switching TFT), 박막 구동 트랜지스터(Driving TFT) 및 박막 캐패시터(capacity)가 하나의 구동 픽셀로 구성된 것인 것인 제조방법.

청구항 13

제6항, 제7항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 구동 트랜지스터의 드레인 부분에 구비된 홀을 구비하여, 전사부재를 통해 마이크로LED와 연결되는 것인 제조방법.

청구항 14

제6항, 제7항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 LED 다층박막에 시드 층(Seed layer)을 추가로 증착하는 것인 제조방법.

청구항 15

제6항, 제7항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시드 층은 Cr, Au, Ti, Ni 등의 금속층인 것인 제조방법.

청구항 16

제7항에 있어서,

상기 응력층은 Ni, (Al) 또는 (Au)의 금속층이 증착 또는 도금을 통해 형성된 것인 제조방법.

청구항 17

제6항, 제7항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로LED는 수직형 마이크로LED(Vertical microLED; VLED)인 것인 제조방법.

청구항 18

제6항, 제7항, 제9항 및 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전도성 전사부재는 ACF, SOCF, ACA 또는 Solder Ball인 것 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 전사부재 및 선택적 전사 기술을 이용한 액티브 매트릭스(Active-Matrix) RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법 및 이에 의하여 제조된 액티브 매트릭스(Active-Matrix) RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 최근의 정보화 사회에서 디스플레이는 시각정보 전달매체로서 그 중요성이 더 한층 강조되고 있다. 특히 반도체 발광소자 중 하나인 LED는 액정(LCD), CRT와는 달리 자체 발광을 하므로, 낮은 전력에서 고휘도의 빛을 발광하는 장점이 있으며, 이러한 장점으로 인하여, 다양한 전자기기의 디스플레이로 각광받고 있다.

[0003] 마이크로LED는 컬러 필터 없이 스스로 빛을 내는 초소형 발광체이다. 빛을 내는 LED 조각을 이어 붙이는 방식으로 패널을 만들기 때문에 크기와 형태, 해상도에 제약이 없다. 하지만 초소형 LED칩을 기판에 심는 전사 공정에 오랜 시간이 걸리고 비용도 만만치 않아 대규모 TV 생산에 적용하기 힘들다.

[0004] 최근 플렉서블 기판 상에서 발광 다이오드와 같은 소자를 제조하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 예를 들어 대한민국 등록특허 제10-1362516호는 발광다이오드 소자층에 합금층을 전사한 후, 전사기판에 공용접합시켜, 소자층을 고정시키는 단계 및 희생기판 후면에 레이저를 조사하여, 발광다이오드 소자층을 희생기판으로부터 분리하는 단계를 포함하는 플렉서블 수직형 발광 다이오드 제조방법을 개시하고 있으나, 상기 방법은 모기관 박리 및 임시 전달기판과 소자층 사이의 접합을 위한 별도의 공정(레이저 리프트 오프, 공용접합)을 필요로 하므로 기존의 전사 및 패키징 기술에 비해 공정이 복잡하고 불안정한 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 종래 기술의 문제점을 해결할 수 있는, 전사부재 및 선택적 전사 기술을 이용한 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 제1 기판에 디스플레이용 액티브매트릭스 어레이를 형성하는 단계; 제2 기판에 LED 다층박막을 적층하고, 상기 LED 다층층 상에 응력층을 적층하는 단계; 상기 응력층에 기계적 스트레스를 가하여 응력층과 연결된 LED 다층박막을 제1 기판으로부터 박리하는 단계; 상기 응력층과 연결된 LED 다층층 상에 마스크층을 적층하고 식각에 의해 칩 별 분리(chip isolation)하여, 응력층 전면에 다수의 마이크로LED 칩 어레이를 형성하는 단계; 선택적으로 응력층을 식각한 후 다수의 마이크로LED 칩 어레이를 선택적 임시 전달기판에 부착한 후, 응력층으로부터 마이크로LED 칩을 분리하는 단계; 디스플레이용 액티브 매트릭스가 형성된 제1 기판 상에 전도성 전사부재층을 적층하고, 상기 다수의 마이크로LED 칩 어레이가 부착된 선택적 임시 전달기판을 제2 기판 위에 정확히 배열한 후, 원하는 위치에 각 마이크로LED 칩을 선택적으로 릴리징(releasing)하여 RGB 마이크로LED어레이를 형성하는 단계; 및 상기 RGB 마이크로LED 어레이 상부에 외력을 인가함으로써, 전도성전사부재가 변형되어 다수의 RGB 마이크로LED 어레이를 한 번에 액티브 매트릭스 어레이 위에 전사 및 전기적 상호접속을 형성하는 단계를 포함하는 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 제조방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 스위칭 트랜지스터(switching TFT), 박막 구동 트랜지스터(Driving TFT) 및 박막 캐패시터(capacity)가 하나의 구동 픽셀로 구성된 것일 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 구동 트랜지스터의 드레인 부분에 구비된 홀을 구비하여, 전사부재를 통해 마이크로LED와 연결된다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에서, LED 다층박막에 시드 층(Seed layer)을 추가로 증착할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 시드 층은 Cr, Au, Ti, Ni 등의 금속층일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 응력층은 Ni, (Al) 또는 Au 등의 금속층이 증착 또는 도금을 통해 형성된 것일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에서, 식각은 부분적 건식습각 또는 부분적 습식습각으로 진행된다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 마이크로LED는 수직형 마이크로LED(Vertical microLED; VLED)이다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 전도성 전사부재는 ACF, SOCF, ACA 또는 Solder Ball이다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 선택적 임시전달기판은 형상기억고분자 또는정전기식 전사모듈을 사용할 수 있다.

- [0016] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 마이크로LED 칩을 선택적으로 릴리징하는 단계는 다수의 마이크로LED 칩 어레이가 부착된 형상기억고분자로 이루어진 선택적 임시전달기판에 레이저를 선택적 조사하거나 열선 및 마이크로히터를 이용하여 선택적으로 가열하는 방식으로 진행된다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 마이크로LED 칩을 선택적으로 릴리징하는 단계는 다수의 마이크로LED 칩 어레이가 부착된 정전기식 모듈로 이루어진 선택적 임시전달기판에 전압을 인가하는 방식으로 진행된다.
- [0018] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위해, 액티브 매트릭스가 형성된 기판; 상기 기판 상에 구비되며, 상기 기판과 전기적으로 상호접속된 전도성 전사부재층; 및 상기 전도성 전사부재층 상에 구비된 수직 구조의 RGB 마이크로LED 어레이; 및 상기 RGB 마이크로LED 어레이와 전기적으로 연결되며 상기 기판의 측면으로 연장되는 전극라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이를 제공한다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 스위칭 트랜지스터(switching TFT), 박막 구동 트랜지스터(Driving TFT) 및 박막 캐패시터(capacity)가 하나의 구동 픽셀로 구성된 것일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 박막 구동 트랜지스터의 드레인 부분에 구비된 홀을 구비하여, 전사부재를 통해 마이크로LED와 연결된다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 전도성 전사부재는 ACF, SOCF, ACA 또는 Solder Ball이다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 마이크로LED 디스플레이 제조방법은 LED 층의 박리에 저렴한 금속 응력층을 이용한 기계적 박리 방식을 사용함으로써, 기존 마이크로LED 구현에 사용되던 값비싼 공정인 레이저(수 억~수 십억원의 장비) 박리 공정이 필요없으므로, 공정 가격을 크게 낮추어 고성능을 소자를 구현할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 마이크로LED 디스플레이 제조방법은 마이크로LED 어레이를 디스플레이용 액티브 매트릭스 상부에 부착함에 있어서 전도성 전사부재 및 선택적 전사를 이용함으로써 비싼 LED 성장 전용 기판(GaAs, 사파이어 기판 등)의 낭비를 최소화할 수 있었다.
- [0024] 본 발명의 마이크로LED 디스플레이 제조방법은 기존의 전사 기술(예: PDMS 스탬프, 정전기적 인력을 이용한 전사)들과는 달리, 전도성 전사부재를 이용하여 소자와 유연 기판간의 접합과 동시에 전기적 상호접속이 가능하여 공정이 매우 간결하며 안정적이다. 그리고 이를 바탕으로 기존에 마이크로LED 디스플레이의 단점으로 여겨지던 비싼 공정 단가(장비, 재료 등)를 크게 낮출 수 있어, 본 발명에 따른 마이크로LED RGB 디스플레이는 생체삽입형 자극 소자, 무기발광다이오드 조명, 웨어러블 디스플레이, 스마트 디바이스(전화, 시계, 태블릿 PC 등), 전광판, TV를 비롯한 IoT 플랫폼 등 광원이 필요한 모든 분야에 무궁무진한 적용이 가능할 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전사부재 및 선택적 전사 기술을 이용한 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이의 제조방법의 단계별 단면도이다.
- 도 3은 이방성 전도 필름을 이용한 플립-칩 본딩 패키징 과정을 모식적으로 설명하는 것이다.
- 도 4는 응력층을 이용한 박리 과정을 모식적으로 설명하는 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 기판으로부터 마이크로LED 칩을 물리적으로 떼어내는 과정을 단계적으로 설명하는 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 형상기억고분자 기반 임시전달기판에 마이크로LED 칩을 전사하고 전사부재에 RGB 마이크로LED 어레이를 위치시킨 후 본딩하는 과정을 단계적으로 설명하는 것이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 형상기억고분자 기반 임시전달기판으로부터 마이크로LED 칩을 전사부재에 릴리징하는 과정을 모식적으로 설명하는 것이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 정전기식 전사 모듈을 이용하여 임시전달기판에 마이크로LED 칩을 전사하고 전사부재에 RGB 마이크로LED 어레이를 위치시킨 후 본딩하는 과정을 단계적으로 설명하는 것이다.
- 도 9는 정전기식 전사 모듈의 구성을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이의 단면 및 상면을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 RGB full-color 디스플레이를 형성하는 과정을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 12는 ACF를 이용하여 VLED(Vertical microLED)와 Active-Matrix의 연결을 보인다.

도 13은 ACF를 이용하여 LLED(Lateral microLED)와 Active-Matrix의 연결을 보인다.

도 14는 선택적 임시전달기판을 이용하여 원하는 위치에 마이크로LED를 릴리징하여 Red, Green, Blue 3 가지 색을 각각 선택적으로 전사하는 과정을 보인다.

도 15 및 도 16은 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 상에서 각각의 반도체 소자에 대한 폭에 대한 길이의 비(ratio of length to width) 및 폭에 대한 두께의 비(ratio of thickness to width)를 보인다.

도 17은 본 발명에 따른 공정으로 제작한 Red microLED 및 Blue microLED array를 보인다.

도 18은 GaAs Wafer 상에서 Red LED Array 의 전사 공정 전후의 사진 및 전사 공정으로 플라스틱 기판 상에 Red LED Array가 전사된 사진을 보인다.

도 19 내지 도 31은 도 1 내지 도 2의 도면을 확대하여 도시한 상태를 보인다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 바람직한 실시예 및 도면을 이용하여 본 발명을 상세히 설명한다. 하지만, 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위한 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 이하 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고 도면들에 있어서, 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0027] 또한, 본 명세서에 첨부된 도면은 모두 전체 평면도 및 부분 단면을 절개한 단면도의 형식으로 해석된다.

[0028] 본 발명자들은 액티브 매트릭스 마이크로LED 디스플레이의 새로운 제조방법을 개발하기 위해 예의 연구한 결과, 금속 응력층(Stressor)을 이용하여 LED 층을 기판으로부터 기계적 박리하고, 고성능 수직형 마이크로LED 어레이를 제조하고, 선택적 임시전달기판(형상기억고분자 혹은 정전기식 전사모듈)을 이용하여 RGB 수직형 마이크로LED 어레이를 각각 디스플레이용 액티브 매트릭스 상부의 전도성 전사부재에 선택적으로 부착하고, 전도성 전사부재 상의 RGB 마이크로LED 어레이에 외력을 주어, 동시에 전사/전기적 접속하는 기술들을 활용하여 액티브 매트릭스 RGB 마이크로LED 디스플레이를 구현할 수 있음을 확인하였다. 본 발명은 이에 기초한 것이다.

[0029] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제를 해결하기 위해, 액티브 매트릭스 위에 배열된 RGB 마이크로LED 어레이를 전도성 전사부재를 매개로 하여 동시에 전사 및 상호연결함으로써, 액티브 매트릭스 구조의 RGB 수직형 마이크로LED(VLED) 디스플레이를 구현하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 본 발명에서 사용되는 "액티브 매트릭스(Active-Matrix)"란 용어는 디스플레이 상에 존재하는 픽셀을 개별적으로 직접 구동하는 방식으로, 화면이 밝고 색상의 표현이 매우 자유로워 고품질의 화면 구성이 가능한 디스플레이 구동 방식이다. 액티브 매트릭스 어레이는 박막 스위칭 트랜지스터, 박막 구동 트랜지스터, 박막 캐패시터가 하나의 픽셀로 구성된다.

[0031] 본 발명에서, 마이크로LED는 수직형 마이크로LED일 수 있다. 수직형 마이크로LED(Vertical microLED; VLED)는 수직구조의 소자로서, 두 전극이 LED의 상하부에서 전기적 연결되는 구조를 나타낸다. 이러한 구조의 LED 소자는 빛이 나오는 영역의 넓이가 커서 발광 효율이 좋고, 전극의 배선이 단순하기 때문에 집적하기 용이하며 열 방출에 효과적이다.

[0032] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전사부재 및 선택적 전사 기술을 이용한 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이의 제조방법의 (a)~(m)단계별 단면도이다.

[0033] 도 1의 (a) 단계를 참조하면, 제1 기판에 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이(Active-Matrix)가 형성된다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이는 산화물 박막 트랜지스터(Oxide TFT) 및 캐패시터, 저온폴리실리콘(LTPS TFT) 트랜지스터 및 커패시터 또는 비정질실리콘(a-Si TFT) 트랜지스터 및 캐패시터로 제조될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 산화물 박막 트랜지스터, 저온폴리실리콘 트랜지스터, 비

정질실리콘 트랜지스터는 게이트 위치에 따라 상부 게이트(Top-gate) 구조, 하부 게이트(Bottom-gate) 구조 모두 적용 가능하며, 전극 위치에 따라 코플라나형(Coplanar), 스테거드형(Staggered) 모두 적용이 가능하다.

- [0034] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 산화물 박막 트랜지스터는 게이트(Gate), 소스(Source), 드레인(Drain), 액티브(active) 및 절연층(insulator)으로 구성된다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 산화물 박막 트랜지스터의 게이트(Gate), 소스/드레인(Source/Drain)층은 Cu, Ti, Al, Mo 등의 금속 물질이나 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), AZO(Aluminum Zinc Oxide) 등의 투명 산화물 전도체로 이루어질 수 있다. 또한 절연층(Insulator)은 SiO_x, SiN_x, AlO_x 등으로 이루어질 수 있으며, 액티브층(Active layer)은 IZO, IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), ZTO(Zinc Tin Oxide), ZnO(Zinc Oxide), HIZO(Hafnium Indium Zinc Oxide) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제1 기판은 Si, Sapphire, glass 등의 Wafer, 임시기판, 응력층 등이 사용될 수 있다. 특히, 상기 제1 기판은 딱딱한 유리 기판이나 실리콘 기판 외에도, 유연한 플라스틱 기판이 될 수 있기 때문에 디스플레이의 유연화가 가능하며, 이는 유연 RGB 마이크로LED 디스플레이 형성을 가능하게 할 수 있다.
- [0037] 도 1의 (b) 단계를 참조하면, 액티브 매트릭스 어레이 상부에 소자를 보호하기 위한 보호층을 만들고, 박막 구동 트랜지스터의 드레인 상부에 마이크로 무기 발광다이오드(MicroLED) 연결을 위한 홀이 형성된다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 보호층은 고분자 물질, SiO_x, SiN_x, AlO_x 등으로 이루어질 수 있으며, 보호층 홀은 Au, Ni, Cu, Ti, Al, Mo 등의 금속 물질이나 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), AZO(Aluminum Zinc Oxide) 등의 투명 산화물 전도체를 이용하여 채워질 수 있으며, 보호층보다 높게 돌출될 수 있다.
- [0038] 도 1의 (c) 단계를 참조하면, 제2 기판에 발광다이오드(LED)를 구성하는 무기물질 기반 다층박막이 증착/형성된다. 본 발명의 일 실시예에서, LED의 종류에 따라 다층박막이 달라지고, 또한 그에 따라 모 기판의 종류도 달라지게 된다. 예를 들어 GaAs기판(GaP_yellow and green light, AlGaAs_red and IR light, AlGaInP_yellow, orange and red light), Sapphire기판 (GaN_blue light, InGaN_blue, green, and UV light) 등이 있으며 이들을 비롯한 여러 기판을 공정에 적용 가능하다.
- [0039] 도 1의 (d) 단계를 참조하면, 제2기판 상의 LED 다층박막 표면에 시드 층(Seed layer)을 증착한 뒤, 응력층을 증착 또는 도금을 통해 형성한다. 응력층과 기판 사이에, 응력층 형성에 도움을 주는 시드 층을 형성시켜줄 수 있다. 시드 층으로서 Cr, Au, Ti, Ni 등의 금속층이 사용될 수 있다. 두꺼운 응력층을 박리하고자 하는 층 상부에 형성해주고, 응력층에 기계적 스트레스를 인가해주면, 기판 전체에 스트레스가 전파되어 원하는 층을 박리할 수 있다. 응력층은 수용액 상에서 도금하거나, 진공장비로 증착함으로써 형성해줄 수 있다. 이 때 응력층의 두께를 변화시켜 줌으로써, 박리층에 인가되는 스트레스를 조절할 수 있고, 추후 박리하고자 하는 박막의 두께를 조절할 수 있다. 응력층으로 Ni 등의 금속층이 사용될 수 있다.
- [0040] 한편, 도 3은 이방성 전도 필름을 이용한 플립-칩 본딩 패키징 과정을 모식적으로 설명하는 것이다. 플립-칩 본딩 패키징 기술은 최종 형태가 평면 구조로 단순하여 유연 패키징에 적합하다. 플립-칩 본딩은 칩(소자)를 뒤집어 기판에 마주보게 한 후 전기적 접속을 달성하는 패키징 법의 한 종류이다. 특히, 이방성 전도 필름(ACF, Anisotropic Conductive Film)을 이용한 패키징은 기계적으로 매우 유연하여, 휘어지는 상황에서 전기적 접속을 잘 유지하는 장점이 있다. LED 소자와 플렉서블 기판을 마주보게 한 후 열과 압력(또는 초음파와 압력 등)을 인가하면, 수직방향으로 마주보는 전극끼리는 전도 특성, 수평 방향으로는 절연 특성을 나타내고, 열경화성 수지의 경화로 LSI와 PCB가 기계적으로 단단히 접착하게 된다.
- [0041] 도 4는 응력층을 이용한 박리 과정을 모식적으로 설명하는 것이다.
- [0042] 도 1의 (e) 단계 및 도 4를 참조하면, 응력층에 기계적 스트레스를 인가하여, 스트레스를 기판 전체에 전파하고, LED 다층박막/응력층을 한 번에 박리한다. 두꺼운 응력층을 박리하고자 하는 층 상부에 형성해주고, 응력층에 기계적 스트레스를 인가해주면, 기판 전체에 스트레스가 전파되어 원하는 층을 박리할 수 있다. 이 때, 응력층의 두께를 변화시켜 줌으로써 박리하고자 하는 두께를 조절할 수 있다.
- [0043] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 기판으로부터 마이크로LED 칩을 물리적으로 떼어내는 과정을 단계적으로 설명하는 것이다.
- [0044] 도 1의 (f) 단계 및 도 5를 참조하면, 응력층 위에 있는 LED 다층박막을 마스크한 후, 식각을 통해 마이크로LED를 칩마다 분리(Isolation)하여 응력층의 전면에 마이크로LED 어레이를 형성한다. 마이크로LED는 기존의 발광

다이오드 칩보다 길이가 10분의 1, 면적은 100분의 1 정도로 크기를 가진다. 마이크로LED 칩 분리 공정에는 부분적 건식/습식 식각을 이용하여 anchor나 bridge를 만들어주는 방법을 사용할 수 있다. Anchor/Bridge가 기판에 부분적으로 연결되어 형성되는 경우 마이크로LED 칩이 임시기판으로 손쉽게 옮겨질 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 후속 공정 중 마이크로LED를 보호하기 위해 발광다이오드의 측면에 적당한 보호층(산화물층, 고분자층)이 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 필요에 따라 각 발광다이오드 칩에 Cr, Au, Al 등 금속층을 이용하여 오믹 접촉(Ohmic Contact)을 형성할 수 있다.

[0045] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 형상기억고분자 기반 임시전달기판에 마이크로LED 칩을 전사하고 전사부재에 RGB 마이크로LED 어레이를 위치시킨 후 본딩하는 과정을 단계적으로 설명하는 것이다.

[0046] 도 1의 (g) 단계, 도 5 및 도 6을 참조하면, 선택적 임시전달기판(Selective-Transfer Carrier Substrate)을 마이크로LED 어레이의 상부에 부착한다. 본 발명의 일 실시예에서, 상기 선택적 임시전달기판은 형상기억고분자(Shape Memory Polymer; SMP) 혹은 정전기식 전사 모듈을 사용할 수 있다. 상기 형상기억고분자 기반 임시전달기판은 점착성을 가지고 있기에 마이크로LED 칩과 부착될 수 있고, 열을 받으면 형태가 육면체에서 피라미드 형태로 변하여 접촉 면적이 줄어들기 때문에 원하는 위치에 릴리징(Releasing)할 수 있다. 마이크로LED 칩의 부착 및 릴리징을 돕기 위하여 형상기억고분자 기반 임시전달기판에는 피라미드 형태의 나노 혹은 마이크로 구조체 어레이가 형성될 수 있다. 정전기식 전사 모듈은 전극에 AC 혹은 DC 전압을 인가하였을 때 전극에 형성되는 정전기력을 이용하여 전사한다. 정전기에 의해 형성된 부착력으로 마이크로LED 어레이를 모듈에 부착한다.

[0047] 도 1의 (h) 단계, 도 5 및 도 6을 참조하면, 마이크로LED 어레이로부터 응력층을 물리적 방법으로 분리하거나 광학적/화학적 방법을 통하여 제거/식각하고 이를 통해 최종적으로 다수의 마이크로LED 어레이를 형상기억고분자 기반 임시전달기판에 부착한다. 본 발명의 일 실시예에서는, 마이크로LED 어레이에 형성된 anchor나 bridge에 물리력을 가하여 절단하고 마이크로LED 어레이로부터 응력층을 분리하였다. 본 발명의 일 실시예에서는, 마이크로LED 아래의 응력층만 선택적으로 식각하여, 마이크로LED 칩과 응력층 사이의 접촉 면적을 줄이고 마이크로LED 어레이로부터 응력층을 분리하였다.

[0048] 도 1의 (i) 단계, 도 5 및 도 6을 참조하면, 상기 d 단계 내지 h 단계를 Red, Green, Blue 마이크로LED 어레이에 대해 모두 진행하여, 세 종류 (Red, Green, Blue)의 마이크로LED 어레이가 부착된 선택적 임시전달기판을 제조한다.

[0049] 한편, 마이크로LED를 구현함에 있어서 GaN 기반 무기물질인 Blue, Green LED는 레이저 박리 공정을 이용하여 박리하고, AlGaInP, GaAs 등을 기반으로 한 무기물질인 Red LED는 응력층(Ni, Al, Au 등의 금속층)을 이용하여 박리할 수 있다.

[0050] 또 한편으로, Red, Blue, Green LED 전부를 응력층(Ni, Al, Au 등의 금속층)을 이용하여 박리할 수 있다.

[0051] 도 2의 (j) 단계 및 도 6을 참조하면, 액티브 매트릭스 상부에 형성된 보호층의 홀과 선택적 임시전달기판 상의 마이크로LED 위치를 정렬(Alignment)하고, 전도성 전사부재를 사이에 위치시킨 후, 마이크로LED를 선택적으로 릴리징한다. 본 공정을 3회 진행하여 Red, Green, Blue 마이크로LED를 각각 원하는 위치에 릴리징한다. 전도성 전사부재는 패키징(Packaging) 재료의 한 종류로서, ACF(Anisotropic Conductive Film), SOCF(Self-Organized Conductive Film), ACA(Anisotropic Conductive Adhesive), Solder Ball 등을 사용할 수 있다.

[0052] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 선택적 임시전달기판은 형상기억고분자 또는 정전기식 전사모듈로 이루어질 수 있다. 형상기억고분자 기반 임시전달기판의 경우, 선택적으로 가열하여 마이크로LED를 선택적으로 릴리징하는데, 도 7을 참조하면 임시전달기판의 가열에 레이저의 선택적 조사, 열선 및 마이크로히터를 이용한 선택적 가열 등의 방식이 활용될 수 있다.

[0053] 도 8 및 도 9를 참조하면, 정전기식 전사모듈을 이용하는 임시전달기판의 경우, AC 혹은 DC 전압을 인가할 수 있으며, AC인 경우에는 전압의 파형을 변화시키거나, 전압원을 접지하거나, 전압을 없애주어 릴리징하고, DC인 경우에는 전압의 극성을 바꾸거나, 전압원을 접지하거나, 전압을 없애주어 릴리징해주게 된다. 그 결과, 디스플레이의 발광픽셀은 Red, Green, Blue 마이크로LED로 구성된다. 정전기식 전사 모듈은 베이스 기판, 전사모듈유닛의 어레이로 구성되며, 각 전사모듈유닛은 1개 혹은 2개의 전극으로 구성된다. 필요에 따라 메사구조의 부도체가 추가될 수 있다.

[0054] 도 14를 참조하면, 선택적 임시전달기판인 형상기억고분자 또는 정전기식 전사모듈을 이용하여 원하는 위치에 마이크로LED를 릴리징할 수 있게 함으로써, Red, Green, Blue 3 가지 색을 각각 선택적으로 전사하는 과정을 보

인다.

- [0055] 단일물질로 이루어진 형상기억고분자는 T_R (releasing temperature)에 따라, holding state(T_R 이하), releasing state(T_R 이상) 상태를 갖는다.
- [0056] T_R 의 범위는 $250K < T_R < 500K$ 가 될 수 있다.
- [0057] 도 2의 (k) 단계 및 도 6을 참조하면, RGB 마이크로LED 어레이 상부에 외력을 인가하고, 이에 의해 전도성 전사 부재가 변형되어 다수의 RGB 마이크로LED 어레이를 한 번에 액티브 매트릭스 어레이 위에 전사 및 전기적 상호 접속을 형성한다. 이 때 접합에 사용된 외력으로 열, 압력, 초음파, 물리력 및 반데르발스 힘 등이 사용될 수 있다. 외력에 의해 변형된 전도성 전사부재는 접착력이 매우 뛰어나고 전기적 상호접속을 형성하기 때문에 공정이 간결하고 안정적이다. 게다가 최종 구조가 단순하여 기계적으로 견고하다. 본 발명의 일 실시예에서, 전도성 전사부재를 이용해 마이크로LED 어레이를 전사/상호접속하는 단계에 있어서, 디스플레이를 형성하고자 하는 전체 어레이에 한번에 외력을 인가할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 특정 넓이(예. 등)만큼 외력을 가하는 공정을 연속/반복적으로 진행하여 디스플레이를 형성하고자 하는 부분 전체를 접속할 수 있다.
- [0058] 도 2의 (l) 단계 및 도 6을 참조하면, 상부전극을 연결하기 전 전기적인 절연을 위해 중간 보호층을 형성한다. 중간 보호층은 고분자 물질, , , 등으로 이루어질 수 있다.
- [0059] 도 2의 (m) 단계 및 도 6을 참조하면, 중간층의 상부에 상부전극을 형성한다. 본 발명의 일 실시예에서, 필요에 따라 최종 보호막을 형성한다.
- [0060] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이의 단면 및 상면을 모식적으로 나타낸 것이다. 본 발명의 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이는 수직 구조의 RGB 마이크로 무기 발광다이오드(Vertical LEDs) 어레이가 전도성 전사부재를 매개로 하여 산화물 기반 액티브 매트릭스 위에 접속된 구조이다. 본 발명은 두 전극이 마이크로LED 위/아래에서 상호접속된 수직 발광 다이오드를 사용함으로써 발광효율이 향상되고, 고집적에 용이하며, 효과적 열방출이 가능하다. 또한, ACF 등의 전도성 전사부재를 사용함으로써 딱딱하거나 유연한 타겟 기판에 전사와 동시에 전기적 상호접속 가능하다. 또한, 액티브 매트릭스를 사용함으로써 각 픽셀을 개별적으로 직접 구동할 수 있고, 화면이 밝고 색상의 표현이 매우 자유로워 고품질의 화면 구성이 가능하게 된다.
- [0061] 상기와 같이, 수직 구조의 RGB마이크로 무기 발광다이오드를 산화물 기반 액티브 매트릭스 상에 배치하는 구조는 수평형 RGB마이크로 무기 발광다이오드를 이용하는 것에 비해 간단한 전극 배선 구조를 가진다.
- [0062] 도 12는 ACF를 이용한 VLED(Vertical microLED)와 Active-Matrix의 연결을 보인다. 구체적으로, LED의 두 전극 중에서 한 전극이 ACF에 의해 부착과 동시에 연결되므로 간단한 전극배선을 가질 수 있다.
- [0063] 도 13은 ACF를 이용한 LLED(Lateral microLED)와 Active-Matrix의 연결을 보인다. 구체적으로, LED를 Active-Matrix에 부착하고, 두 전극을 모두 연결해 주어야 한다. 또한, 추가적인 전극 형성 공정이 들어가야 함에 따라 복잡한 전극 배선을 갖게 된다. 예를 들어, 3천만 개의 microLED 칩을 연결해야 할 경우에, 3천만번의 추가적인 전극 형성 공정이 들어가야 한다는 문제점이 있다.
- [0064] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 RGB full-color 디스플레이를 형성하는 과정을 모식적으로 나타낸 것이다. Blue 마이크로LED (GaN LED) 어레이를 제1 기판의 액티브 매트릭스 위에 전도성 전사부재를 이용하여 전면 전사/상호접속 해준다. 또한, 상부에 컬러 필터로서 양자점(QD, Quantum Dot)를 선택적 위치에 패터닝하여 Red, Green 픽셀을 형성해준다. 양자점이 패터닝된 곳은 Red와 Green 빛을, 패터닝 되지 않는 곳은 Blue 빛을 낼 수 있어, RGB full-color 디스플레이를 형성할 수 있다. Blue 마이크로LED 어레이를 제 1 기판에 전면 전사/상호접속 해준 후, 그 상부에 컬러 필터로써 양자점(QD, Quantum Dot)를 선택적 위치에 패터닝 하여 Red, Green 픽셀을 형성해줌으로써 RGB full-color 디스플레이를 형성할 수 있다.
- [0065] 한편, 도 15 및 도 16을 참조하면, ACF를 이용하여 VLED와 Active-Matrix의 연결 구조를 통해 형성된 액티브 매트릭스 RGB 수직형 마이크로LED 디스플레이 상에서 각각의 반도체 소자는 폭에 대한 길이의 비(ratio of length to width)는 3을 유지하고, 폭에 대한 두께의 비(ratio of thickness to width)는 0.2 내지 0.5를 갖는다.
- [0066] 도 17은 본 발명에 따른 공정으로 제작한 Red microLED 및 Blue microLED array를 보인다.
- [0067] 도 18은 상부 상에서 GaAs Wafer 상에서 Red LED Array 의 전사 공정 전후의 사진을 보이고, 하부 상에서 전사

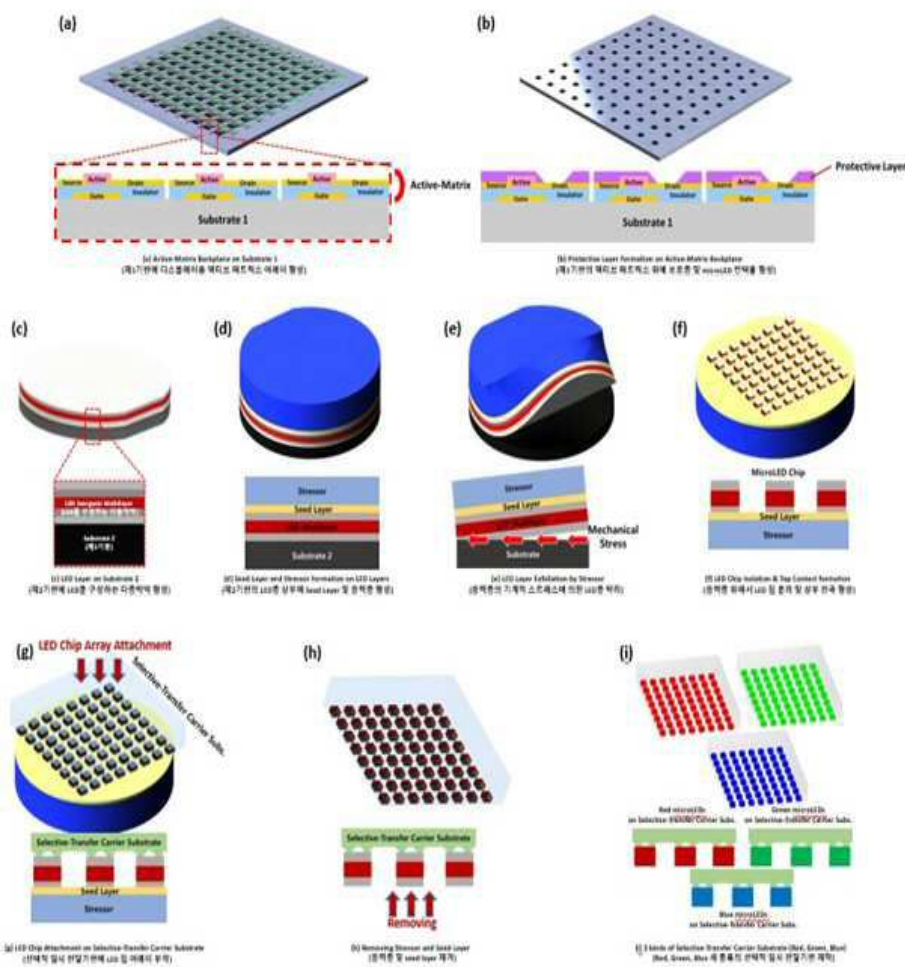
공정으로 플라스틱 기판 상에 Red LED Array가 전사된 사진을 보인다.

[0068]

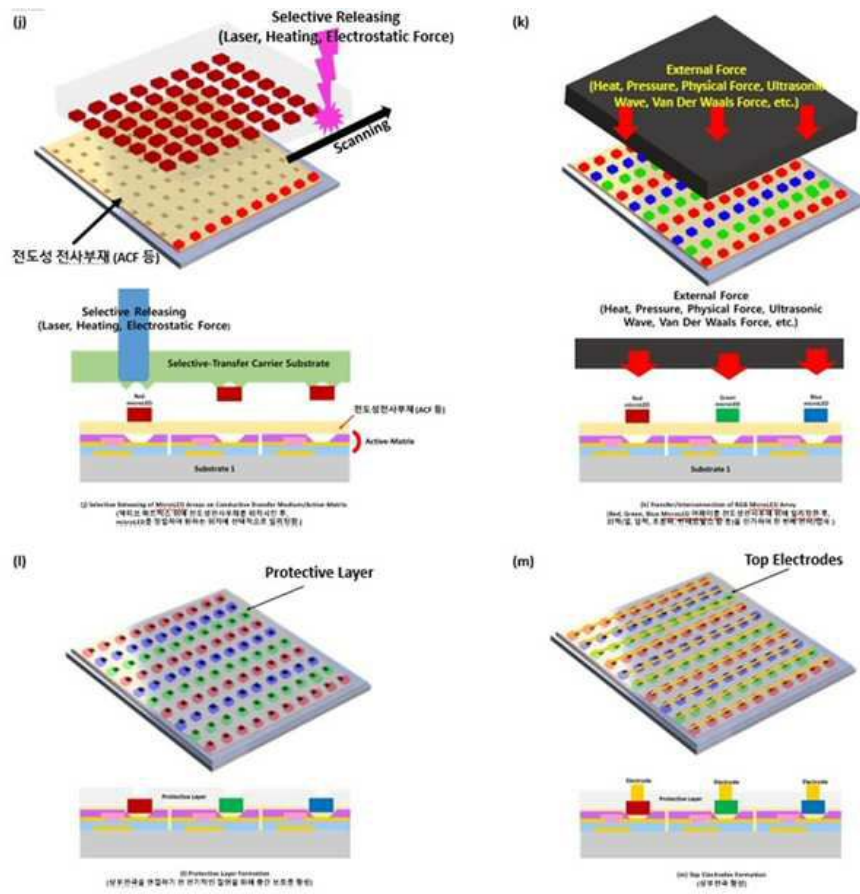
본 발명의 액티브 매트릭스 구조의 RGB 마이크로LED 디스플레이는 현재 개발되어 있는 유기발광다이오드 및 양자점 발광다이오드 기반 디스플레이보다 광학적, 전기적 성능 좋은 기기이다. 또한, 마이크로 사이즈의 무기 LED를 이용하여 고해상도의 디스플레이 구현뿐만 아니라 무기 발광다이오드 조명, 웨어러블 디바이스, 생체삽입 소자 등으로 응용 가능하다. 또한, 고해상도 고효율 디스플레이를 매우 얇게 구현할 수 있고 유연기판에도 적용할 수 있는 기술이기에, 증강현실(AR), 3D 디스플레이, 웨어러블 디스플레이 등 적용처에 무궁무진하여 IoT 시대에는 큰 파급력을 갖출 것으로 기대되고 있다. 또한, 이방성 도전 필름의 면적을 자유롭게 조정하여, 의료기기 및 스마트 기기에 필요한 소면적 고밀도 디스플레이에서부터, 전광판, 텔레비전에서 사용되는 대면적 디스플레이까지 다양한 크기의 고해상도 마이크로LED 디스플레이가 구현 가능하다.

도면

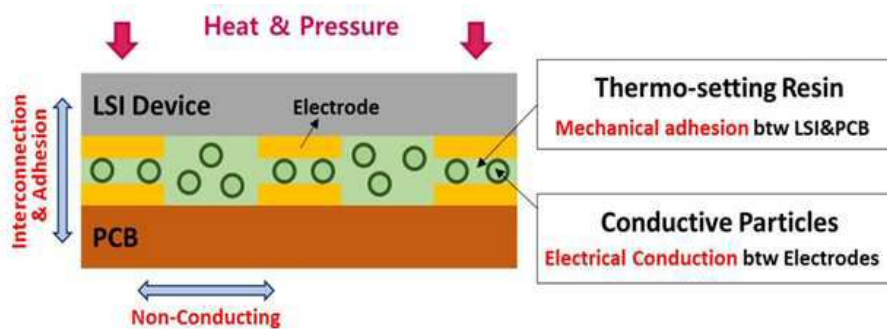
도면1



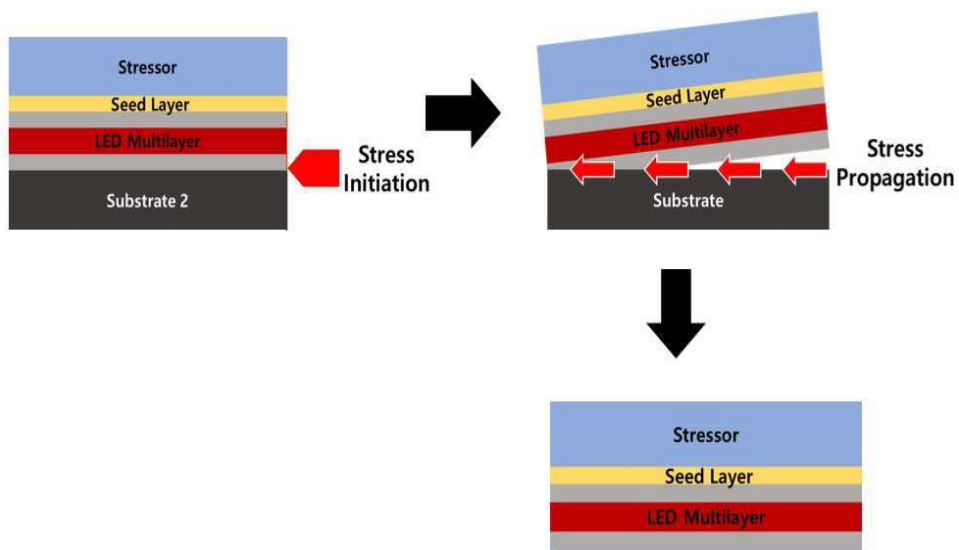
도면2



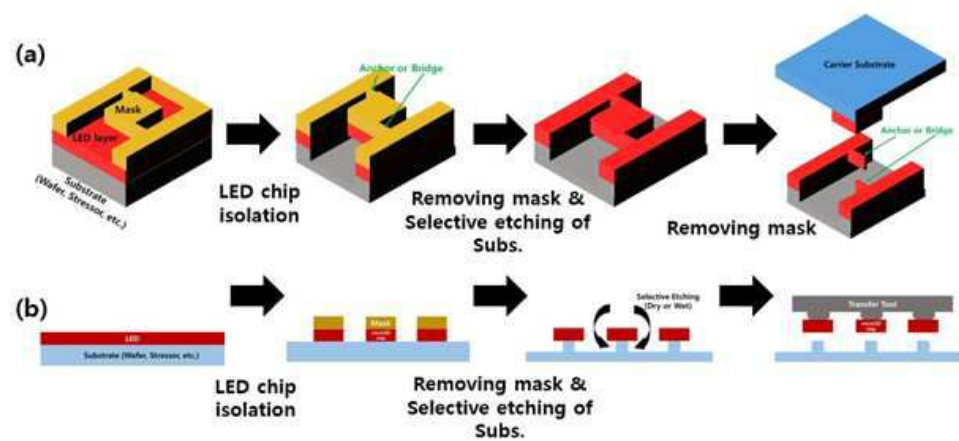
도면3



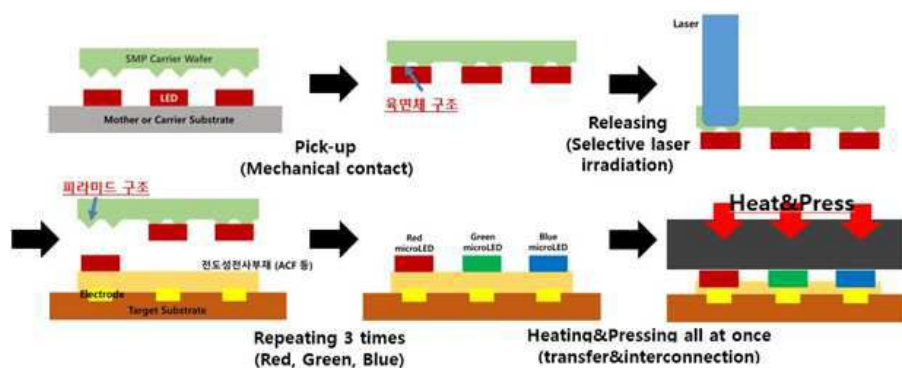
도면4



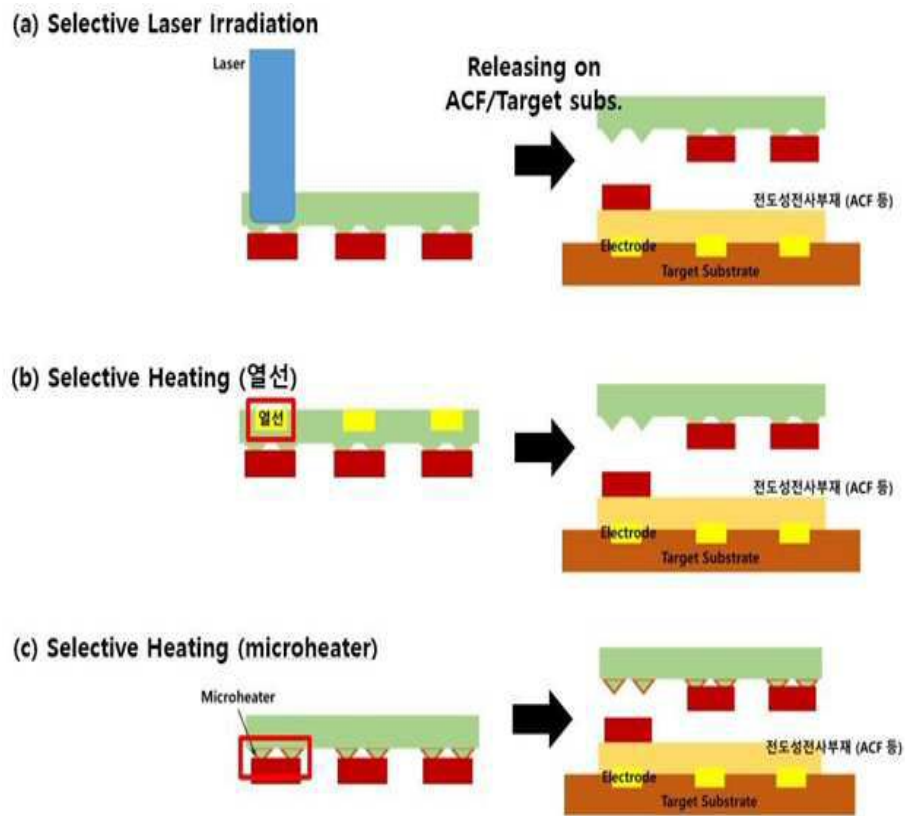
도면5



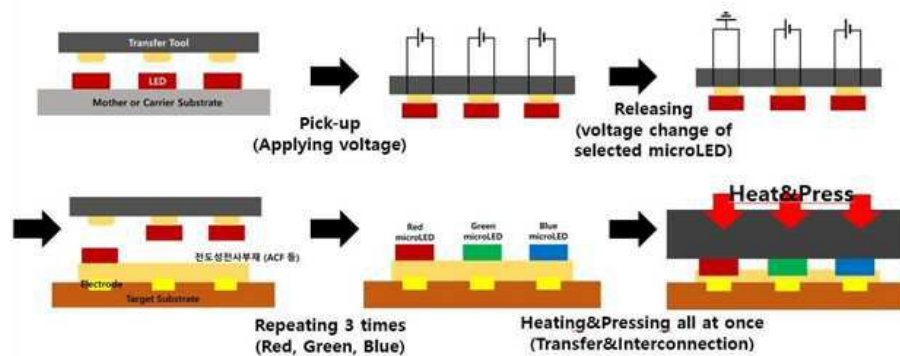
도면6



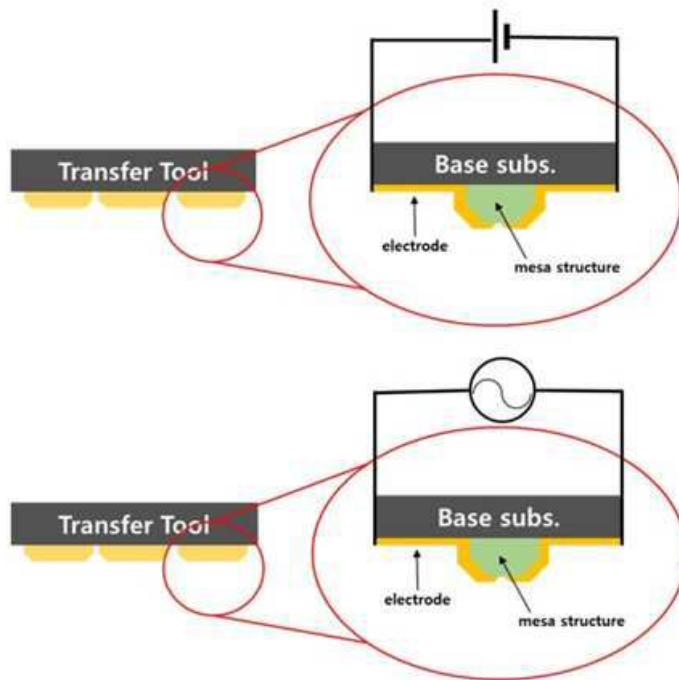
도면7



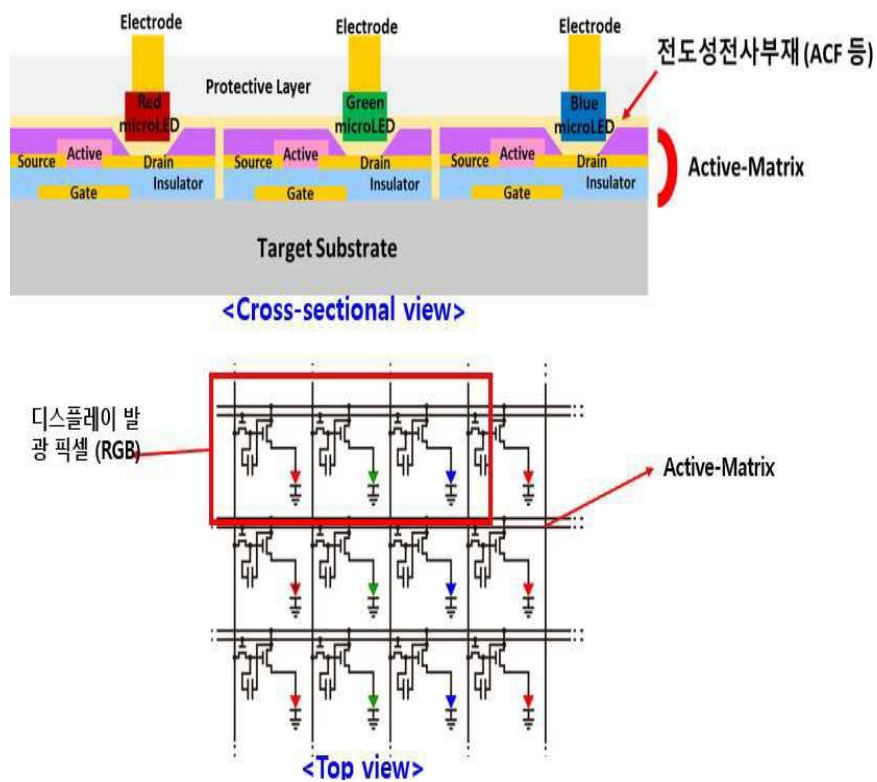
도면8



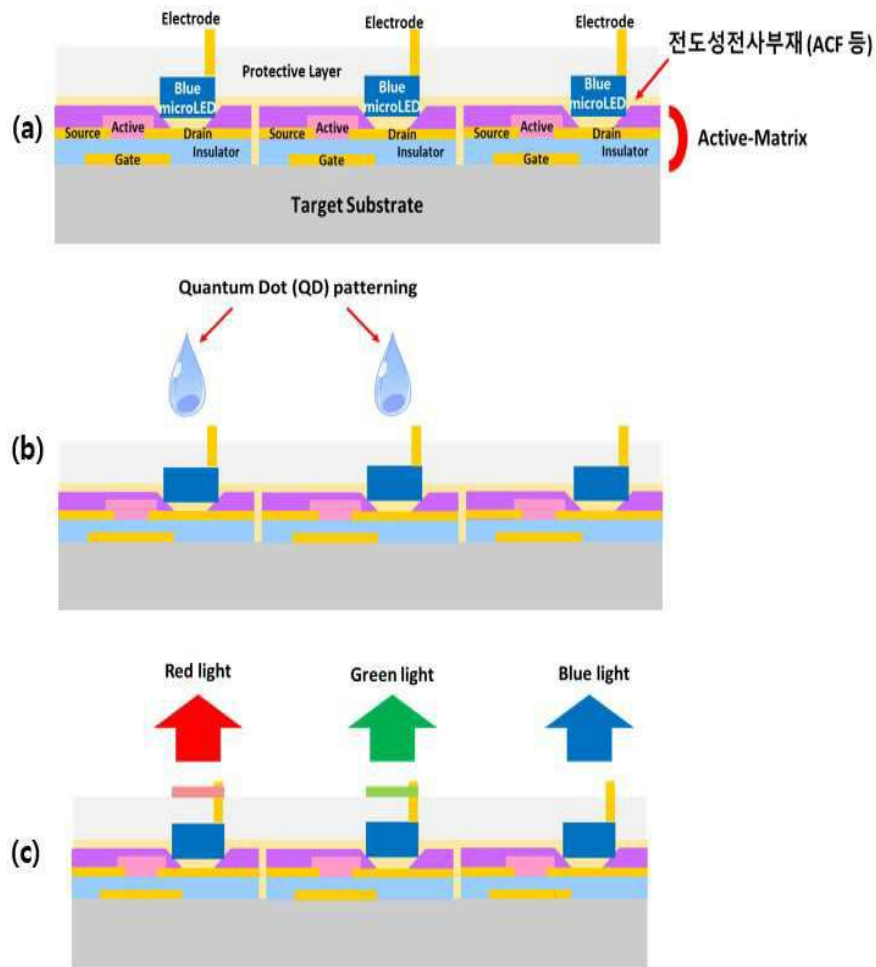
도면9



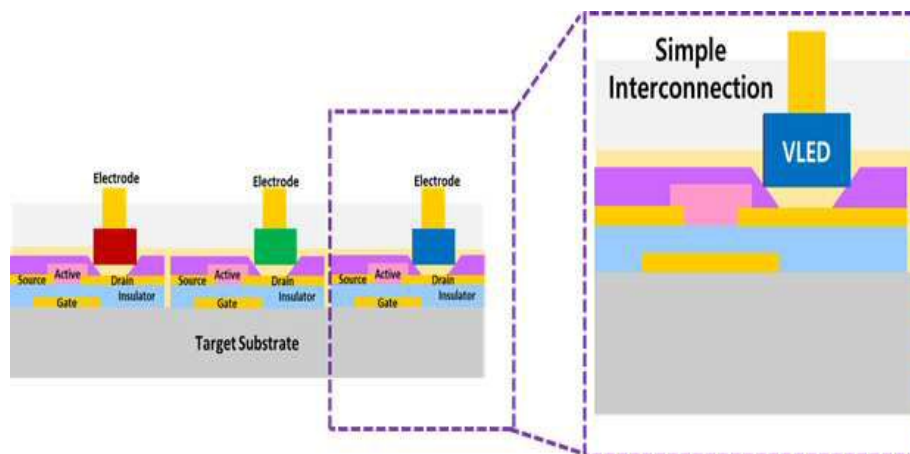
도면10



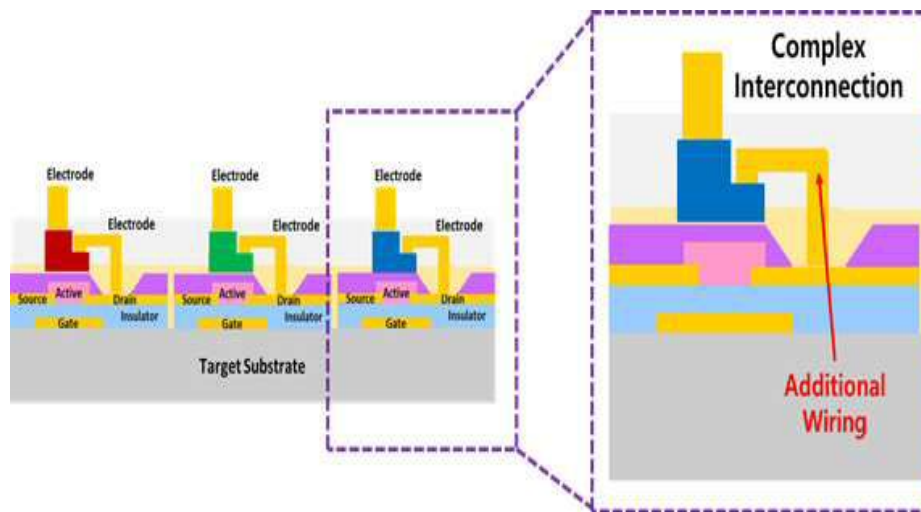
도면11



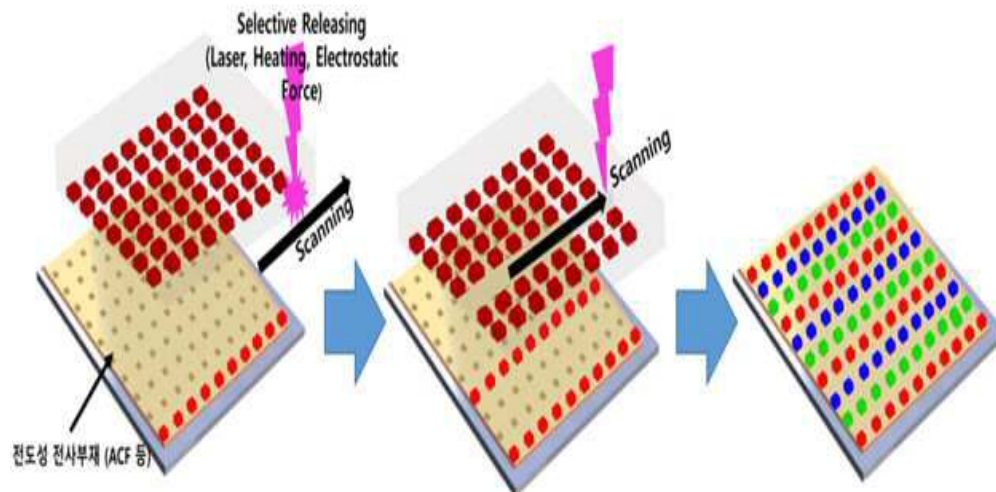
도면12



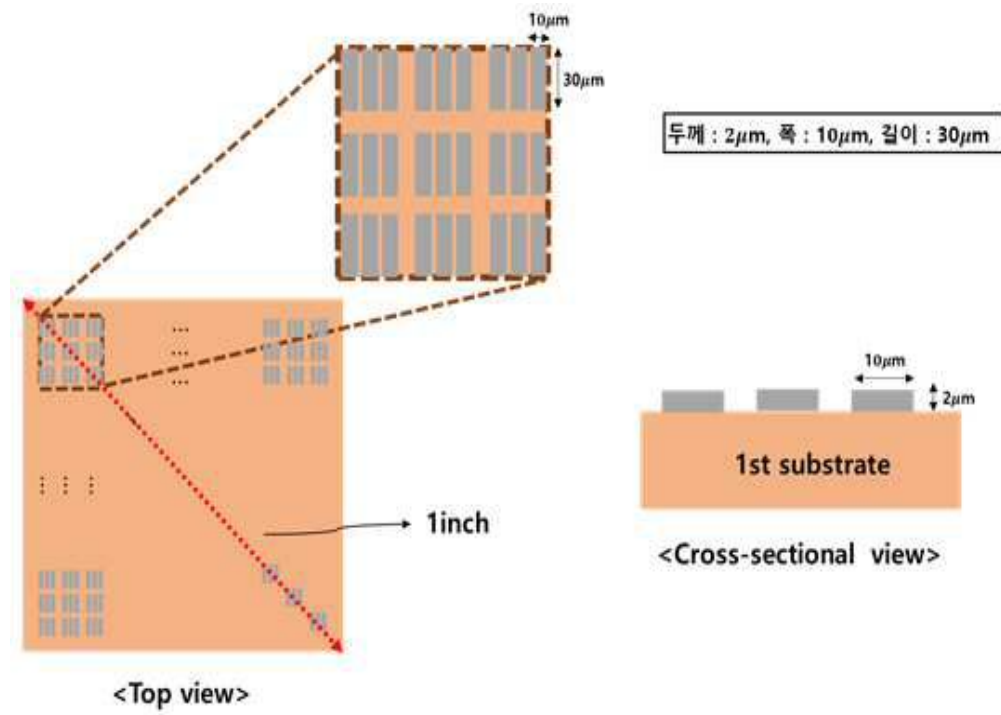
도면13



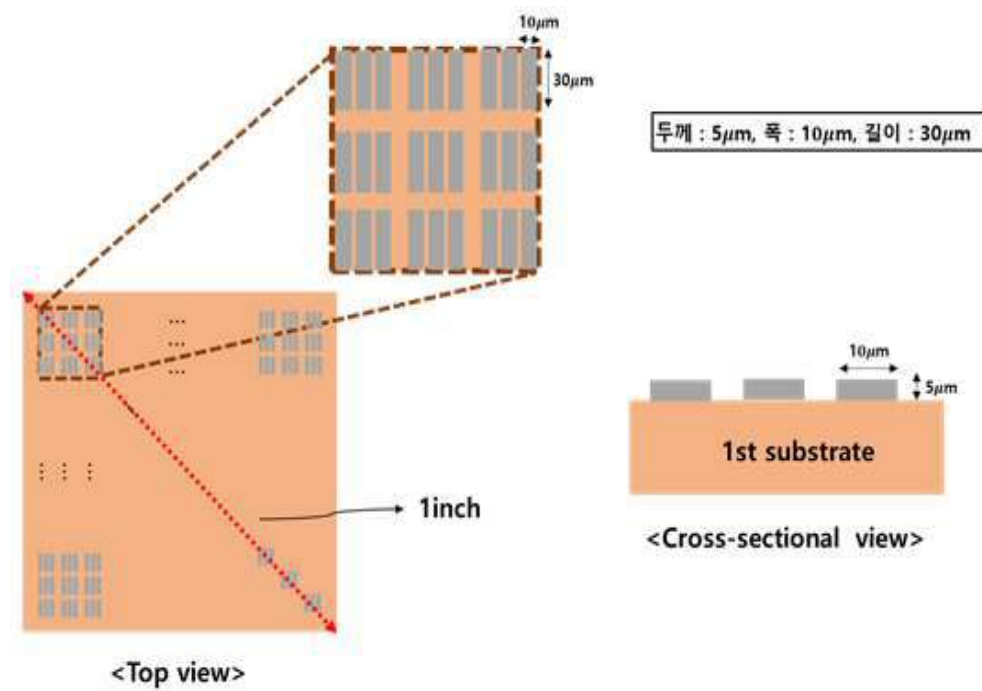
도면14



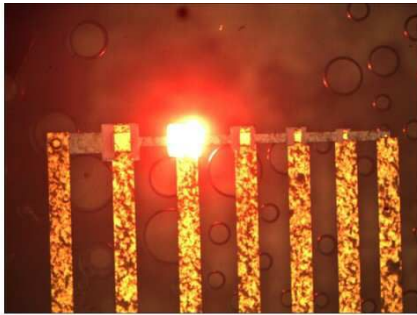
도면15



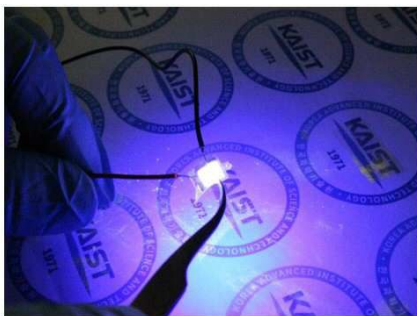
도면16



도면17

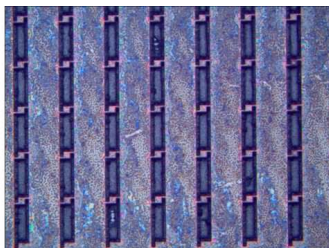


-본 공정으로 제작한 Red microLED

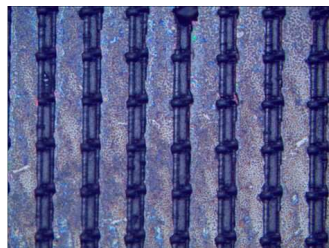


-본 공정으로 제작한 Blue microLED array

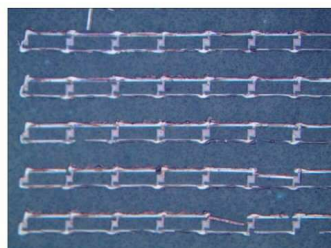
도면18



-GaAs Wafer 상에 있는 Red LED Array (전사 공정 전)



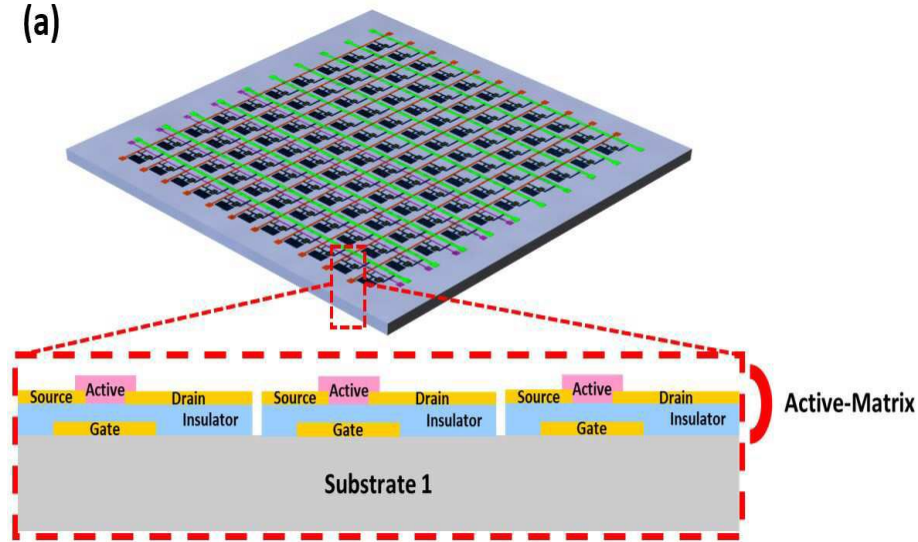
-GaAs Wafer 상에서 제거된 Red LED Array (전사 공정 후)



-전사 공정으로 플라스틱 기판에 전사한 Red LED Array (전사 공정 후)

도면19

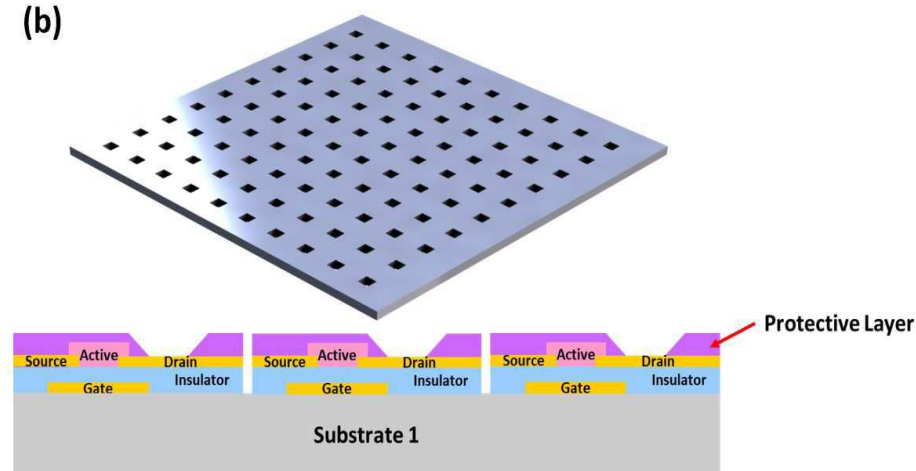
(a)



(a) Active-Matrix Backplane on Substrate 1
(제1기판에 디스플레이용 액티브 매트릭스 어레이 형성)

도면20

(b)



(b) Protective Layer Formation on Active-Matrix Backplane
(제1기판의 액티브 매트릭스 위에 보호층 및 microLED 컨택홀 형성)

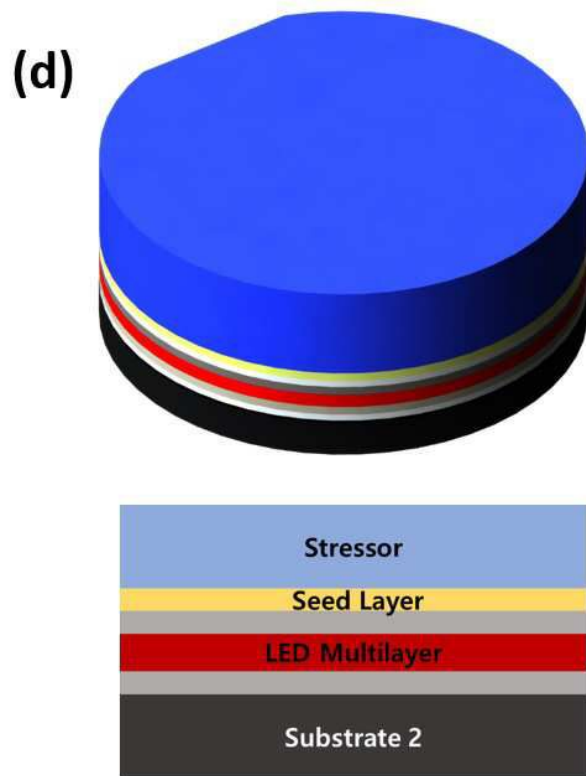
도면21

(c)



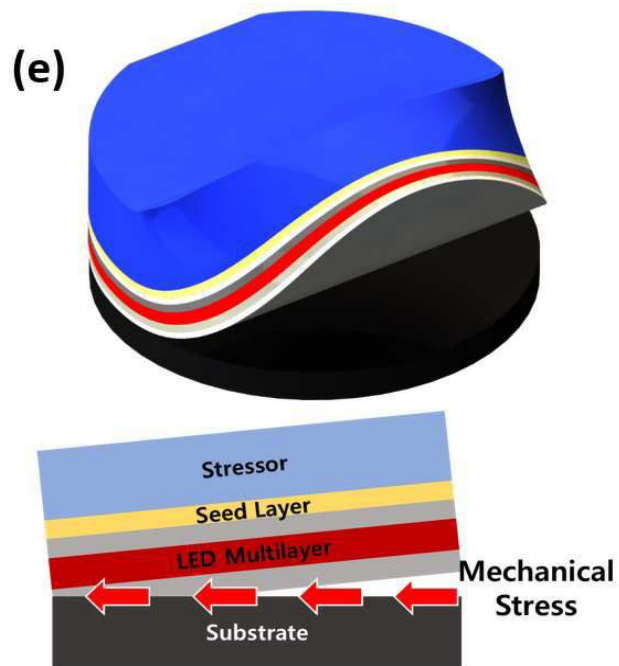
(c) LED Layer on Substrate 2
(제2기판에 LED를 구성하는 다층박막 형성)

도면22



(d) Seed Layer and Stressor Formation on LED Layers
(제2기판의 LED층 상부에 Seed Layer 및 응력층 형성)

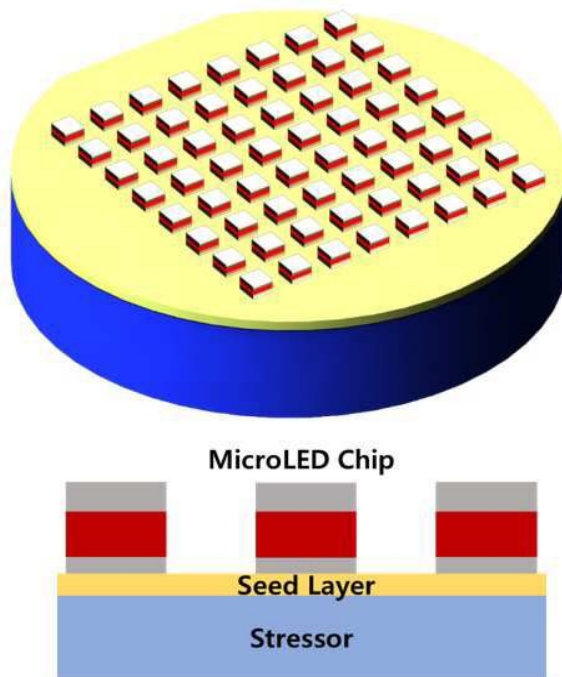
도면23



(e) LED Layer Exfoliation by Stressor
(응력층의 기계적 스트레스에 의한 LED층 박리)

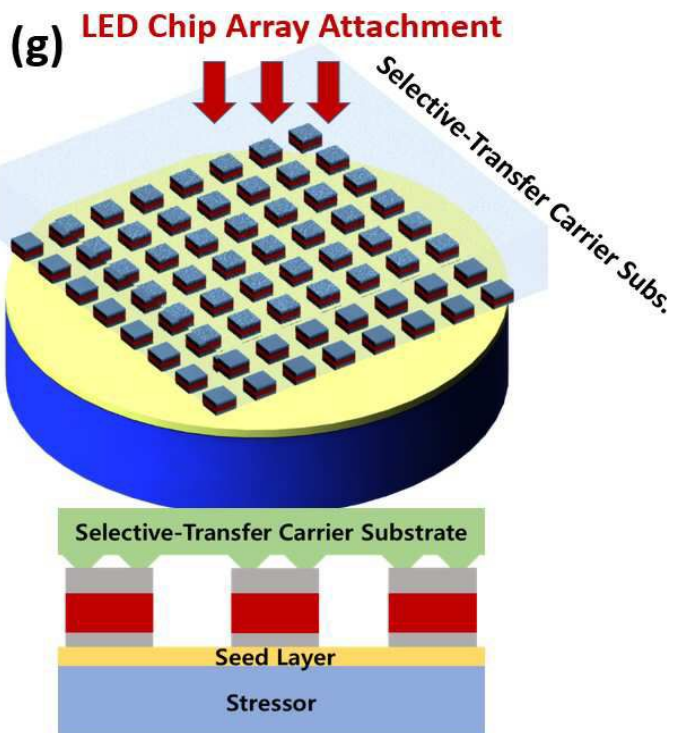
도면24

(f)



(f) LED Chip Isolation & Top Contact formation
(응력층 위에서 LED 칩 분리 및 상부 전극 형성)

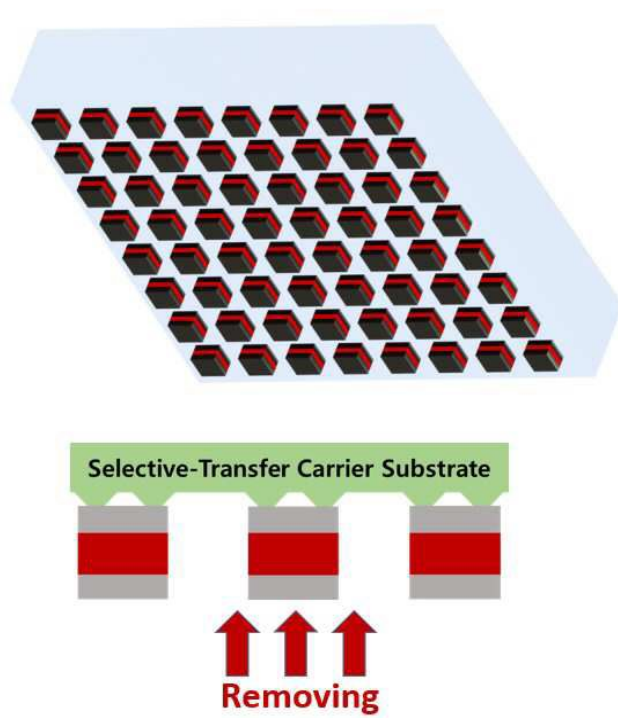
도면25



(g) LED Chip Attachment on Selective-Transfer Carrier Substrate
(선택적 임시 전달기판에 LED 칩 어레이 부착)

도면26

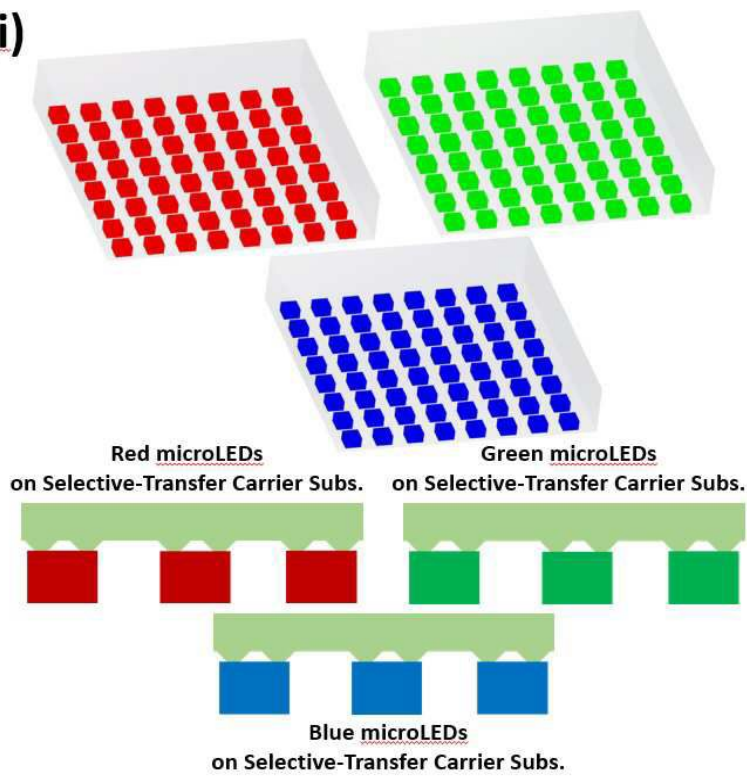
(h)



(h) Removing Stressor and Seed Layer
(응력층 및 seed layer 제거)

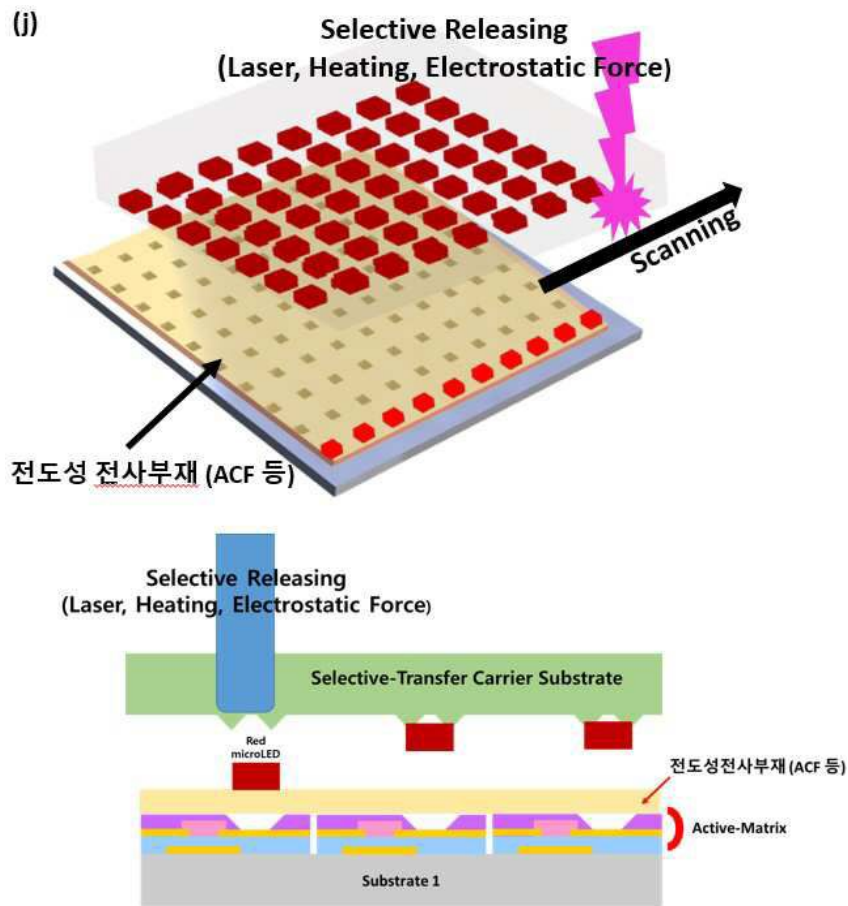
도면27

(i)



(i) 3 kinds of Selective-Transfer Carrier Substrate (Red, Green, Blue)
(Red, Green, Blue 세 종류의 선택적 임시 전달기판 제작)

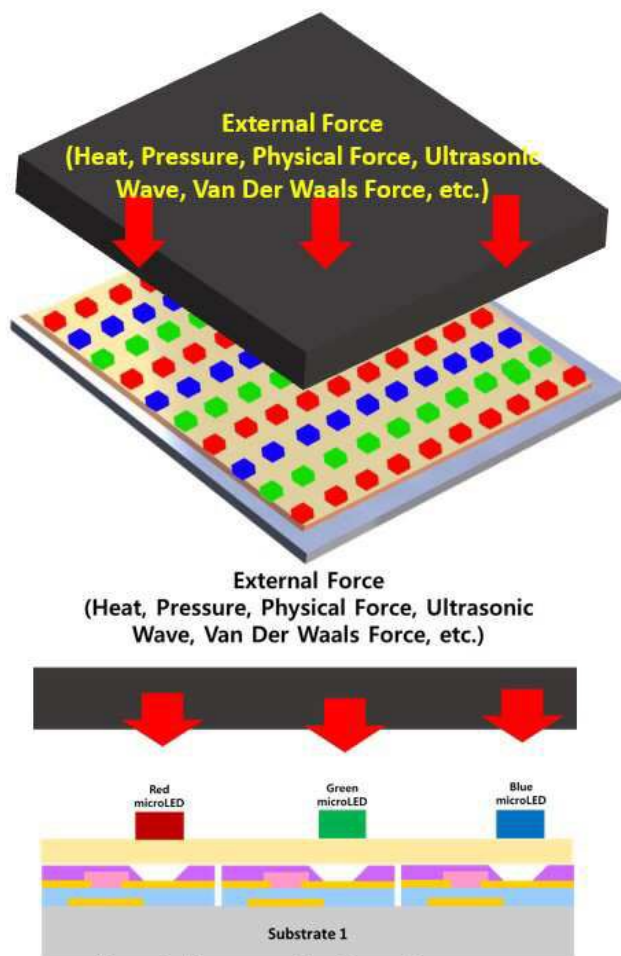
도면28



(j) Selective Releasing of MicroLED Arrays on Conductive Transfer Medium/Active-Matrix
(액티브 매트릭스 위에 전도성전사부재를 위치시킨 후, microLED를 정렬하여 원하는 위치에 선택적으로 릴리징함.)

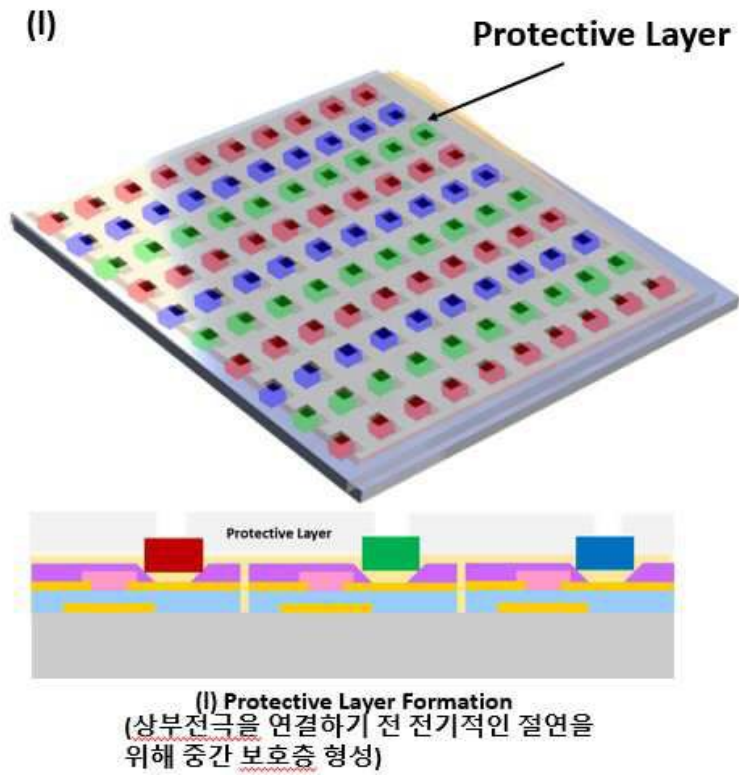
도면29

(k)

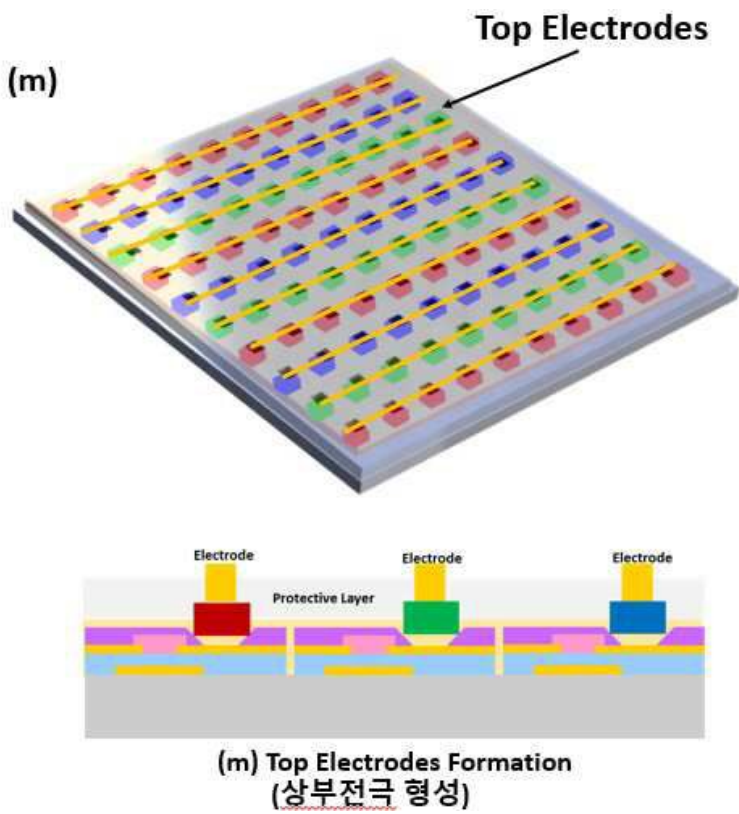


(k) Transfer/Interconnection of RGB MicroLED Array
(Red, Green, Blue MicroLED 어레이를 전도성전사부재 위에
릴리징한 후, 외력(열, 압력, 초음파, 반데르발스 힘 등)을
인가하여 한 번에 전사/접속.)

도면30



도면31



专利名称(译)	使用转移材料和选择性转移技术的有源矩阵RGB垂直MicroLED显示器		
公开(公告)号	KR1020190096256A	公开(公告)日	2019-08-19
申请号	KR1020180028951	申请日	2018-03-13
[标]申请(专利权)人(译)	韩国科学技术院		
申请(专利权)人(译)	科学与韩国高等科技研究院		
[标]发明人	이건재 이한열 신정호 이승형 이재희		
发明人	이건재 이한열 신정호 이승형 이재희		
IPC分类号	H01L27/15 H01L33/12 H01L33/38 H01L33/62		
CPC分类号	H01L27/156 H01L33/12 H01L33/385 H01L33/62		
优先权	1020180015583 2018-02-08 KR		
其他公开文献	KR102095215B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种通过利用导电转移构件的介质同时转移并互连布置在有源矩阵上的RGB microLED阵列来制造具有有源矩阵结构的RGB垂直microLED (VLED) 显示器的方法。 在本发明的制造方法中, 通过使用廉价的金属应力层的机械剥离方法来剥离LED层, 可以显著降低工艺成本并实现高性能的器件。 另外, 在根据本发明的用于制造microLED显示器的方法中, 可以通过在将microLED阵列附接至上层时使用导电转移构件和选择性转移来最小化昂贵的仅LED生长衬底的浪费。 用于显示的有源矩阵的一部分。 微型LED (VLED) 显示器还包括导电转移构件层, 中间保护层和上电极线。

