



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0060055
(43) 공개일자 2020년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/67 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)
H01L 21/677 (2006.01) H01L 21/78 (2006.01)
H01L 25/075 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/67144 (2013.01)
G03F 7/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0145540

(22) 출원일자 2018년11월22일

심사청구일자 2018년11월22일

(71) 출원인

한국광기술원

광주광역시 북구 첨단벤처로108번길 9 (월출동)

(72) 발명자

사기동

광주광역시 광산구 풍영로 294-8, 202동 1502호(장덕동, 고실마을 부영 애시앙)

김사웅

광주광역시 북구 서방로31번길 37(중흥동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이재량

전체 청구항 수 : 총 6 항

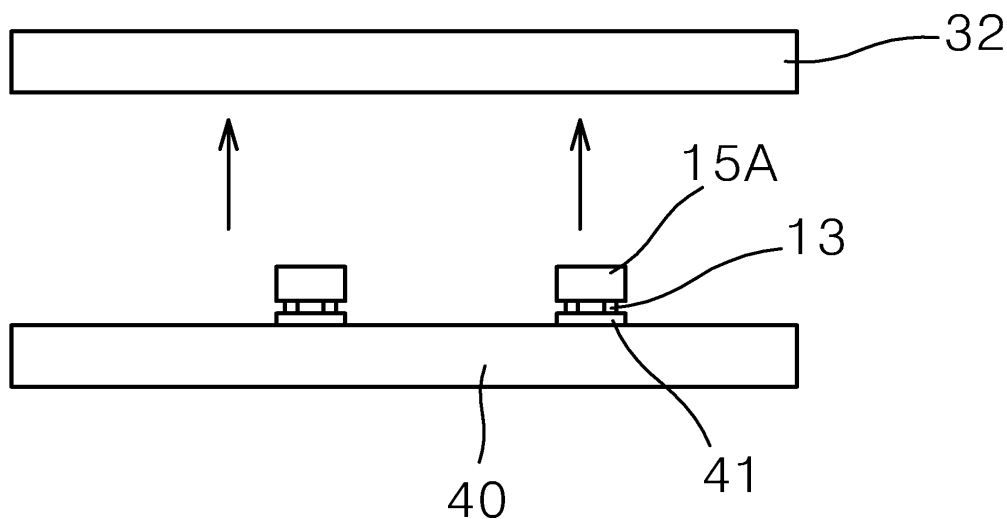
(54) 발명의 명칭 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법

(57) 요약

본 발명은 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 마이크로 LED를 제조하는 제조 과정과, 마이크로 LED의 제조 과정을 통해 제조된 마이크로 LED를 종래의 레이저를 이용하여 칩을 분리시키는 LLO(Laser Lift Off)방식을 탈피하여 에칭용액을 이용하여 기판으로부터 CLO(Chemical Lift Off) 방식으로 칩

(뒷면에 계속)

대표도 - 도13



분리 후에 온도조건에 따라 점착력이 가변되는 소재를 이용하여 타겟디바이스에 용이하게 전사시킬 수 있는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 펄스 레이저를 이용하여 마이크로 LED를 기판으로부터 분리시킨 뒤 타겟디바이스로 선택 전사시키는 종래의 전사방식에 비해 대면적 가공, 온도 가변형 점착시트의 점착력 조절, 마이크로 LED의 전사를 매우 용이하게 할 수 있으며, 레이저를 사용하지 않으므로 점착시트의 버닝 현상 및 마이크로 LED의 손상이 적은 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/0274 (2013.01)
H01L 21/30604 (2013.01)
H01L 21/67092 (2013.01)
H01L 21/67712 (2013.01)
H01L 21/67721 (2013.01)
H01L 21/78 (2013.01)
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 33/005 (2013.01)

이병일

부산광역시 금정구 금강로 503, 606동 302호(구서동, 롯데캐슬골드2단지)

(72) 발명자

김은비

광주광역시 서구 내방로 52 (치평동, 현대아파트)
101동 604호

정지호

전라북도 전주시 덕진구 삼송3길 9-5(금암동) 309호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415157429
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 소재부품기술개발
연구과제명 프리미엄급 디스플레이를 위한 마이크로 LED 본딩용 소재 및 장비 기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 성우테크론(주)
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IP2017-0016
부처명 광주광역시
연구관리전문기관 한국광기술원
연구사업명 광산업 점프업 프로그램 개발 사업
연구과제명 피부미용 및 질환치료용 스트레처블 마이크로 LED 패치 개발
기 여 율 1/2
주관기관 한국광기술원
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기판상에 반도체구조물을 형성하는 단계와, 상기 반도체구조물 내부의 반도체층 일부를 외부로 노출시키도록 상기 반도체구조물의 일부를 식각하는 단계를 포함하여 마이크로 LED를 제조하는 마이크로 LED 제조단계와;

상기 기판상의 마이크로 LED들 중 1차로 선택된 마이크로 LED만을 포토레지스트와 노광장치 및 에칭 용액을 이용하여 상기 기판으로부터 일정 부분 분리시키는 예비분리단계와;

온도조건에 따라 점착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 온도가변형 점착시트에 상기 기판상의 마이크로 LED들을 점착 및 고정시킨 후, 1차로 선택된 마이크로 LED만을 상기 기판으로부터 완전 분리시키는 완전분리단계와;

상기 기판으로부터 상기 온도가변형 점착시트로 이동된 마이크로 LED를 타겟디바이스에 전사시키는 전사단계;를 포함하며,

상기 전사단계 이후에는 상기 완전분리단계 후 상기 기판상에 남아 있는 마이크로 LED들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED를 각각 상기 기판으로부터 순차적으로 분리 및 상기 타겟디바이스에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 상기 예비분리단계와, 상기 완전분리단계와, 상기 전사단계를 반복하는 반복단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 예비분리단계는

상기 기판상의 모든 마이크로 LED를 감싸도록 상기 기판 및 상기 마이크로 LED에 포토레지스트를 도포하는 도포단계와,

마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED를 감싸는 포토레지스트의 특정 영역을 제외한 나머지 영역만 선택적으로 노광시키는 노광단계와,

마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED를 감싸는 포토레지스트의 특정 영역을 제거하는 제1제거단계와,

에칭용액을 이용하여 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED를 상기 기판으로부터 일정 부분 분리시키는 에칭단계와,

마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED 이외의 나머지 마이크로 LED를 감싸는 포토레지스트의 나머지 영역을 제거하는 제2제거단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 마이크로 LED 제조단계 또는 상기 예비분리단계의 상기 에칭단계와 상기 제2제거단계 사이에는

상기 반도체구조물의 상부에 p형 전극 및 n형 전극을 포함하는 전극부를 형성하는 전극부형성단계와,

상기 반도체구조물의 상부를 보호하도록 상기 전극부를 제외한 상기 반도체구조물의 상부를 보호막으로 감싸는 보호막형성단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 온도가변형 점착시트는 온도조건에 따라 점착력이 발생하거나, 약화 또는 소멸되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법.

청구항 5

기판상에 반도체구조물을 형성하는 단계와, 상기 반도체구조물 내부의 반도체층 일부가 외부로 노출되도록 상기 반도체구조물의 일부를 식각하는 단계와, 상기 반도체구조물의 상부에 전극부를 형성하는 전극부형성단계와, 상기 반도체구조물의 상부를 보호하도록 상기 전극부를 제외한 상기 반도체구조물의 상부를 보호막으로 감싸는 단계를 포함하여 마이크로 LED를 제조하는 마이크로 LED 제조단계와;

상기 기판상의 모든 마이크로 LED를 에칭 용액을 이용하여 상기 기판으로부터 일정 부분 분리시키는 예비분리단계와;

온도조건에 따라 점착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 온도가변형 점착시트 및 특정 패턴으로 형성되고 PET로 이루어진 마스크를 이용하여 상기 기판상의 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED만을 상기 온도가변형 점착시트에 점착 및 고정시킨 후에 1차로 선택된 마이크로 LED만을 상기 기판으로부터 완전 분리시키는 완전분리단계와;

상기 기판으로부터 상기 온도가변형 점착시트로 이동된 마이크로 LED를 타겟디바이스에 전사시키는 전사단계;를 포함하며,

상기 전사단계 이후에는 상기 완전분리단계 후 상기 기판상에 남아 있는 마이크로 LED들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED를 각각 상기 기판으로부터 순차적으로 분리 및 상기 타겟디바이스에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 상기 완전분리단계와, 상기 전사단계를 반복하는 반복단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 완전분리단계는

제1온도가변형 점착시트상에 PET 박막층을 형성하는 박막형성단계와,

상기 PET 박막층을 1차로 선택되는 마이크로 LED의 위치에 대응되는 특정 패턴으로 레이저 가공하여 PET 마스크를 형성하는 마스크형성단계와,

제2온도가변형 점착시트로 상기 마스크를 이송시키는 마스크이송단계와,

상기 예비분리단계를 통해 상기 기판으로부터 일정 부분 분리된 마이크로 LED를 상기 마스크를 제외한 상기 제2온도가변형 점착시트 상에 점착 및 고정시키도록 상기 제2온도가변형 점착시트와 상기 기판을 서로 밀착시킨 뒤 상기 기판으로부터 마이크로 LED를 완전 분리시키는 분리단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법.

발명의 설명**기술 분야**

본 발명은 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 마이크로 LED를 제조하는 제조 과정과, 마이크로 LED의 제조 과정을 통해 제조된 마이크로 LED를 종래의 레이저를 이용하여 칩을 분리시키는 LLO(Laser Lift Off)방식을 탈피하여 에칭용액을 이용하여 기판으로부터 CLO(Chemical Lift Off) 방식으로

[0001]

칩 분리 후에 온도조건에 따라 점착력이 가변되는 소재를 이용하여 타겟디바이스에 용이하게 전사시킬 수 있는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 마이크로 LED는 차세대 디스플레이 광원으로 부상하고 있으나, RGB 화소 공정, TFT 기술 접목, 생산성 개선 등의 기술적 난제를 극복하기 위한 연구가 필요하며, 고속응답, 고화질, 저전력소모 웨어러블 디스플레이용 4K UHD 이상의 AMOLED (Active Matrix)디스플레이 개발을 위해서는 2000ppi급 화소가 필요하다.
- [0003] 이를 위해서는 10마이크로미터 이하의 극소형 픽셀 크기가 필요하지만 마이크로 LED 사이즈가 작아질수록 웨이퍼로부터 발광층을 분리하여 타겟디바이스에 정밀하게 정렬할 수 있는 선택적으로 전사 방법이 필요하다.
- [0004] 또한, 종래의 마이크로 LED는 칩을 작고 얇게 하기 위해 기판을 분리하는 과정에서 고가의 레이저 장비가 필요하고, 습식 식각을 통해 기판을 분리하는 과정에서도 별도의 공정을 통해 기둥을 세우는 복잡한 과정이 필요할 뿐만 아니라, 초소형의 타겟디바이스에 하나 또는 수십 내지 수백 개씩 이송하는 방식을 적용하고 있어 이를 위해서는 고가의 장비가 필요하며 공정이 복잡하다는 문제가 있다.
- [0005] 또한, 펄스 레이저 및 환경 조건에 따라 점착력이 발생하거나 소멸되는 환경조건 가변형 점착시트를 이용한 종래의 마이크로 LED 선택 전사 방법은 대면적 가공 시 점착시트의 버닝 현상으로 점착력 제어가 불가능하고, 레이저 가공 후에도 점착시트의 점착력이 유지되어 마이크로 LED의 분리시 마이크로 LED에 크랙이 발생하거나 파손되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2018-0115584
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 10-2015-0073526
(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 10-2004-0104232
(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 10-1342577

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제를 해결하기 위한 것으로서, 종래의 펄스 레이저를 이용하여 마이크로 LED를 선택전사 하는 방법을 탈피하여, CLO 방식 및 PET 마스크를 이용하여 원하는 마이크로 LED만을 크랙 및 손상 없이 선택적으로 용이하게 전사할 수 있는 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 기판상에 반도체구조물을 형성하는 단계와, 상기 반도체구조물 내부의 반도체층 일부를 외부로 노출시키도록 상기 반도체구조물의 일부를 식각하는 단계를 포함하여 마이크로 LED를 제조하는 마이크로 LED 제조단계와; 상기 기판상의 마이크로 LED들 중 1차로 선택된 마이크로 LED만을 포토레지스트와 노광장치 및 에칭 용액을 이용하여 상기 기판으로부터 일정 부분 분리시키는 예비분리단계와; 온도조건에 따라 점착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 온도가변형 점착시트에 상기 기판상의 마이크로 LED들을 점착 및 고정시킨 후, 1차로 선택된 마이크로 LED만을 상기 기판으로부터 완전 분리시키는 완전분리단계와; 상기 기판으로부터 상기 온도가변형 점착시트로 이동된 마이크로 LED를 타겟디바이스에 전사시키는 전사단계;를 포함하며, 상기 전사단계 이후에는 상기 완전분리단계 후 상기 기판상에 남아 있는 마이크로 LED들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED를 각각 상기 기판으로부터 순차적으로 분리 및 상기 타겟디바이스에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 상기 예비분리단계와, 상기 완전분리단계와, 상기 전사단계를 반복하는 반복단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 상기 예비분리단계는 상기 기판상의 모든

마이크로 LED를 감싸도록 상기 기판 및 상기 마이크로 LED에 포토레지스트를 도포하는 도포단계와, 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED를 감싸는 포토레지스트의 특정 영역을 제외한 나머지 영역만 선택적으로 노광시키는 노광단계와, 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED를 감싸는 포토레지스트의 특정 영역을 제거하는 제1제거단계와, 에칭용액을 이용하여 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED를 상기 기판으로부터 일정 부분 분리시키는 에칭단계와, 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED 이외의 나머지 마이크로 LED를 감싸는 포토레지스트의 나머지 영역을 제거하는 제2제거단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 상기 마이크로 LED 제조단계 또는 상기 예비분리단계의 상기 에칭단계와 상기 제2제거단계 사이에는 상기 반도체구조물의 상부에 p형 전극 및 n형 전극을 포함하는 전극부를 형성하는 전극부형성단계와, 상기 반도체구조물의 상부를 보호하도록 상기 전극부를 제외한 상기 반도체구조물의 상부를 보호막으로 감싸는 보호막형성단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 완전분리단계에서 적용되는 상기 온도가변형 점착시트는 온도조건에 따라 점착력이 발생하거나, 약화 또는 소멸되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 기판상에 반도체구조물을 형성하는 단계와, 상기 반도체구조물 내부의 반도체층 일부가 외부로 노출되도록 상기 반도체구조물의 일부를 식각하는 단계와, 상기 반도체구조물의 상부에 전극부를 형성하는 전극부형성단계와, 상기 반도체구조물의 상부를 보호하도록 상기 전극부를 제외한 상기 반도체구조물의 상부를 보호막으로 감싸는 보호막형성단계를 포함하여 마이크로 LED를 제조하는 마이크로 LED 제조단계와; 상기 기판상의 모든 마이크로 LED를 에칭 용액을 이용하여 상기 기판으로부터 일정 부분 분리시키는 예비분리단계와; 온도조건에 따라 점착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 온도가변형 점착시트 및 특정 패턴으로 형성되고 PET로 이루어진 마스크를 이용하여 상기 기판상의 마이크로 LED들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED만을 상기 온도가변형 점착시트에 점착 및 고정시킨 후에 1차로 선택된 마이크로 LED만을 상기 기판으로부터 완전 분리시키는 완전분리단계와; 상기 기판으로부터 상기 온도가변형 점착시트로 이동된 마이크로 LED를 타겟디바이스에 전사시키는 전사단계;를 포함하며, 상기 전사단계 이후에는 상기 완전분리단계 후 상기 기판상에 남아 있는 마이크로 LED들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED를 각각 상기 기판으로부터 순차적으로 분리 및 상기 타겟디바이스에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 상기 완전분리단계와, 상기 전사단계를 반복하는 반복단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 상기 완전분리단계는 제1온도가변형 점착시트상에 PET 박막층을 형성하는 박막형성단계와, 상기 PET 박막층을 1차로 선택되는 마이크로 LED의 위치에 대응되는 특정 패턴으로 레이저 가공하여 PET 마스크를 형성하는 마스크형성단계와, 제2온도가변형 점착시트로 상기 마스크를 이송시키는 마스크이송단계와, 상기 예비분리단계를 통해 상기 기판으로부터 일정 부분 분리된 마이크로 LED를 상기 마스크를 제외한 상기 제2온도가변형 점착시트 상에 점착 및 고정시키도록 상기 제2온도가변형 점착시트와 상기 기판을 서로 밀착시킨 뒤 상기 기판으로부터 마이크로 LED를 완전 분리시키는 분리단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 펄스 레이저를 이용하여 마이크로 LED를 기판으로부터 분리시킨 뒤 타겟디바이스로 선택 전사시키는 종래의 전사방식에 비해 대면적 가공, 온도 가변형 점착시트의 점착력 조절, 마이크로 LED의 전사를 매우 용이하게 할 수 있으며, 레이저를 사용하지 않으므로 점착시트의 버닝 현상 및 마이크로 LED의 손상이 적은 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1 내지 도 13은 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법을 나타낸 도면.

도 14 내지 도 26은 본 발명의 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법을 나타낸 도면.

도 27 내지 도 38는 본 발명의 제3실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법에 대

하여 상세하게 설명한다.

실시예 1

- [0017] 도 1 내지 도 13에는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법이 도시되어 있다. 도 1 내지 도 13을 참조하면, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 마이크로 LED 제조단계(S10)와, 예비분리단계(S20)와, 완전분리단계(S30)와, 전사단계(S40)를 포함하여 구성된다.
- [0018] 마이크로 LED 제조단계(S10)는 기판(11)상에 p형 반도체층, n형 반도체층 및 활성층을 포함하는 반도체구조물(이하, 마이크로 LED(15))을 형성하는 반도체구조물형성단계와, 마이크로 LED(15) 내부의 p형 반도체층 또는 n형 반도체층의 일부를 외부로 노출시키도록 마이크로 LED(15)의 일부를 식각하여 메사 구조부를 형성하는 식각 단계를 포함하여 마이크로 LED(15)를 제조한다.
- [0019] 일 예로, 식각단계는 기판(11)에 성장되는 마이크로 LED(15)가 n형 반도체층, 활성층, p형 반도체층으로 순차적으로 적층된 마이크로 LED(15)인 경우에는 n형 반도체층의 일부가 외부로 노출되게 p형 반도체층 및 활성층의 일부를 제거한다. 식각단계를 거치면 마이크로 LED(15)의 외부로 노출된 n형 반도체층이 p형 반도체층보다 낮은 위치에 위치하는 메사(mesa) 구조가 형성된다.
- [0020] 마이크로 LED 제조단계(S10)에서 사용되는 기판(11)은 Si 기판, 또는 GaAs 기판을 적용할 수 있으며, 제조하고자 하는 마이크로 LED(15)에서 방출되는 빛의 파장에 따라 Si 기판, 또는 GaAs 기판을 선택할 수 있다. 일 예로, 제조하고자 하는 마이크로 LED(15)에서 방출되는 빛의 파장이 550nm 이하의 단파장 대역인 경우에는 Si 기판을 적용하고, 550nm 이상의 장파장 대역인 경우에는 GaAs 기판을 적용할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 마이크로 LED 제조단계는 반도체구조물에 전극부를 형성하기 위한 전극부형성단계와, 보호막을 형성하기 위한 보호막형성단계를 포함하지 않고, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 예비분리단계(S20)의 에칭단계(S24)와 제1제거단계(S25) 사이에 전극부와 보호막을 각각 형성하는 것을 적용하였다.
- [0022] 예비분리단계(S20)는 도 2 내지 6에 도시된 바와 같이 기판(11)상에 형성된 마이크로 LED(15)들 중 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)만을 포토레지스트(21), 포토마스크(22), 노광장치 및 에칭 용액을 이용하여 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시키는 단계로서, 도포단계(S21)와, 노광단계(S22)와, 제1제거단계(S23)와, 에칭단계(S24)와, 제2제거단계(S25)를 포함하여 구성된다.
- [0023] 도포단계(S21)는 기판(11)상의 모든 마이크로 LED(15)를 감싸도록 기판(11)의 상부에 포토레지스트(21)를 도포한다.
- [0024] 노광단계(S22)는 도 2에 도시된 바와 같이 포토마스크(22) 및 노광장치를 이용하여 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 감싸고 있는 포토레지스트(21)의 특정 영역(21A)을 제외한 나머지 영역만 선택적으로 노광시킨다.
- [0025] 포토레지스트(21)는 본래는 특수한 약품이나 용액 (Si 기판의 경우 KOH, GaAs 기판의 경우 HF)에 대하여 가용성이나 광에 노출되면 불용성이 되는 네거티브형과, 이와 반대로 본래는 특수한 약품이나 용액에 대하여 불용성이나 광에 노출되면 가용성으로 변화되는 포지티브형의 것을 적용할 수 있으나, 본 실시 예에서는 전자의 것을 적용하였으나, 후자의 것을 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0026] 제1제거단계(S23)는 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 감싸는 포토레지스트(21)의 특정 영역(21A)을 제거 즉, 포토마스크(22)에 의해 광을 받지 않은 포토레지스트(21)의 특정 영역(21A)을 별도의 특수 약품 또는 용액을 이용하여 제거하여 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 외부로 노출시킨다. 제1제거단계(S23)에서 적용되는 약품 또는 용액은 Tetramethylammonium hydroxide, ethyl lactate and diacetone alcohol 등을 이용할 수 있다.
- [0027] 에칭단계(S24)는 도 4에 도시된 바와 같이 에칭용액을 이용하여 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시키는 단계로서, 기판(11) 전체를 에칭용액에 침지시킨 후 CLO 방식으로 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)와 기판(11)의 접합 부위를 에칭하여 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시킨다.
- [0028] 도 4를 참조하면 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)는 에칭단계(S24)를 통해 기판(11)과의 접합력이 본래의 접합력 대비 약 15%에 이르는 수준만 남아있도록 또는 약 85%의 접합력이 제거될 수 있다. 이때, 1차로 선택된 마이

크로 LED(15A)를 제외한 나머지 마이크로 LED(15)는 포토레지스트(21)에 의해 보호되어 기판(11)에 대한 접합력이 제거 또는 약화되지 않는다.

- [0029] 에칭단계(S24)에서 사용되는 에칭용액은 기판의 종류에 따라 수산화칼륨(KOH) 또는 불산(HF)을 적용할 수 있으며, Si 기판을 적용하는 경우에는 수산화칼륨(KOH)을 사용하고, GaAs 기판을 적용하는 경우에는 불산(HF)을 사용한다.
- [0030] 제2제거단계(S25)는 도 6에 도시된 바와 같이 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A) 이외의 나머지 마이크로 LED(15)를 감싸는 포토레지스트(21)의 나머지 영역을 완전히 제거하는 단계로서, 포토레지스트(21)의 나머지 영역은 아세톤과, 산소 플라즈마 처리, NMP(1-methyl-2-pyrrolidone)를 통해 제거할 수 있다.
- [0031] 제2제거단계(S25) 이후에는 도 7에 도시된 바와 같이 이전의 에칭단계(S24)에서 마이크로 LED(15)와 기판(11)과의 접합력을 본래의 접합력 대비 약 15%에 이르는 수준만 남아있도록 된 상태에서 마이크로 LED(15)와 기판(11)의 접합력을 약 5%에 이르는 수준만 남아있도록 접합력을 제거하는 에칭단계(S24)를 한 번 더 반복할 수 있다.
- [0032] 그리고, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 예비분리단계(S20)의 에칭단계(S24)와 제2제거단계(S25) 사이에는 전극부형성단계와, 보호막형성단계를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 전극부형성단계는 도 3의 제1제거단계(S23)를 통해 외부로 노출되는 1차 선택된 마이크로 LED(15)의 상부에 전극부(13)를 형성하는 단계로서, p형 반도체층에 ITO 등의 투명전극을 형성하고, 투명전극 상에 p형 전극을 형성하며, 식각단계에서 외부로 노출된 n형 반도체층에 n형 전극을 형성한다.
- [0034] 그리고, 보호막형성단계는 마이크로 LED(15)의 상부를 보호하도록 전극부(13)를 제외한 마이크로 LED(15)의 상부를 보호막으로 감싸 보호막을 형성한다.
- [0035] 본 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 마이크로 LED 제조단계(S10)에서 마이크로 LED(15)에 전극부(13)를 형성하지 않고, 예비분리단계(S20)의 에칭단계(S24)와 제2제거단계(S25) 사이에서 마이크로 LED(15)에 전극부(13)를 형성함으로써 에칭단계(S24)에서 기판(11)을 에칭용액에 침지시켜 에칭할 때, 전극부(13)가 에칭용액에 의해 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [0036] 완전분리단계(S30)는 온도조건에 따라 점착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 제1온도가변형 점착시트(31)에 기판(11)상의 마이크로 LED(15)들을 점착 및 고정시킨 후, 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)만을 기판(11)으로부터 완전 분리시킨다.
- [0037] 완전분리단계(S30)는 도 8에 도시된 바와 같이 상온에서 기판(11)상의 마이크로 LED(15)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 밀착되도록 기판(11)을 뒤집어 제1온도가변형 점착시트(31)에 밀착시키고, 도 9에 도시된 바와 같이 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착력을 발생시켜 마이크로 LED(15)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착 및 고정되도록 제1온도가변형 점착시트(31)의 온도를 조절하고, 기판(11)을 제1온도가변형 점착시트(31)에서 분리시킨다.
- [0038] 완전분리단계(S30)에서 적용되는 제1온도가변형 점착시트(31)는 설정된 기준온도 이상에서는 점착력이 발생하고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 소멸되는 쿨-오프타입을 적용하며, 제1온도가변형 점착시트(31)에 밀착된 마이크로 LED(15A)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착 및 고정되도록 제1온도가변형 점착시트(31)를 상온의 수준으로 가열한다.
- [0039] 상기 완전분리단계(S30)를 통해 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)는 기판(11)으로부터 완전 분리됨과 동시에 제1온도가변형 점착시트(31)로 이동된다.
- [0040] 전사단계(S40)는 도 10 내지 도 13에 도시된 바와 같이 기판(11)으로부터 제1온도가변형 점착시트(31)로 이동된 마이크로 LED(15A)를 타겟디바이스(40)에 전사시키는 단계로서, 제1전사단계(S41)와, 제2전사단계(S42)를 포함한다.
- [0041] 제1전사단계(S41)는 도 10에 도시된 바와 같이 제1온도가변형 점착시트(31)상의 마이크로 LED(15A)가 또 다른 타입의 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착되도록 제1온도가변형 점착시트(31)를 뒤집어 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착시키고, 도 11에 도시된 바와 같이 마이크로 LED(15A)를 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동시킬 수 있도록 마이크로 LED(15A)에 대한 제1온도가변형 점착시트(31)의 점착력은 소멸시키고 마이크로 LED(15A)에

대한 제2온도가변형 점착시트(32)의 점착력은 발생시킬 수 있도록 제1온도가변형 점착시트(31) 및 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 각각 조절하며, 제1온도가변형 점착시트(31)를 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 분리한다.

[0042] 제1전사단계(S41)에서 적용되는 제2온도가변형 점착시트(32)는 설정된 기준온도(일 예로 상온 수준) 이상에서는 점착력이 약화되거나 소멸되고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 발생하는 워-오프타임을 적용하며, 제1전사단계(S41)의 온도조정단계에서는 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착된 마이크로 LED(15A)가 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착 및 고정되도록 제1온도가변형 점착시트 및 제2온도가변형 점착시트(32)를 설정된 기준온도 이하로 냉각시킨다.

[0043] 도 11에 도시된 바와 같이 제1전사단계(S41)를 통해 제1온도가변형 점착시트(31)의 마이크로 LED(15A)는 제2온도가변형 점착시트(32)로 완전 이동된다.

[0044] 그리고, 제2전사단계(S42)는 제1전사단계(S41)를 통해 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동된 마이크로 LED(15A)를 타겟디바이스(40)로 이동시키는 단계로서, 도 12에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)로 이송된 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 타겟디바이스(40)의 접합층(41)을 향하도록 제2온도가변형 점착시트(32)를 타겟디바이스(40)에 밀착시키고, 마이크로 LED(15A)에 대한 제2온도가변형 점착시트(32)의 점착력을 소멸시키도록 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 조정하며, 도 13에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)를 타겟디바이스(40)로부터 분리함으로써 타겟디바이스(40)에 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)의 전사 과정이 완료된다.

[0045] 타겟디바이스에 형성되는 접합층은 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스 상에 형성되는 회로패턴에 접속 및 타겟디바이스에 접합시키기 위한 것으로서, 미세한 도전입자를 수지 내에 분산시키고, 두께 방향으로 가열 및 가압시 두께 방향으로만 도전이 이루어지도록 된 필름 형태의 이방성 도전 필름(Anisotropic Conductive Film; ACF) 또는 이방성 도전 점착제(Anisotropic Conductive Adhesive; ACA)를 적용할 수 있다. 이방성 도전 필름 또는 이방성 도전 점착제 내의 도전입자는 수 마이크로미터의 입도를 갖는 니켈, 카본, 솔더 볼 등이 적용될 수 있다.

[0046] 제2전사단계(S42)에서는 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 밀착된 마이크로 LED(15)가 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 남아 있도록 제2온도가변형 점착시트(32)를 설정된 기준온도 이상 또는 상온 수준으로 가열한다.

[0047] 본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 전사단계(S40)를 제1전사단계(S41) 및 제2전사단계(S42)로 구분한 것은 완전분리단계(S30)를 통해 제1온도가변형 점착시트(31)로 이동된 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착 및 고정된 상태에서 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 접합시키기 불가능하므로 이러한 문제를 해결하기 위해 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 외측으로 노출되게 제1온도가변형 점착시트(31)로부터 제2온도가변형 점착시트(32)로 마이크로 LED(15A)를 한 번 더 이동시키는 구조를 적용하였다. 즉, 제2온도가변형 점착시트(32)를 통해 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 밀착 및 접합시킬 수 있다.

[0048] 그리고, 본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 기관(11)으로부터 타겟디바이스(40)로 1차 선택된 마이크로 LED(15A)의 전사가 완료된 후 즉, 전사단계(S40)가 완료된 이후에는 완전분리단계(S30) 후 기관(11)상에 남아 있는 마이크로 LED(15)들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED(15)를 각각 기관(11)으로부터 순차적으로 분리 및 타겟디바이스(40)에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 도 2의 예비분리단계(S20)부터 완전분리단계(S30) 및 전사단계(S40)를 반복하는 반복단계(S50)를 더 포함한다.

[0049] 상술한 바와 같은 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 펄스 레이저를 이용하여 마이크로 LED를 기관으로부터 타겟디바이스로 선택 전사시키는 종래의 전사방식에 비해 대면적 가공, 온도가변형 점착시트의 점착력 조절, 마이크로 LED의 전사를 매우 용이하게 할 수 있으며, 레이저를 사용하지 않으므로 점착시트의 버닝 현상 및 마이크로 LED의 손상이 적은 장점이 있다.

실시예 2

[0050] 한편, 도 14 내지 도 26에는 본 발명의 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법이 도시되어 있다.

[0051] 도 14 내지 도 26을 참조하면, 본 발명의 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 마이크로 LED 제조단계(S10)와, 예비분리단계(S20)와, 완전분리단계(S30)와, 전사단계(S40)를 포함하여 구성된다.

- [0052] 본 발명의 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 앞서 도 1 내지 도 13을 참조하여 설명한 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법과 반도체구조물 또는 마이크로 LED에 전극부와 보호막을 형성하기 위한 전극부형성단계와, 보호막형성단계의 순서만 다를 뿐 그 이외의 나머지 방법은 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법과 동일하다.
- [0053] 본 발명의 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 전극부형성단계 및 보호막형성단계는 도 1 내지 도 13을 참조하여 설명한 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 예비분리단계(S20)의 에칭단계(S24)와 제2제거단계(S25) 사이에서 수행하지 않고, 예비분리단계(S20) 이전의 마이크로 LED 제조단계(S10)의 식각단계 이후에 수행한다.
- [0054] 전극부형성단계에서는 마이크로 LED 제조단계(S10)의 식각단계 이후에 p형 반도체 상에 형성되는 p형 전극, 식각단계를 통해 외부로 노출된 n형 반도체 상에 형성되는 n형 전극, 반사 전극 및 투명 전극을 포함하는 전극부(13)를 마이크로 LED(15) 상에 형성한다.
- [0055] 그리고, 보호막형성단계는 전극부(13)가 형성된 마이크로 LED(15)의 상부를 보호하도록 전극부(13)를 제외한 마이크로 LED(15)의 상부를 보호막으로 감싸 보호막을 형성한다.
- [0056] 앞서 설명한 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 전극부형성단계와, 보호막형성단계가 예비분리단계에서 형성되지만 본 발명의 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 전극부형성단계와, 보호막형성단계는 도 14에 도시된 바와 같이 마이크로 LED 제조단계(S10)에서 미리 수행되므로 도 16 내지 도 18의 예비분리단계 즉, 1차 선택된 마이크로 LED를 외부로 노출시키는 제1제거단계 이후에 전극부 및 보호막을 형성하는 단계가 생략된 것이 본 발명의 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법과는 다르다.
- [0057] 마이크로 LED 제조단계(S10)는 기판(11)상에 p형 반도체층, n형 반도체층 및 활성층을 포함하는 반도체구조물(이하, 마이크로 LED(15))을 형성하는 반도체구조물형성단계와, 마이크로 LED(15) 내부의 p형 반도체층 또는 n형 반도체층의 일부를 외부로 노출시키도록 마이크로 LED(15)의 일부를 식각하여 mesa 구조부를 형성하는 식각단계를 포함하여 마이크로 LED(15)를 제조한다.
- [0058] 예비분리단계(S20)는 도 15 내지 20에 도시된 바와 같이 기판(11)상에 형성된 마이크로 LED(15)들 중 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)만을 포토레지스트(21), 포토마스크(22), 노광장치 및 에칭 용액을 이용하여 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시키는 단계로서, 도포단계(S21)와, 노광단계(S22)와, 제1제거단계(S23)와, 에칭단계(S24)와, 제2제거단계(S25)를 포함하여 구성된다.
- [0059] 도포단계(S21)는 15에 도시된 바와 같이 기판(11)상의 모든 마이크로 LED(15)를 감싸도록 기판(11)의 상부에 포토레지스트(21)를 도포한다.
- [0060] 노광단계(S22)는 도 16에 도시된 바와 같이 포토마스크 및 노광장치를 이용하여 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 감싸고 있는 포토레지스트(21)의 특정 영역(21A)을 제외한 나머지 영역만 선택적으로 노광시킨다.
- [0061] 포토레지스트(21)는 본래는 특수한 약품이나 용액에 대하여 가용성이나 광에 노출되면 불용성이 되는 네거티브형과, 이와 반대로 본래는 특수한 약품이나 용액에 대하여 불용성이나 광에 노출되면 가용성으로 변화되는 포지티브형의 것을 적용할 수 있으나, 본 실시 예에서는 전자의 것을 적용하였으나, 후자의 것을 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0062] 제1제거단계(S23)는 도 17에 도시된 바와 같이 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 감싸는 포토레지스트(21)의 특정 영역(21A)을 제거 즉, 포토마스크(22)에 의해 광을 받지 않은 포토레지스트(21)의 특정 영역(21A)을 별도의 특수 약품 또는 용액을 이용하여 제거하여 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 외부로 노출시킨다. 제1제거단계(S23)에서 적용되는 약품 또는 용액은 Tetramethylammonium hydroxide, ethyl lactate and diacetone alcohol 등을 이용할 수 있다.
- [0063] 에칭단계(S24)는 도 18에 도시된 바와 같이 에칭용액을 이용하여 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시키는 단계로서, 기판(11) 전체를 에칭용액에 침지시킨 후 CLO 방식으로 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)와 기판(11)의 접합 부위를 에칭하여 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시킨다.
- [0064] 도 18을 참조하면 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)는 에칭단계(S24)를 통해 기판(11)과의 접합력이 본래의 접합

력 대비 약 15%에 이르는 수준만 남아있도록 또는 약 85%의 접합력이 제거될 수 있다. 이때, 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)를 제외한 나머지 마이크로 LED(15)는 포토레지스트(21)에 의해 보호되어 기판(11)에 대한 접합력이 제거 또는 약화되지 않는다.

- [0065] 에칭단계(S24)에서 사용되는 에칭용액은 기판의 종류에 따라 수산화칼륨(KOH) 또는 불산(HF)을 적용할 수 있으며, Si 기판을 적용하는 경우에는 수산화칼륨(KOH)을 사용하고, GaAs 기판을 적용하는 경우에는 불산(HF)을 사용한다.
- [0066] 제2제거단계(S25)는 도 18 및 도 19에 도시된 바와 같이 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A) 이외의 나머지 마이크로 LED(15)를 감싸는 포토레지스트(21)의 나머지 영역을 완전히 제거하는 단계로서, 포토레지스트(21)의 나머지 영역은 아세톤과, 산소 플라즈마 처리, NMP(1-methyl-2-pyrrolidone)를 통해 제거할 수 있다.
- [0067] 제2제거단계(S25) 이후에는 도 20에 도시된 바와 같이 이전의 에칭단계(S24)에서 마이크로 LED(15)와 기판(11)과의 접합력을 본래의 접합력 대비 약 15%에 이르는 수준만 남아있도록 된 상태에서 마이크로 LED(15)와 기판(11)의 접합력을 약 5%에 이르는 수준만 남아있도록 접합력을 제거하는 에칭단계(S24)를 한 번 더 반복할 수 있다.
- [0068] 완전분리단계(S30)는 온도조건에 따라 접착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 제1온도가변형 점착시트(31)에 기판(11)상의 마이크로 LED(15)들을 점착 및 고정시킨 후, 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)만을 기판(11)으로부터 완전 분리시킨다.
- [0069] 완전분리단계(S30)는 도 21에 도시된 바와 같이 상온에서 기판(11)상의 마이크로 LED(15)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 밀착되도록 기판(11)을 뒤집어 제1온도가변형 점착시트(31)에 밀착시키고, 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착력을 발생시켜 마이크로 LED(15)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착 및 고정되도록 제1온도가변형 점착시트(31)의 온도를 조절하고, 도 22에 도시된 바와 같이 기판(11)을 제1온도가변형 점착시트(31)에서 분리시킨다.
- [0070] 완전분리단계(S30)에서 적용되는 제1온도가변형 점착시트(31)는 설정된 기준온도 이상에서는 점착력이 발생하고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 소멸되는 쿨-오프타입을 적용하며, 제1온도가변형 점착시트(31)에 밀착된 마이크로 LED(15A)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착 및 고정되도록 제1온도가변형 점착시트(31)를 상온의 수준으로 가열한다.
- [0071] 상기 완전분리단계(S30)를 통해 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)는 기판(11)으로부터 완전 분리됨과 동시에 제1온도가변형 점착시트(31)로 이동된다.
- [0072] 전사단계(S40)는 도 23 내지 도 26에 도시된 바와 같이 기판(11)으로부터 제1온도가변형 점착시트(31)로 이동된 마이크로 LED(15A)를 타겟디바이스(40)에 전사시키는 단계로서, 제1전사단계(S41)와, 제2전사단계(S42)를 포함한다.
- [0073] 제1전사단계(S41)는 도 23에 도시된 바와 같이 제1온도가변형 점착시트(31)상의 마이크로 LED(15A)가 또 다른 타입의 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착되도록 제1온도가변형 점착시트(31)를 뒤집어 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착시키고, 마이크로 LED(15A)를 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동시킬 수 있도록 마이크로 LED(15A)에 대한 제1온도가변형 점착시트(31)의 점착력은 소멸시키고 마이크로 LED(15A)에 대한 제2온도가변형 점착시트(32)의 점착력은 발생시킬 수 있도록 제1온도가변형 점착시트(31) 및 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 각각 조절하며, 도 24에 도시된 바와 같이 제1온도가변형 점착시트(31)를 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 분리한다.
- [0074] 제1전사단계(S41)에서 적용되는 제2온도가변형 점착시트(32)는 설정된 기준온도(일 예로 상온 수준) 이상에서는 점착력이 약화되거나 소멸되고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 발생하는 워م-오프타입을 적용하며, 제1전사단계(S41)의 온도조정단계에서는 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착된 마이크로 LED(15A)가 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착 및 고정되도록 제1온도가변형 점착시트 및 제2온도가변형 점착시트(32)를 설정된 기준온도 이하로 냉각시킨다.
- [0075] 도 24에 도시된 바와 같이 제1전사단계(S41)를 통해 제1온도가변형 점착시트(31)의 마이크로 LED(15A)는 제2온도가변형 점착시트(32)로 완전 이동된다.
- [0076] 그리고, 제2전사단계(S42)는 제1전사단계(S41)를 통해 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동된 마이크로 LED(15

A)를 타겟디바이스(40)로 이동시키는 단계로서, 도 25에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동된 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 타겟디바이스(40)의 접합층(41)을 향하도록 제2온도가변형 점착시트(32)를 타겟디바이스(40)에 밀착시키고, 마이크로 LED(15A)에 대한 제2온도가변형 점착시트(32)의 점착력을 소멸시키도록 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 조정하며, 도 26에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)를 타겟디바이스(40)로부터 분리함으로써 타겟디바이스(40)에 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)의 전사 과정이 완료된다.

[0077] 제2전사단계(S42)에서는 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 밀착된 마이크로 LED(15)가 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 남아 있도록 제2온도가변형 점착시트(32)를 설정된 기준온도 이상 또는 상온 수준으로 가열한다.

[0078] 본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 전사단계(S40)를 제1전사단계(S41) 및 제2전사단계(S42)로 구분한 것은 완전분리단계(S30)를 통해 제1온도가변형 점착시트(31)로 이동된 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 제1온도가변형 점착시트(31)에 점착 및 고정된 상태에서 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 접합시키기 불가능하므로 이러한 문제를 해결하기 위해 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 외측으로 노출되게 제1온도가변형 점착시트(31)로부터 제2온도가변형 점착시트(32)로 마이크로 LED(15A)를 한 번 더 이동시키는 구조를 적용하였다. 즉, 제2온도가변형 점착시트(32)를 통해 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 밀착 및 접합시킬 수 있다.

[0079] 그리고, 본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 기판(11)으로부터 타겟디바이스(40)로 1차 선택된 마이크로 LED(15A)의 전사가 완료된 후 즉, 전사단계(S40)가 완료된 이후에는 완전분리단계(S30) 후 기판(11)상에 남아 있는 마이크로 LED(15)들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED(15)를 각각 기판(11)으로부터 순차적으로 분리 및 타겟디바이스(40)에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 예비분리단계(S20)와, 완전분리단계(S30)와, 전사단계(S40)를 반복하는 반복단계(S50)를 더 포함한다.

실시예 3

[0080] 한편, 도 27 내지 도 38에는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법이 도시되어 있다. 도 내지 도 38을 참조하면, 본 발명의 제3 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 마이크로 LED 제조단계(S100)와, 예비분리단계(S200)와, 완전분리단계(S300)와, 전사단계(S400)를 포함하여 구성된다.

[0081] 마이크로 LED 제조단계(S100)는 기판(11)상에 마이크로 LED(15)을 형성하는 마이크로 LED형성단계와, 마이크로 LED(15) 내부의 반도체층 일부가 외부로 노출되도록 마이크로 LED(15)의 일부를 식각하는 식각단계와, 마이크로 LED(15)의 상부에 전극부(13)를 형성하는 전극부형성단계와, 마이크로 LED(15)의 상부를 보호하도록 전극부(13)를 제외한 마이크로 LED(15)의 상부를 보호막으로 감싸 보호막을 형성하는 보호막형성단계를 단계를 포함한다.

[0082] 전극부형성단계와, 보호막형성단계는 마이크로 LED 제조단계(S100)에서 수행할 수도 있으나, 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 예비분리단계(S200)와 같이 에칭 용액에 의한 전극부(13)의 손상을 방지할 수 있도록 기판(11) 상의 마이크로 LED(15)를 에칭용액을 이용하여 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시키는 예비분리단계(S200)에서 수행할 수 있음은 물론이다.

[0083] 예비분리단계(S200)는 기판(11)상의 모든 마이크로 LED(15)를 에칭 용액을 이용하여 기판(11)으로부터 일정 부분 분리시키도록 에칭 용액에 기판(11)을 침지시킨다. 예비분리단계(S200)에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 에칭단계(S24) 및 도 28에 도시된 바와 같이 마이크로 LED(15)와 기판(11)과의 접합력을 상호 간의 본래 접합력 대비 약 15% 내지 5%에 이르는 수준만 유지되게 또는 약 85%~95%를 제거할 수 있다.

[0084] 완전분리단계(S300)는 온도조건에 따라 점착력이 발생하거나 약화 또는 소멸되는 온도가변형 점착시트 및 특정 패턴으로 형성되고 PET로 이루어진 마스크를 이용하여 기판(11)상의 마이크로 LED(15)들 중에서 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)만을 온도가변형 점착시트에 점착 및 고정시킨 후에 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)만을 기판(11)으로부터 완전 분리시킨다.

[0085] 완전분리단계(S300)는 박막형성단계(S301)와, 마스크형성단계(S302)와, 마스크이송단계(S303)와, 선택분리단계(S304)를 포함하여 구성된다.

[0086] 박막형성단계(S301)는 도 29에 도시된 바와 같이 제1온도가변형 점착시트(31)를 준비하고, 제1온도가변형 점착시트(31) 상에 PET를 매우 얇게 도포하여 PET 박막층(35)을 형성한다.

- [0087] 마스크형성단계(S302)는 도 30에 도시된 바와 같이 1차로 타겟디바이스(40)로 전사시키고자 하는 마이크로 LED(15A) 즉, 1차로 선택되는 마이크로 LED(15A)의 위치 및 배치에 대응되는 특정 패턴으로 PET 박막층(35)을 레이저 가공하여 특정 패턴의 PET 마스크(36)를 형성한다.
- [0088] 마스크이송단계(S303)는 도 31에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)를 준비하고, 제1온도가변형 점착시트(31)를 뒤집어 제1온도가변형 점착시트(31)상의 PET 마스크(36)를 제2온도가변형 점착시트(32)에 밀착시키며, 제1온도가변형 점착시트(31)의 점착력은 소멸 또는 약화되고 제2온도가변형 점착시트(32)의 점착력은 발생하도록 제1온도가변형 점착시트(31) 및 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 각각 조절하며, PET 마스크(36)가 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착 및 고정된 상태에서 도 32에 도시된 바와 같이 제1온도가변형 점착시트(31)를 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 분리하여 PET 마스크(36)를 제2온도가변형 점착시트(32)로 완전 이송시킨다.
- [0089] 마스크이송단계(S303)의 제1온도가변형 점착시트(31)는 설정된 기준온도(일 예로 상온 수준) 이상에서는 점착력이 약화되거나 소멸되고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 발생하는 워-오프타입을 적용하고, 제2온도가변형 점착시트(32)는 설정된 기준온도 이상에서는 점착력이 발생하고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 소멸되는 쿨-오프타입을 적용하였다. 이와 다르게 제1온도가변형 점착시트(31)를 워-오프타입으로 적용하고, 제2온도가변형 점착시트(32)를 쿨-오프 타입으로 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0090] 선택분리단계(S304)는 도 33에 도시된 바와 같이 예비분리단계(S200)를 통해 기관(11)으로부터 일정 부분 분리된 마이크로 LED(15)를 PET 마스크(36)가 점착된 영역을 제외한 제2온도가변형 점착시트(32) 상에 점착 및 고정시키도록 제2온도가변형 점착시트(32)와 기관(11)을 서로 밀착시키고, 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착력이 발생하도록 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 조정하며, 마이크로 LED(15A)가 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착 및 고정된 후 도 34에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 기관(11)을 분리하여 기관(11)으로부터 마이크로 LED(15)를 완전 분리시킨다.
- [0091] 선택분리단계(S304)를 통해 PET 마스크(36)에 의해 1차로 선택된 마이크로 LED(15A)가 기관(11)으로부터 완전 분리 및 제2온도가변형 점착시트(32)로 완전 이동된다.
- [0092] 전사단계(S400)는 기관(11)으로부터 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동된 마이크로 LED(15)를 타겟디바이스(40)에 전사하는 단계로, 제1전사단계(S410)와 제2전사단계(S420)를 포함한다.
- [0093] 제1전사단계(S410)는 35에 도시된 바와 같이 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착 및 고정된 마이크로 LED(15) 및 PET 마스크(36)를 제3온도가변형 점착시트(33)로 이송시키는 단계로서, 제2온도가변형 점착시트(32)를 제3온도가변형 점착시트(33)에 밀착시킨다.
- [0094] 그리고, 제2온도가변형 점착시트(32)의 점착력이 약화 또는 소멸되도록 제2온도가변형 점착시트(32)의 온도를 조절 및 제3온도가변형 점착시트(33)의 점착력이 발생하도록 제3온도가변형 점착시트(33)의 온도를 조절한다.
- [0095] 제3온도가변형 점착시트(33)에 마이크로 LED(15) 및 PET 마스크(36)가 점착 및 고정된 후에는 제2온도가변형 점착시트(32)를 제3온도가변형 점착시트(33)로부터 분리시킨다.
- [0096] 도 36에 도시된 바와 같이 제1전사단계(S410)를 통해 제2온도가변형 점착시트(32)상의 마이크로 LED(15A) 및 PET 마스크(36)가 제3온도가변형 점착시트(33)로 이송된다.
- [0097] 제2전사단계(S420)는 제3온도가변형 점착시트(33)에 점착 및 고정된 마이크로 LED(15)를 타겟디바이스(40)로 전사시키는 단계로서, 도 37에 도시된 바와 같이 제3온도가변형 점착시트(33)상의 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 타겟디바이스(40)상에 구비된 접합층(41)에 접합되도록 제3온도가변형 점착시트(33)를 타겟디바이스(40)에 밀착시키고, 제3온도가변형 점착시트(33)의 점착력이 약화 또는 소멸되도록 제3온도가변형 점착시트(33)의 온도를 조절한다. 그리고, 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 접합된 후에는 도 38에 도시된 바와 같이 제3온도가변형 점착시트(33)를 타겟디바이스(40)로부터 분리시킨다.
- [0098] 제2전사단계(S420)를 통해 제3온도가변형 점착시트(33)상의 마이크로 LED(15)가 타겟디바이스(40)로 전사된다.
- [0099] 제2전사단계(S420)에서 적용되는 제3온도가변형 점착시트(33) 앞서 설명한 제1온도가변형 점착시트(31)와 마찬가지로 설정된 기준온도(일 예로 상온 수준) 이상에서는 점착력이 약화되거나 소멸되고, 설정된 기준온도 이하에서는 점착력이 발생하는 워-오프타입을 적용한다.
- [0100] 본 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법의 전사단계(S400)를 제1전사단계(S410) 및 제2전사단계

(S420)로 구분한 것은, 완전분리단계(S300)를 통해 제2온도가변형 점착시트(32)로 이동된 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 제2온도가변형 점착시트(32)에 점착 및 고정된 상태에서 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 접합시키기 불가능하므로 이러한 문제를 해결하기 위해 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)가 외측으로 노출되게 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 제3온도가변형 점착시트(33)로 마이크로 LED(15A)를 한 번 더 이동시키는 구조를 적용하였다. 즉, 제3온도가변형 점착시트(33)를 통해 마이크로 LED(15A)의 전극부(13)를 타겟디바이스(40)의 접합층(41)에 밀착 및 접합시킬 수 있다.

[0101] 또한, 전사단계(S400)에서는 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 제3온도가변형 점착시트(33)로 마이크로 LED(15A)를 이동시킬 때, PET 마스크(36)가 함께 제2온도가변형 점착시트(32)로부터 제3온도가변형 점착시트(33)로 이동시키는 구조를 적용하였으나, 이와 다르게 PET 마스크(36)를 제외하고 마이크로 LED(15)만 이동시킬 수 있음은 물론이다.

[0102] 그리고, 본 실시 예에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 기판(11)으로부터 타겟디바이스(40)로 1차 선택된 마이크로 LED(15A)의 전사가 완료된 후 즉, 전사단계(S400)가 완료된 이후에는 완전분리단계(S300) 후 기판(11)상에 남아 있는 마이크로 LED(15)들 중 2차 및 3차로 선택되는 마이크로 LED(15)를 각각 기판(11)으로부터 순차적으로 분리 및 타겟디바이스(40)에 순차적으로 전사시킬 수 있도록 완전분리단계(S300)와, 전사단계(S400)를 반복하는 반복단계(S500)를 더 포함한다.

[0103] 이 경우, 제2전사단계(S420)에서 사용되고 1차 선택된 마이크로 LED(15A)가 완전히 분리된 상태의 제3온도가변형 점착시트(33)는 PET 마스크(36)가 제3온도가변형 점착시트(33) 상에 그대로 부착 및 유지되어 있고, 제1온도가변형 점착시트(31)와 제3온도가변형 점착시트(32)가 온도 조건에 대한 특성이 동일하므로 반복단계(S500)에서는 앞서 설명한 완전분리단계(S300)의 도 29 내지 도 30에 도시된 박막형성단계(S301) 및 마스크형성단계(S302)를 생략할 수 있으며, 제3온도가변형 점착시트(33)는 도 31에 도시된 바와 같이 마스크이송단계(S303)에서 제1온도가변형 점착시트(31)를 대신하여 재사용할 수 있다.

[0104] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 마이크로 LED 제조 및 선택 전사방법은 첨부된 도면을 참조로 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0105] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호의 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해서만 정해져야 할 것이다.

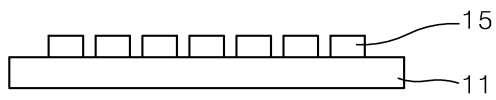
부호의 설명

[0106] 11 : 기판
13 : 전극부
15 : 마이크로 LED
15A : 1차 선택된 마이크로 LED
21 : 포토레지스트
22 : 포토마스크
31 : 제1온도가변형 점착시트
32 : 제2온도가변형 점착시트
33 : 제3온도가변형 점착시트
40 : 타겟디바이스
41 : 접합층
S10 : 마이크로 LED 제조단계
S20 : 예비분리단계
S21 : 도포단계

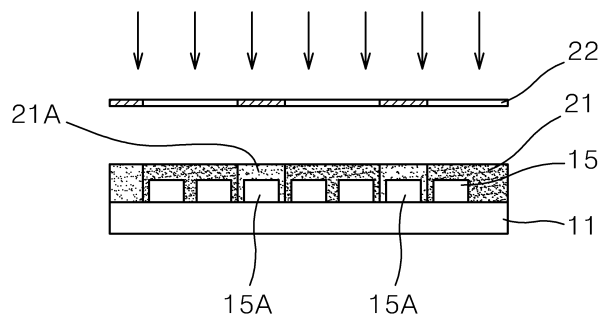
S22 : 노광단계
 S23 : 제1제거단계
 S24 : 에칭단계
 S25 : 제2제거단계
 S30 : 완전분리단계
 S40 : 전사단계
 S41 : 제1전사단계
 S42 : 제2전사단계

도면

도면1



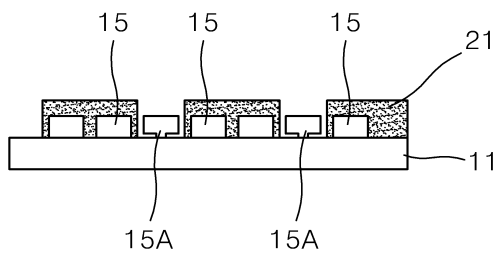
도면2



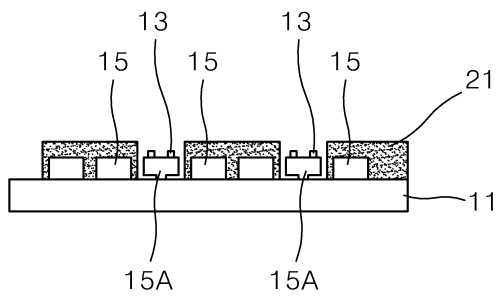
도면3



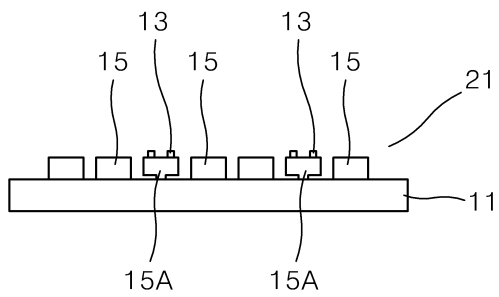
도면4



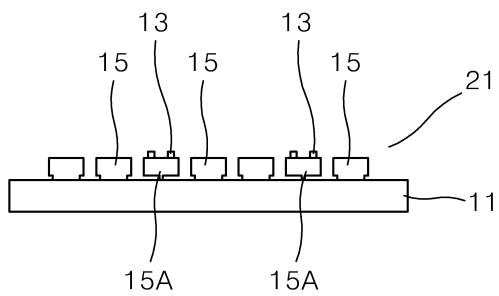
도면5



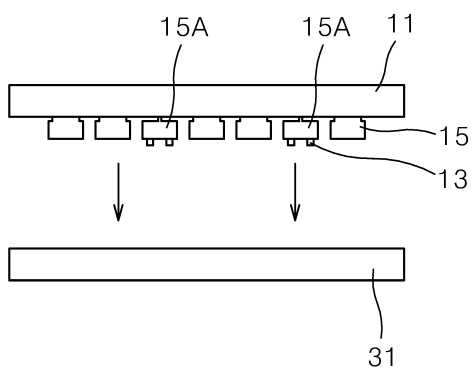
도면6



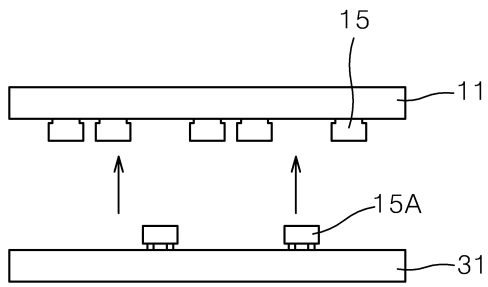
도면7



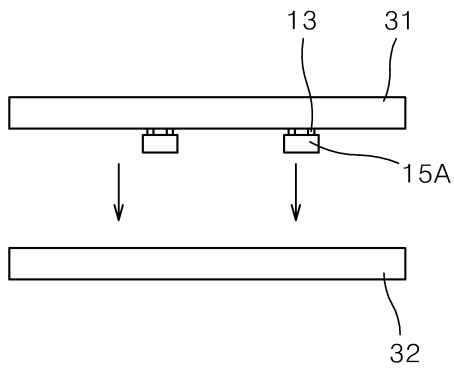
도면8



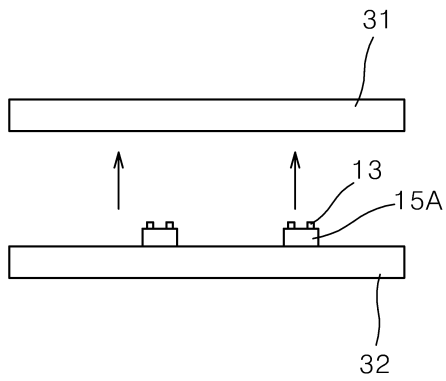
도면9



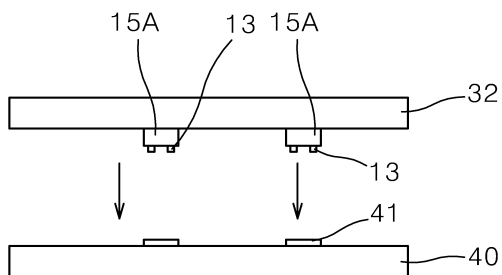
도면10



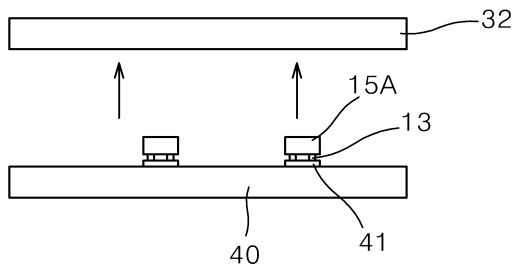
도면11



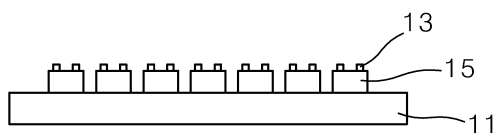
도면12



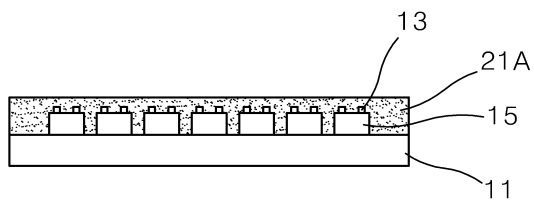
도면13



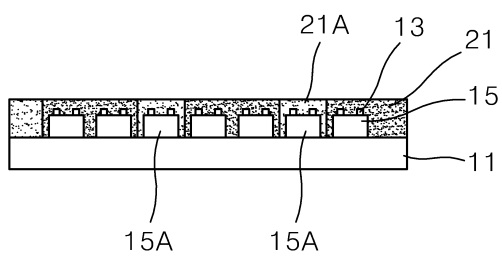
도면14



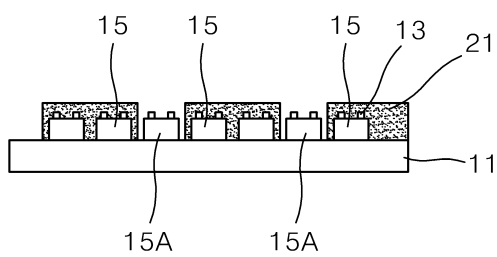
도면15



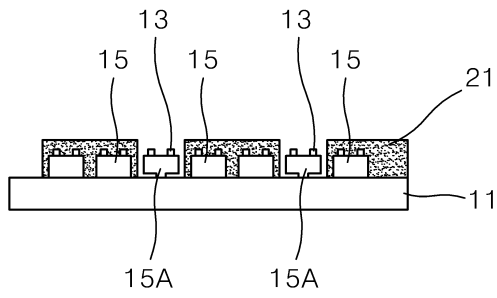
도면16



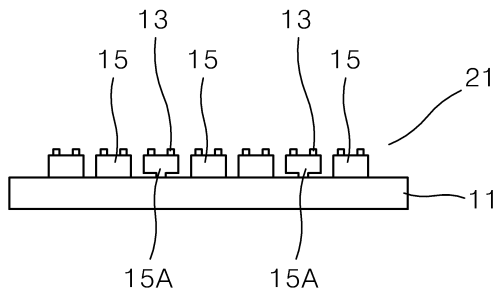
도면17



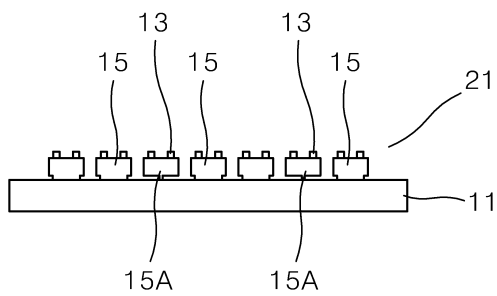
도면18



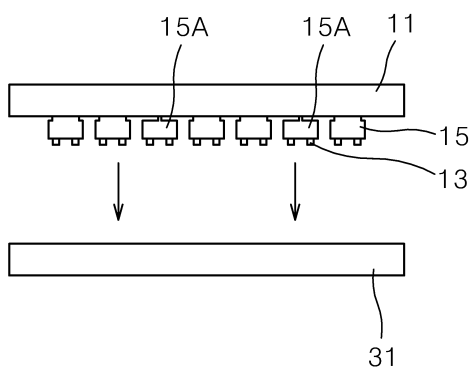
도면19



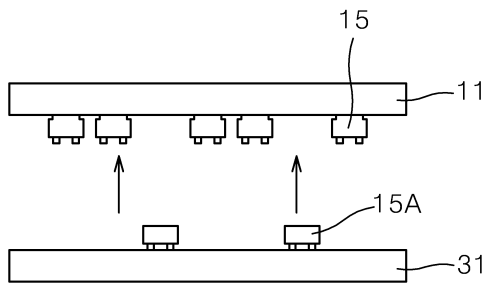
도면20



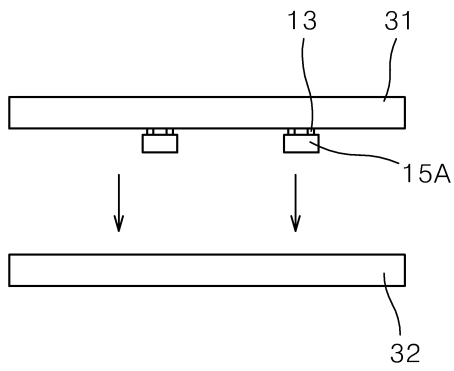
도면21



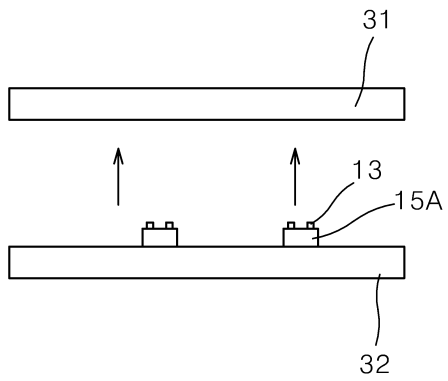
도면22



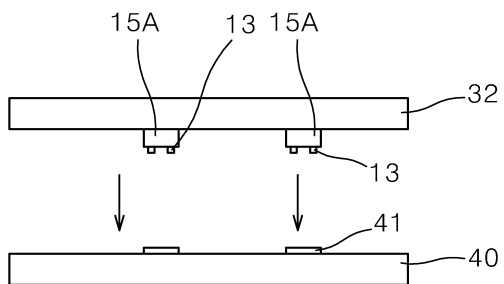
도면23



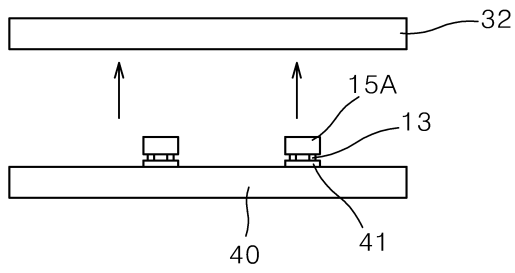
도면24



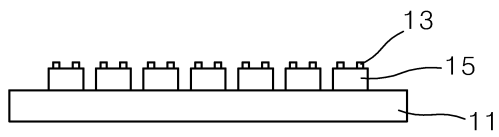
도면25



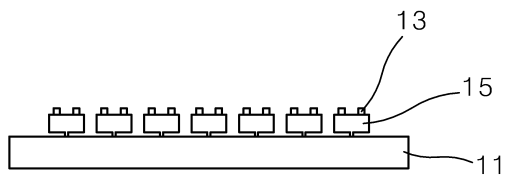
도면26



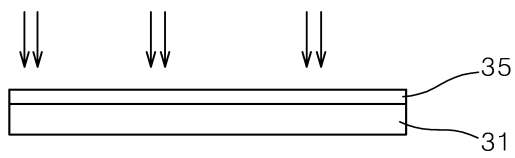
도면27



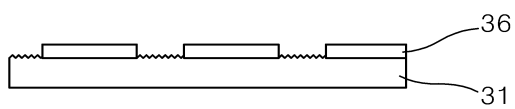
도면28



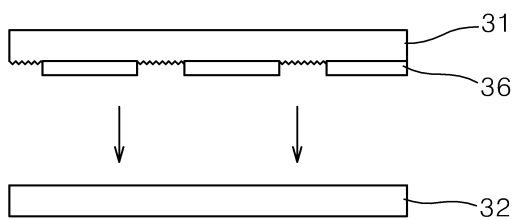
도면29



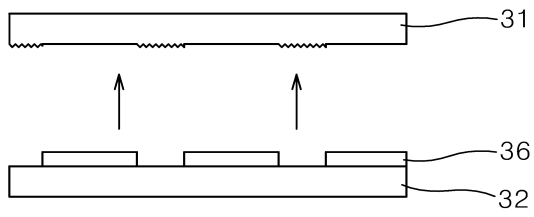
도면30



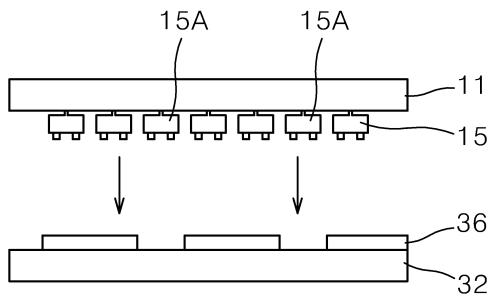
도면31



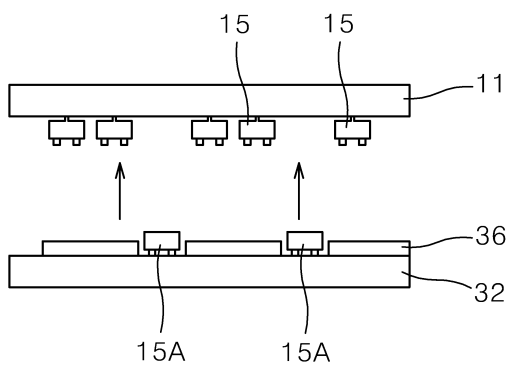
도면32



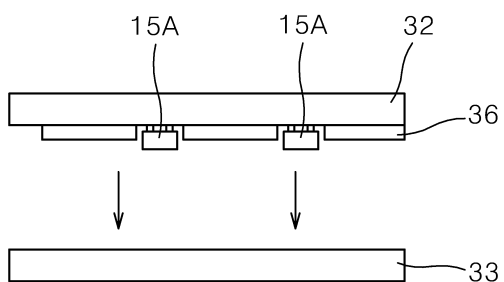
도면33



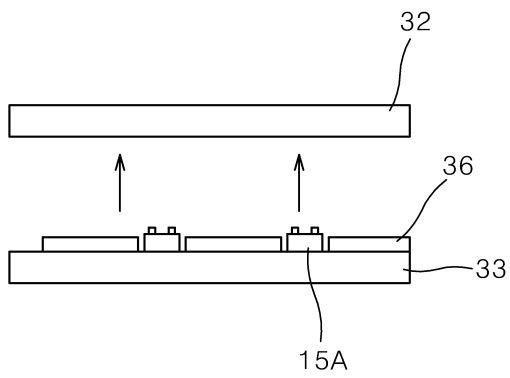
도면34



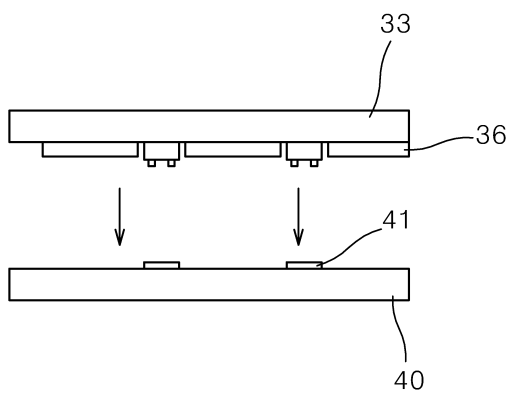
도면35



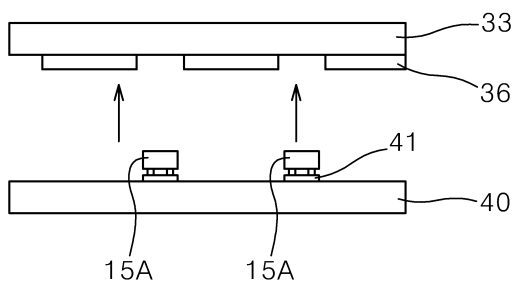
도면36



도면37



도면38



专利名称(译)	micro LED制造及选择性转移方法		
公开(公告)号	KR1020200060055A	公开(公告)日	2020-05-29
申请号	KR1020180145540	申请日	2018-11-22
[标]申请(专利权)人(译)	韩国光技术院		
申请(专利权)人(译)	韩国光技术研究所韩元		
[标]发明人	사기동 김사웅 김은비 정지호 이병일		
发明人	사기동 김사웅 김은비 정지호 이병일		
IPC分类号	H01L21/67 G03F7/20 H01L21/027 H01L21/306 H01L21/677 H01L21/78 H01L25/075 H01L33/00		
CPC分类号	H01L21/67144 G03F7/20 H01L21/0274 H01L21/30604 H01L21/67092 H01L21/67712 H01L21/67721 H01L21/78 H01L25/0753 H01L33/005		
代理人(译)	受害者量		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

技术领域本发明涉及一种微型LED的制造和选择性转移方法，更具体地，涉及一种用于制造微型LED的制造方法和用于使用常规激光器从通过微型LED的制造过程制造的微型LED分离芯片的LLO。通过去除使用蚀刻溶液的（激光剥离）方法，可以通过使用其粘合强度随使用蚀刻溶液与基板的芯片分离之后的温度条件而变化的材料，轻松地将Micro LED转移至目标器件。本发明涉及一种制造和选择性转移方法。根据本发明的微LED的制造和选择性转移方法使用飞秒激光器将微LED与基板分离，然后选择并将其转移到目标器件。可以非常容易地转移LED，并且由于它不使用激光，因此具有粘合片的烧成现象和微型LED的损伤小的优点。

