



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0015073
(43) 공개일자 2020년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67144 (2013.01)
H01L 21/67098 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0090386
(22) 출원일자 2018년08월02일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
(주)포인트엔지니어링
충청남도 아산시 둔포면 아산밸리로 89
(72) 발명자
안범모
경기도 수원시 영통구 에듀타운로 35, 5104-1502
박승호
경기도 화성시 향남읍 행정중앙1로 39, 403-1001
변성현
경기도 화성시 동탄반석로 264, 106-803
(74) 대리인
최광석

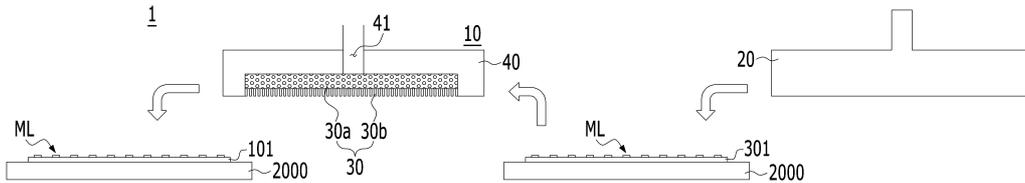
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로 LED 전사 시스템**

(57) 요약

본 발명은 마이크로 LED를 흡착하여 전사하고 본딩하는 공정을 수행하는 마이크로 LED 전사 시스템에 관한 것으로서 전사 및 본딩의 효율을 높일 수 있는 마이크로 LED 전사 시스템에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67712 (2013.01)

H01L 21/67721 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1기판의 마이크로 LED를 흡착하여 제2기판으로 전사하는 전사헤드; 및
상기 제2기판에 전사된 마이크로 LED를 본딩하는 본딩헤드;를 포함하되,
상기 본딩헤드는 상기 마이크로 LED의 상면을 가열시키는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 본딩헤드가 상기 제2기판에 전사된 마이크로 LED를 본딩할 때 상기 전사헤드는 상기 제1기판의 마이크로 LED를 흡착하는 공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 본딩헤드는 열풍을 분사하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 본딩헤드는 가열수단에 의해 가열되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 본딩헤드는 탄성재질을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 전사헤드는,
기공을 갖는 다공성 부재로 흡착면이 구성되어 상기 흡착면에 상기 제1기판의 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 다공성 부재는 양극산화막을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사한 후, 제2기판에 마이크로 LED를 본딩하는 과정을 수행하는 마이크로 LED 전사 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 디스플레이 시장은 아직은 LCD가 주류를 이루고 있는 가운데 OLED가 LCD를 빠르게 대체하며 주류로 부상하고 있는 상황이다. 디스플레이 업체들의 OLED 시장 참여가 러시를 이루고 있는 상황에서 최근 Micro LED(이하, '마이크로 LED' 라 함) 디스플레이가 또 하나의 차세대 디스플레이로 부상하고 있다. LCD와 OLED의 핵심소재가 각각 액정(Liquid Crystal), 유기재료인데 반해 마이크로 LED 디스플레이는 1~100마이크로미터(μm) 단위의 LED 칩 자체를 발광재료로 사용하는 디스플레이이다.

[0003] Cree사가 1999년에 "광 적출을 향상시킨 마이크로-발광 다이오드 어레이"에 관한 특허를 출원하면서(등록특허공보 등록번호 제0731673호), 마이크로 LED 라는 용어가 등장한 이래 관련 연구 논문들이 잇달아 발표되면서 연구 개발이 이루어지고 있다. 마이크로 LED를 디스플레이에 응용하기 위해 해결해야 할 과제로 마이크로 LED 소자를 Flexible 소재/소자를 기반으로 하는 맞춤형 마이크로 칩 개발이 필요하고, 마이크로 미터 사이즈의 LED 칩의 전사(transfer)와 디스플레이 픽셀 전극에 정확한 실장(Mounting)을 위한 기술이 필요하다.

[0004] 특히, 마이크로 LED 소자를 표시 기판에 이송하는 전사(transfer)와 관련하여, LED 크기가 1~100 마이크로미터(μm) 단위까지 작아짐에 따라 기존의 픽애플레이스(pick & place) 장비를 사용할 수 없고, 보다 고정밀도로 이송하는 전사 헤드기술이 필요하게 되었다. 이러한 전사 헤드 기술과 관련하여, 이하에서 살펴보는 바와 같은 몇 가지의 구조들이 제안되고 있으나 각 제안 기술은 몇 가지의 단점들을 가지고 있다.

[0005] 미국의 Luxvue사는 정전헤드(electrostatic head)를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(공개특허공보 공개번호 제2014-0112486호, 이하 '선행발명1' 이라 함). 선행발명1의 전사원리는 실리콘 재질로 만들어진 헤드 부분에 전압을 인가함으로써 대전현상에 의해 마이크로 LED와 밀착력이 발생하게 하는 원리이다. 이 방법은 정전 유도시 헤드에 인가된 전압에 의해 대전 현상에 의한 마이크로 LED 손상에 대한 문제가 발생할 수 있다.

[0006] 미국의 X-Celeprint사는 전사 헤드를 탄성이 있는 고분자 물질로 적용하여 웨이퍼 상의 마이크로 LED를 원하는 기판에 이송시키는 방법을 제안하였다(공개특허공보 공개번호 제2017-0019415호, 이하 '선행발명2' 라 함). 이 방법은 정전헤드 방식에 비해 LED 손상에 대한 문제점은 없으나, 전사 과정에서 목표기판의 접착력 대비 탄성 전사 헤드의 접착력이 더 커야 안정적으로 마이크로 LED를 이송시킬 수 있으며, 전극 형성을 위한 추가 공정이 필요한 단점이 있다. 또한, 탄성 고분자 물질의 접착력을 지속적으로 유지하는 것도 매우 중요한 요소로 작용하게 된다.

[0007] 한국광기술원은 섬모 접착구조 헤드를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1754528호, 이하 '선행발명3' 이라 함). 그러나 선행발명3은 섬모의 접착구조를 제작하는 것이 어렵다는 단점이 있다.

[0008] 한국기계연구원은 롤러에 접착제를 코팅하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1757404호, 이하 '선행발명4' 라 함). 그러나 선행발명4는 접착제의 지속적인 사용이 필요하고, 롤러가 압 시 마이크로 LED가 손상될 수도 있는 단점이 있다.

[0009] 삼성디스플레이는 어레이 기판이 용액에 담겨 있는 상태에서 어레이 기판의 제1,2전극에 마이너스 전압을 인가하여 정전기 유도 현상에 의해 마이크로 LED를 어레이 기판에 전사하는 방법을 제안하였다(공개특허공보 제10-2017-0026959호, 이하 '선행발명5' 라 함). 그러나 선행발명 5는 마이크로 LED를 용액에 담가 어레이 기판에 전사한다는 점에서 별도의 용액이 필요하고 이후 건조공정이 필요하다는 단점이 있다.

[0010] 엘지전자는 헤드홀더를 복수의 픽업헤드들과 기판 사이에 배치하고 복수의 픽업 헤드의 움직임에 의해 그 형상이 변형되어 복수의 픽업 헤드들에게 자유도를 제공하는 방법을 제안하였다(공개특허공보 제10-2017-0024906호,

이하 ‘선행발명6’이라 함). 그러나 선행발명 6은 복수의 픽업헤드들의 접촉면에 접촉력을 가지는 본딩물질을 도포하여 마이크로 LED를 전사하는 방식이라는 점에서, 픽업헤드에 본딩물질을 도포하는 별도의 공정이 필요하다는 단점이 있다.

[0011] 위와 같은 선행발명들의 문제점을 해결하기 위해서는 선행발명들이 채택하고 있는 기본 원리를 그대로 채용하면서 전술한 단점들을 개선해야 하는데, 이와 같은 단점들은 선행발명들이 채용하고 있는 기본 원리로부터 파생된 것이어서 기본 원리를 유지하면서 단점들을 개선하는 데에는 한계가 있다. 이에 본 발명의 출원인은 이러한 종래기술의 단점들을 개선하는데 그치지 않고, 선행 발명들에서는 전혀 고려하지 않았던 새로운 방식을 제안하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 등록특허공보 등록번호 제0731673호
- (특허문헌 0002) (특허문헌 2) 공개특허공보 공개번호 제2014-0112486호
- (특허문헌 0003) 공개특허공보 공개번호 제2017-0019415호
- (특허문헌 0004) 등록특허공보 등록번호 제1754528호
- (특허문헌 0005) 등록특허공보 등록번호 제1757404호
- (특허문헌 0006) 공개특허공보 제10-2017-0026959호
- (특허문헌 0007) 공개특허공보 제10-2017-0024906호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이에 본 발명은 본딩 공정에서의 냉납문제를 해결함으로써 보다 효과적인 마이크로 LED 접합을 구현하고, 전사 공정, 본딩 공정 각각을 수행하는 헤드를 구비하여 효율적인 공정이 가능한 마이크로 LED 전사 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일 특징에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 제1기판의 마이크로 LED를 흡착하여 제2기판으로 전사하는 전사헤드; 및 상기 제2기판에 전사된 마이크로 LED를 본딩하는 본딩헤드;를 포함하되, 상기 본딩헤드는 상기 마이크로 LED의 상면을 가열시키는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 본딩헤드가 상기 제2기판에 전사된 마이크로 LED를 본딩할 때 상기 전사헤드는 상기 제1기판의 마이크로 LED를 흡착하는 공정을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 본딩헤드는 열풍을 분사하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 본딩헤드는 가열수단에 의해 가열되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 본딩헤드는 탄성재질을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 전사헤드는, 기공을 갖는 다공성 부재로 흡착면이 구성되어 상기 흡착면에 상기 제1기판의 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 다공성 부재는 양극산화막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크로 LED 전사 시스템은 전사 공정과 본딩 공정을 수행하는 각각의 헤드를 구비하여 전사 시스템의 UPH를 향상시키고, 본딩 공정에서 마이크로 LED를 본딩 시킬 때 더욱 견고

한 본딩이 가능하게 함으로써 높은 본딩 효율을 얻을 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시 예의 전자 대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 의해 표시기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도.
- 도 3은 내지 도 5는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전자 시스템을 도시한 도.
- 도 6은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전자 시스템의 공정을 도시한 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하의 내용은 단지 발명의 원리를 예시한다. 그러므로 당업자는 비록 본 명세서에 명확히 설명되거나 도시되지 않았지만 발명의 원리를 구현하고 발명의 개념과 범위에 포함된 다양한 장치를 발명할 수 있는 것이다. 또한, 본 명세서에 열거된 모든 조건부 용어 및 실시 예들은 원칙적으로, 발명의 개념이 이해되도록 하기 위한 목적으로만 명백히 의도되고, 이와 같이 특별히 열거된 실시 예들 및 상태들에 제한적이지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.
- [0025] 본 명세서에서 기술하는 실시 예들은 본 발명의 이상적인 예시 도인 단면도 및/또는 사시도들을 참고하여 설명될 것이다. 이러한 도면들에 도시된 막 및 영역들의 두께 및 구멍들의 지름 등은 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 또한 도면에 도시된 마이크로 LED의 개수는 예시적으로 일부만을 도면에 도시한 것이다. 따라서, 본 발명의 실시 예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다.
- [0026] 다양한 실시예들을 설명함에 있어서, 동일한 기능을 수행하는 구성요소에 대해서는 실시예가 다르더라도 편의상 동일한 명칭 및 동일한 참조번호를 부여하기로 한다. 또한, 이미 다른 실시예에서 설명된 구성 및 작동에 대해서는 편의상 생략하기로 한다.
- [0027] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 흡착체의 흡착 대상이 되는 복수의 마이크로 LED(100)를 도시한 도면이다. 마이크로 LED(100)는 성장 기판(101) 위에서 제작되어 위치한다.
- [0030] 성장 기판(101)은 전도성 기판 또는 절연성 기판으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 성장 기판(101)은 사파이어, SiC, Si, GaAs, GaN, ZnO, Si, GaP, InP, Ge, 및 Ga₂O₃ 중 적어도 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0031] 마이크로 LED(100)는 제1 반도체층(102), 제2 반도체층(104), 제1 반도체층(102)과 제2 반도체층(104) 사이에 형성된 활성층(103), 제1 컨택전극(106) 및 제2 컨택전극(107)을 포함할 수 있다.
- [0032] 제1 반도체층(102), 활성층(103), 및 제2 반도체층(104)은 유기금속 화학 증착법(MOCVD; Metal Organic Chemical Vapor Deposition), 화학 증착법(CVD; Chemical Vapor Deposition), 플라즈마 화학 증착법(PECVD; Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition), 분자선 성장법(MBE; Molecular Beam Epitaxy), 수소화물 기상 성장법(HVPE; Hydride Vapor Phase Epitaxy) 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.
- [0033] 제1 반도체층(102)은 예를 들어, p형 반도체층으로 구현될 수 있다. p형 반도체층은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGa_n, InGa_n, InN, InAlGa_n, AlInN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다. 제2 반도체층(104)은 예를 들어, n형 반도체층을 포함하여 형성될 수 있다. n형 반도체층은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGa_n, InGa_n, InNInAlGa_n, AlInN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0034] 다만, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 제1 반도체층(102)이 n형 반도체층을 포함하고, 제2 반도체층(104)이 p형

반도체층을 포함할 수도 있다.

- [0035] 활성층(103)은 전자와 정공이 재결합되는 영역으로, 전자와 정공이 재결합함에 따라 낮은 에너지 준위로 천이하며, 그에 상응하는 파장을 가지는 빛을 생성할 수 있다. 활성층(103)은 예를 들어, $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 가지는 반도체 재료를 포함하여 형성될 수 있으며, 단일 양자 우물 구조 또는 다중 양자 우물 구조(MQW: Multi Quantum Well)로 형성될 수 있다. 또한, 양자선(Quantum wire)구조 또는 양자점(Quantum dot)구조를 포함할 수도 있다.
- [0036] 제1 반도체층(102)에는 제1 콘택전극(106)이 형성되고, 제2 반도체층(104)에는 제2 콘택전극(107)이 형성될 수 있다. 제1 콘택 전극(106) 및/또는 제2 콘택 전극(107)은 하나 이상의 층을 포함할 수 있으며, 금속, 전도성 산화물 및 전도성 중합체들을 포함한 다양한 전도성 재료로 형성될 수 있다.
- [0037] 성장 기판(101) 위에 형성된 복수의 마이크로 LED(100)를 커팅 라인을 따라 레이저 등을 이용하여 커팅하거나 에칭 공정을 통해 날개로 분리하고, 레이저 리프트 오프 공정으로 복수의 마이크로 LED(100)를 성장 기판(101)으로부터 분리 가능한 상태가 되도록 할 수 있다.
- [0038] 도 1에서 'p'는 마이크로 LED(100)간의 피치간격을 의미하고, 's'는 마이크로 LED(100)간의 이격 거리를 의미하며, 'w'는 마이크로 LED(100)의 폭을 의미한다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 흡착체에 의해 표시 기판으로 이송되어 실장됨에 따라 형성된 마이크로 LED 구조체를 도시한 도면이다.
- [0041] 표시 기판(301)은 다양한 소재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 표시 기판(301)은 SiO_2 를 주성분으로 하는 투명한 유리 재질로 이루어질 수 있다. 그러나, 표시 기판(301)은 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 투명한 플라스틱 재질로 형성되어 가용성을 가질 수 있다. 플라스틱 재질은 절연성 유기물인 폴리에테르술폰(PES, polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(PAR, polyacrylate), 폴리에테르 이미드(PEI, polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, polyethylenenapthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET, polyethyleneterephthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide: PPS), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(PC), 셀룰로오스 트리 아세테이트(TAC), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(cellulose acetate propionate: CAP)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 유기물일 수 있다.
- [0042] 화상이 표시 기판(301)방향으로 구현되는 배면 발광형인 경우에 표시 기판(301)은 투명한 재질로 형성해야 한다. 그러나 화상이 표시 기판(301)의 반대 방향으로 구현되는 전면 발광형인 경우에 표시 기판(301)은 반드시 투명한 재질로 형성할 필요는 없다. 이 경우 금속으로 표시 기판(301)을 형성할 수 있다.
- [0043] 금속으로 표시 기판(301)을 형성할 경우 표시 기판(301)은 철, 크롬, 망간, 니켈, 티타늄, 몰리브덴, 스테인레스 스틸(SUS), Invar 합금, Inconel 합금 및 Kovar 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 표시 기판(301)은 버퍼층(311)을 포함할 수 있다. 버퍼층(311)은 평탄면을 제공할 수 있고, 이물 또는 습기가 침투하는 것을 차단할 수 있다. 예를 들어, 버퍼층(311)은 실리콘 옥사이드, 실리콘 나이트라이드, 실리콘 옥시 나이트라이드, 알루미늄옥사이드, 알루미늄나이트라이드, 티타늄옥사이드 또는 티타늄나이트라이드 등의 무기물이나, 폴리이미드, 폴리에스테르, 아크릴 등의 유기물을 함유할 수 있고, 예시한 재료들 중 복수의 적층체로 형성될 수 있다.
- [0045] 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(310), 게이트 전극(320), 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)을 포함할 수 있다.
- [0046] 이하에서는 박막 트랜지스터(TFT)가 활성층(310), 게이트 전극(320), 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)이 순차적으로 형성된 탑 게이트 타입(top gate type)인 경우를 설명한다. 그러나 본 실시예는 이에 한정되지 않고 바텀 게이트 타입(bottom gate type) 등 다양한 타입의 박막 트랜지스터(TFT)가 채용될 수 있다.
- [0047] 활성층(310)은 반도체 물질, 예컨대 비정질 실리콘(amorphous silicon) 또는 다결정 실리콘(poly crystalline silicon)을 포함할 수 있다. 그러나 본 실시예는 이에 한정되지 않고 활성층(310)은 다양한 물질을 함유할 수 있다. 선택적 실시예로서 활성층(310)은 유기 반도체 물질 등을 함유할 수 있다.

- [0048] 또 다른 선택적 실시예로서, 활성층(310)은 산화물 반도체 물질을 함유할 수 있다. 예컨대, 활성층(310)은 아연(Zn), 인듐(In), 갈륨(Ga), 주석(Sn) 카드뮴(Cd), 게르마늄(Ge) 등과 같은 12, 13, 14족 금속 원소 및 이들의 조합에서 선택된 물질의 산화물을 포함할 수 있다.
- [0049] 게이트 절연막(313:gate insulating layer)은 활성층(310) 상에 형성된다. 게이트 절연막(313)은 활성층(310)과 게이트 전극(320)을 절연하는 역할을 한다. 게이트 절연막(313)은 실리콘산화물 및/또는 실리콘질화물 등의 무기 물질로 이루어진 막이 다층 또는 단층으로 형성될 수 있다.
- [0050] 게이트 전극(320)은 게이트 절연막(313)의 상부에 형성된다. 게이트 전극(320)은 박막 트랜지스터(TFT)에 온/오프 신호를 인가하는 게이트 라인(미도시)과 연결될 수 있다.
- [0051] 게이트 전극(320)은 저저항 금속 물질로 이루어질 수 있다. 게이트 전극(320)은 인접층과의 밀착성, 적층되는 층의 표면 평탄성 그리고 가공성 등을 고려하여, 예컨대 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [0052] 게이트 전극(320)상에는 층간 절연막(315)이 형성된다. 층간 절연막(315)은 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)과 게이트 전극(320)을 절연한다. 층간 절연막(315)은 무기 물질로 이루어진 막이 다층 또는 단층으로 형성될 수 있다. 예컨대 무기 물질은 금속 산화물 또는 금속 질화물일 수 있으며, 구체적으로 무기 물질은 실리콘산화물(SiO₂), 실리콘질화물(SiN_x), 실리콘산질화물(SiON), 알루미늄산화물(Al₂O₃), 티타늄산화물(TiO₂), 탄탈산화물(Ta₂O₅), 하프늄산화물(HfO₂), 또는 아연산화물(ZrO₂) 등을 포함할 수 있다.
- [0053] 층간 절연막(315) 상에 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)이 형성된다. 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)은 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)은 활성층(310)의 소스 영역과 드레인 영역에 각각 전기적으로 연결된다.
- [0054] 평탄화층(317)은 박막 트랜지스터(TFT) 상에 형성된다. 평탄화층(317)은 박막 트랜지스터(TFT)를 덮도록 형성되어, 박막 트랜지스터(TFT)로부터 비롯된 단차를 해소하고 상면을 평탄하게 한다. 평탄화층(317)은 유기 물질로 이루어진 막이 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 유기 물질은 Polymethylmethacrylate(PMMA)나, Polystyrene(PS)과 같은 일반 범용고분자, 페놀계 그룹을 갖는 고분자 유도체, 아크릴계 고분자, 이미드계 고분자, 아릴에테르계 고분자, 아마이드계 고분자, 불소계고분자, p-자일렌계 고분자, 비닐알콜계 고분자 및 이들의 블렌드 등을 포함할 수 있다. 또한, 평탄화층(317)은 무기 절연막과 유기절연막의 복합 적층체로 형성될 수도 있다.
- [0055] 평탄화층(317)상에는 제1 전극(510)이 위치한다. 제1 전극(510)은 박막 트랜지스터(TFT)와 전기적으로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1 전극(510)은 평탄화층(317)에 형성된 콘택홀을 통하여 드레인 전극(330b)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 전극(510)은 다양한 형태를 가질 수 있는데, 예를 들면 아일랜드 형태로 패터닝되어 형성될 수 있다. 평탄화층(317)상에는 픽셀 영역을 정의하는 बैं크층(400)이 배치될 수 있다. बैं크층(400)은 마이크로 LED(100)가 수용될 오목부를 포함할 수 있다. बैं크층(400)은 일 예로, 오목부를 형성하는 제1 बैं크층(410)을 포함할 수 있다. 제1 बैं크층(410)의 높이는 마이크로 LED(100)의 높이 및 시야각에 의해 결정될 수 있다. 오목부의 크기(폭)는 표시 장치의 해상도, 픽셀 밀도 등에 의해 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 제1 बैं크층(410)의 높이보다 마이크로 LED(100)의 높이가 더 클 수 있다. 오목부는 사각 단면 형상일 수 있으나, 본 발명의 실시예들은 이에 한정되지 않고, 오목부는 다각형, 직사각형, 원형, 원뿔형, 타원형, 삼각형 등 다양한 단면 형상을 가질 수 있다.
- [0056] बैं크층(400)은 제1 बैं크층(410) 상부의 제2 बैं크층(420)를 더 포함할 수 있다. 제1 बैं크층(410)와 제2 बैं크층(420)는 단차를 가지며, 제2 बैं크층(420)의 폭이 제1 बैं크층(410)의 폭보다 작을 수 있다. 제2 बैं크층(420)의 상부에는 전도층(550)이 배치될 수 있다. 전도층(550)은 데이터선 또는 스캔선과 평행한 방향으로 배치될 수 있고, 제2 전극(530)과 전기적으로 연결된다. 다만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 제2 बैं크층(420)는 생략되고, 제1 बैं크층(410) 상에 전도층(550)이 배치될 수 있다. 또는, 제2 बैं크층(420) 및 전도층(550)을 생략하고, 제2 전극(530)을 픽셀(P)들에 공통인 공통전극으로서 기판(301) 전체에 형성할 수도 있다. 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 광의 적어도 일부를 흡수하는 물질, 또는 광 반사 물질, 또는 광 산란물질을 포함할 수 있다. 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 가시광(예를 들어, 380nm 내지 750nm 파장 범위의 광)에 대해 반

투명 또는 불투명한 절연 물질을 포함할 수 있다.

- [0057] 일 예로, 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에테르설폰, 폴리비닐부티랄, 폴리페닐렌에테르, 폴리아미드, 폴리에테르이미드, 노보넨계(norbornene system) 수지, 메타크릴 수지, 환상 폴리올레핀계 등의 열가소성 수지, 에폭시 수지, 페놀 수지, 우레탄 수지, 아크릴수지, 비닐 에스테르 수지, 이미드계 수지, 우레탄계 수지, 우레아(urea)수지, 멜라민(melamine) 수지 등의 열경화성 수지, 혹은 폴리스티렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리카보네이트 등의 유기 절연 물질로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] 다른 예로, 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 SiO_x, SiN_x, SiN_xO_y, AlO_x, TiO_x, TaO_x, ZnO_x 등의 무기산화물, 무기질화물 등의 무기 절연 물질로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 블랙 매트릭스(black matrix) 재료와 같은 불투명 재료로 형성될 수 있다. 절연성 블랙 매트릭스 재료로는 유기 수지, 글래스 페이스트(glass paste) 및 흑색 안료를 포함하는 수지 또는 페이스트, 금속 입자, 예컨대 니켈, 알루미늄, 몰리브덴 및 그의 합금, 금속 산화물 입자(예를 들어, 크롬 산화물), 또는 금속 질화물 입자(예를 들어, 크롬 질화물) 등을 포함할 수 있다. 변형예에서 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 고반사율을 갖는 분산된 브래그 반사체(DBR) 또는 금속으로 형성된 미러 반사체일 수 있다.
- [0059] 오목부에는 마이크로 LED(100)가 배치된다. 마이크로 LED(100)는 오목부에서 제1 전극(510)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0060] 마이크로 LED(100)는 적색, 녹색, 청색, 백색 등의 파장을 가지는 빛을 방출하며, 형광 물질을 이용하거나 색을 조합함으로써 백색광도 구현이 가능하다. 마이크로 LED(100)는 마이크로 미터(μm) 단위의 크기를 갖는다. 마이크로 LED(100)는 개별적으로 또는 복수 개가 본 발명의 실시예에 따른 흡착체에 의해 성장 기관(101) 상에서 픽업(pick up)되어 표시 기관(301)에 전사됨으로써 표시 기관(301)의 오목부에 수용될 수 있다.
- [0061] 마이크로 LED(100)는 p-n 다이오드, p-n 다이오드의 일측에 배치된 제1 콘택 전극(106) 및 제1 콘택 전극(106)과 반대측에 위치한 제2 콘택 전극(107)을 포함한다. 제1 콘택 전극(106)은 제1 전극(510)과 접속하고, 제2 콘택 전극(107)은 제2 전극(530)과 접속할 수 있다.
- [0062] 제1 전극(510)은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 반사막 상에 형성된 투명 또는 반투명 전극층을 구비할 수 있다. 투명 또는 반투명 전극층은 인듐틴옥사이드(ITO; indium tin oxide), 인듐징크옥사이드(IZO; indium zinc oxide), 징크옥사이드(ZnO; zinc oxide), 인듐옥사이드(In₂O₃; indium oxide), 인듐갈륨옥사이드(IGO; indium gallium oxide) 및 알루미늄징크옥사이드(AZO; aluminum zinc oxide)를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 하나 이상을 구비할 수 있다.
- [0063] 패시베이션층(520)은 오목부 내의 마이크로 LED(100)를 둘러싼다. 패시베이션층(520)은 बैं크층(400)과 마이크로 LED(100) 사이의 공간을 채움으로써, 오목부 및 제1 전극(510)을 커버한다. 패시베이션층(520)은 유기 절연물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 패시베이션층(520)은 아크릴, 폴리(메틸 메타크릴레이트)(PMMA), 벤조사이클로부텐(BCB), 폴리아미드, 아크릴레이트, 에폭시 및 폴리에스테르 등으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0064] 패시베이션층(520)은 마이크로 LED(100)의 상부, 예컨대 제2 콘택 전극(107)은 커버하지 않는 높이로 형성되어, 제2 콘택 전극(107)은 노출된다. 패시베이션층(520) 상부에는 마이크로 LED(100)의 노출된 제2 콘택 전극(107)과 전기적으로 연결되는 제2 전극(530)이 형성될 수 있다.
- [0065] 제2 전극(530)은 마이크로 LED(100)와 패시베이션층(520)상에 배치될 수 있다. 제2 전극(530)은 ITO, IZO, ZnO 또는 In₂O₃ 등의 투명 전도성 물질로 형성될 수 있다.
- [0067] 이하, 도 3 내지 도 6의 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템(1)에 대해 설명한다.
- [0068] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템(1)의 동작을 도시한 도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 마이크로 LED 전사 시스템(1)은 전사헤드(10) 및 본딩헤드(20)를 포함하여 구성되어, 전사헤드(10)가 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하여 제2기관(301)으로 전사하면, 본딩헤드(20)가 제2

기관(301)에 전사된 마이크로 LED(ML)를 본딩하는 공정을 수행한다.

- [0069] 먼저, 도 4를 참조하여 마이크로 LED 전사 시스템(1)을 구성하는 전사헤드(10) 및 본딩헤드(20)에 대해 상세하게 설명한다.
- [0070] 도 4(a)는 본 발명의 마이크로 LED 전사 시스템(1)을 구성하는 전사헤드(10)가 흡착면에 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착한 상태를 도시한 도이다. 마이크로 LED 전사 시스템(1)은 전사헤드(10)를 이용하여 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하여 제2기관(301)으로 전사하는 공정을 수행할 수 있다. 전사 공정을 수행하는 전사헤드(10)는 기공을 갖는 다공성 부재(30)로 흡착면이 구성되어 흡착면에 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착할 수 있다.
- [0071] 전사헤드(10)는 기공을 갖는 다공성 부재(30)와, 다공성 부재(30)를 고정 지지하는 지지부재(40)를 포함하여 구성된다.
- [0072] 다공성 부재(30)는 내부에 기공이 다수 함유되어 있는 물질을 포함하여 구성되며, 일정 배열 또는 무질서한 기공 구조로 0.2~0.95 정도의 기공도를 가지는 분말, 박막/후막 및 벌크 형태로 구성될 수 있다. 다공성 부재(30)의 기공은 그 크기에 따라 직경 2 nm 이하의 마이크로(micro)기공, 2~50 nm 메조(meso)기공, 50 nm 이상의 매크로(macro)기공으로 구분할 수 있는데, 이들의 기공들을 적어도 일부를 포함한다. 다공성 부재(30)는 그 구성 성분에 따라서 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재로 구분 가능하다. 다공성 부재(30)는 기공이 일정 배열로 형성되는 양극산화막을 포함한다. 다공성 부재(30)는 형상의 측면에서 분말, 코팅막, 벌크가 가능하고, 분말의 경우 구형, 중공구형 화이버, 튜브형 등 다양한 형상이 가능하며, 분말을 그대로 사용하는 경우도 있지만, 이를 출발 물질로 코팅막, 벌크 형상을 제조하여 사용하는 것도 가능하다.
- [0073] 다공성 부재(30)의 기공이 무질서한 기공 구조를 갖는 경우에는, 다공성 부재(30)의 내부는 다수의 기공들이 서로 연결되면서 다공성 부재(30)의 상, 하를 연결하는 공기 유로를 형성하게 된다. 한편, 다공성 부재(30)의 기공이 수직 형상의 기공 구조를 갖는 경우에는, 다공성 부재(30)의 내부는 수직 형상의 기공에 다공성 부재(30)의 상, 하로 관통되면서 공기 유로를 형성할 수 있도록 한다.
- [0074] 전사헤드(10)의 다공성 부재(30)는 앞서 설명한 기공을 갖는 다공성 부재(30) 구성 중 하나만이 선택되어 단일의 구조로 구성될 수 있고, 도 3 및 도 4(a)에 도시된 바와 같이 이중 구조로 구성될 수도 있다. 이 경우, 다공성 부재(30)의 개수는 한정되는 것이 아니며 각각의 다공성 부재가 서로 상보적인 기능을 갖는 것이라면 그 이상으로 구비될 수 있다. 이하에서는 도 3 및 도 4(a)에 도시된 바와 같이 하나의 예시로서, 다공성 부재(30)가 제1다공성 부재(30a), 제2다공성 부재(30b)의 이중 구조로 구성되는 것으로 설명한다.
- [0075] 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 전사헤드(10)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 다공성 부재(30)는 제1, 2다공성 부재(30)의 이중 구조를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0076] 제1다공성 부재(30a)의 상부에는 제2다공성 부재(30b)가 구비된다. 제1다공성 부재(30a)는 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 기능을 수행하는 구성이고, 제2다공성 부재(30b)는 제1다공성 부재(30a)의 상부에 위치하여 제1다공성 부재(30a)를 상부로부터 지지하는 지지체의 역할을 수행할 수 있다.
- [0077] 제1, 2다공성부재(30a, 30b)는 서로 다른 다공성의 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1, 2다공성 부재(30)는 기공의 배열 및 크기, 다공성 부재의 소재, 형상 등에서 서로 다른 특성을 가진다.
- [0078] 기공의 배열 측면에서 살펴보면, 제1, 2다공성 부재(30) 중 하나는 기공이 일정한 배열을 갖는 것이고 다른 하나는 기공이 무질서한 배열을 갖는 것일 수 있다. 기공의 크기 측면에서 살펴보면, 제1, 2다공성 부재(30) 중 어느 하나는 기공의 크기가 다른 하나에 비해 큰 것일 수 있다. 여기서 기공의 크기는 기공의 평균 크기일 수 있고, 기공 중에서의 최대 크기일 수 있다. 다공성 부재(30)의 소재 측면에서 살펴보면, 어느 하나가 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재 중 하나의 소재로 구성되면 다른 하나는 어느 하나의 소재와는 다른 소재로서 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재 중에서 선택될 수 있다. 다공성 부재(30)의 형상 측면에서 살펴보면, 제1, 2다공성 부재(30)의 형상은 서로 상이하게 구성될 수 있다.
- [0079] 이처럼 제1, 2다공성 부재(30)의 기공의 배열 및 크기, 소재 및 형상 등을 서로 달리함으로써 전사헤드(10)의 기능을 다양하게 할 수 있고, 제1, 2다공성 부재(30)의 각각에 대한 상보적인 기능을 수행할 수 있게 할 수 있다.
- [0080] 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 제1다공성 부재(30a)는 금속을 양극산화하여 형성된 기공을 갖는 양극산화막으로 구비된다. 제1다공성 부재(30a)의 상부에 구비된 제2다공성 부재(30b)는 제1다공성 부재(30a)를 지지하는 기능

을 갖는 다공성 지지체로 구성될 수 있다. 제2다공성 부재(30b)가 제1다공성 부재(30a)를 지지하는 기능을 달성할 수 있는 구성이라면 그 재료에는 한정이 없으며, 전술한 다공성 부재(30)의 구성이 포함될 수 있다. 제2다공성 부재(30b)는 제1다공성 부재(30a)의 중앙 처짐 현상 방지에 효과를 갖는 경질의 다공성 지지체로 구성될 수 있다. 예컨대, 제2다공성 부재(30b)는 다공성 세라믹 소재일 수 있다.

[0081] 한편, 제2다공성 부재(30b)는 제1다공성 부재(30a)와 마이크로 LED(ML)간의 접촉 시 이를 완충하기 위한 다공성 완충제로 구성될 수 있다. 제2다공성 부재(30b)가 제1다공성 부재(30a)를 완충하는 기능을 달성할 수 있는 구성이라면 그 재료에는 한정이 없으며, 전술한 다공성 부재(30)의 구성이 포함될 수 있다. 제2다공성 부재(30b)는 제1다공성 부재(30a)가 마이크로 LED(ML)와 접촉되어 진공으로 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 경우에 제1다공성 부재(30a)가 마이크로 LED(ML)에 맞닿아 마이크로 LED(ML)를 손상시키는 것을 방지하는데 도움이 되는 연질의 다공성 완충제로 구성될 수 있다. 예컨대, 제2다공성 부재(30b)는 스펀지 등과 같은 다공성 탄성 재질일 수 있다.

[0082] 다공성 부재(30)의 상부에는 지지부재(40)가 구비된다. 지지부재(40)는 다공성 부재(30)를 상방에서 지지한다.

[0083] 전사헤드(10)는, 정전기력, 진공 흡입력, 자기력, 반데르발스력, 점착력 등을 이용하여 마이크로 LED(ML)를 흡착할 수 있다.

[0084] 예컨대, 전사헤드(10)가 진공 흡입력을 이용하여 마이크로 LED(ML)를 흡착할 경우, 진공펌프(미도시)가 구비될 수 있다. 진공펌프가 작동되면 지지부재(40) 내부의 흡입홀(41)을 통해 기공을 갖는 다공성 부재(30)의 다수의 기공에 진공이 전달된다. 이로 인해 전사헤드(10)에는 마이크로 LED(ML)에 대한 진공 흡입력이 발생하게 된다. 제2다공성 부재(30b)에 가해진 진공은 제2다공성 부재(30b)의 기공을 통해 제1다공성 부재(30a)로 전달되면서 전사헤드(10)의 흡착면에 제1기판(101)의 마이크로 LED(ML)가 흡착될 수 있다.

[0085] 이와 같은 전사헤드(10)는 제1기판(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착한 후, 제2기판(301)의 상부로 이동하여 마이크로 LED(ML)를 제2기판(301)에 전사할 수 있다.

[0086] 전사헤드(10)의 흡착면에 흡착되는 마이크로 LED(ML)는 제1기판(101)상에 배치된다. 제1기판(101)은 기판 지지부(2000)에 의해 지지된다. 제1기판(101)은 도 1의 성장 기판(101), 임시 기판 또는 캐리어 기판일 수 있다. 따라서 제1기판(101)은 도 1의 성장 기판(101)과 동일한 부호를 사용한다. 또한, 전사헤드(10)는 제1기판(101)에서 흡착한 마이크로 LED(ML)를 제2기판(301)상에 전사한다. 제2기판(301)은 기판 지지부(2000)에 의해 지지된다. 제2기판(301)은 도 2의 표시 기판(301) 또는 목표 기판일 수 있다. 따라서 제2기판(301)은 도 2의 표시 기판(301)과 동일한 부호를 사용한다.

[0087] 도 4(b)는 본 발명의 마이크로 LED 전사 시스템(1)을 구성하는 본딩헤드(20)가 전사헤드(10)에 의해 제2기판(301)에 전사된 마이크로 LED(ML)를 본딩하는 상태를 도시한 도이다.

[0088] 본딩헤드(20)는 제2기판(301)에 전사된 마이크로 LED(ML)를 접합층(21)에 본딩하는 공정을 수행할 수 있다. 마이크로 LED(ML)를 본딩하는 공정은 접합층(21)에 열 및/또는 압력을 가하여 본딩하게 된다. 이로 인해 마이크로 LED(ML)의 제1 컨택전극(106)과 제2기판(301)의 제1 전극(510)이 전기적으로 연결될 수 있다.

[0089] 도 5를 참조하여 마이크로 LED(ML)를 제2기판(301)의 접합층(21)에 본딩하는 공정에 대해 좀 더 구체적으로 설명한다. 도 5는 제2기판(301)의 접합층(21)에 본딩되는 마이크로 LED(ML)의 일부를 도시한 도이다. 도 5를 참조하면, 마이크로 LED(ML)를 제2기판(301)에 본딩하기 위한 접합층(21)이 제2기판(301) 상에 구비된다. 접합층(21)에 마이크로 LED(ML)를 본딩시키기 위한 수단으로 금속 본딩 방식을 이용할 수 있다. 금속 본딩 방식은 본딩 금속(합금)을 가열하여 용융상태에서 마이크로 LED(ML)를 제1 전극(510)에 본딩하는 방식이며, 열압착 본딩 또는 유테틱 본딩 등을 이용할 수 있다. 또한, 금속 간 화합물 또는 인듐 및 금과 같은 물질의 합금 접합 방법일 수 있다. 이외에 열 접합 및 열 초음파 접합을 포함할 수 있고, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0090] 접합층(21)은 전도성 입자를 포함하는 전기 전도성 점착제 재료로 형성될 수 있다. 예컨대, 접합층(21)은 이방성 전도 필름(Anisotropy Conductive Film, ACF) 또는 이방성 전도 점착제로 구성될 수 있다. 이방성 전도 필름은 전도성 물질의 코어가 절연막에 의하여 피복된 다수의 입자로 이루어진 상태이다. 이러한 이방성 전도 필름은 압력 또는 열이 가해지면 가해진 부분만 절연막이 파괴되면서 코어에 의해 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 접합층(21)은 도전성 패드, 도전성 범프 및 도전성 볼, 핀 등을 사용하여 형성될 수도 있다. 이 경우, 도전성 패드, 범프, 볼 및 핀 등은 땀납, 전도성 중합체 또는 전도성 산화물과 같은 전도성 재료로 형성될 수 있다. 또한, 접합층(21)은 열가소성 또는 열경화성 중합체 등과 같은 재료로 형성될 수 있으며, 특정 온도로 가열하여 본딩하는 공융(eutectic) 합금 접합, 천이 액상 접합 또는 고상 확장 접합 방식을 이용하여 마이크로

LED(ML)를 접합하기 위한 재료에서 선택될 수 있다.

- [0091] 제2기판(301)에는 마이크로 LED(ML)의 제1 컨택전극(106)과 전기적으로 연결되는 제1 전극(510)이 형성되어 있다. 제1 전극(510)의 상부에는 접합층(21)이 구비되어 마이크로 LED(ML)의 제1 컨택전극(106)과 제1 전극(510)을 전기적으로 연결할 뿐만 아니라, 마이크로 LED(ML)를 제2기판(301)에 고정시키는 기능을 한다.
- [0092] 본딩 공정에서 접합층(21)에 금속 접합 방식(예컨대, 유테틱 본딩)을 이용하여 제2기판(301)에 마이크로 LED(ML)를 본딩할 때, 제2기판(301)만을 가열하면 냉납 문제가 발생할 수 있다. 제2기판(301)만을 가열하여 마이크로 LED(ML)를 본딩할 경우에는 본딩 금속(합금)의 상부 표면으로 갈수록 상대적 온도가 낮아지게 되어 냉납 문제가 발생한다. 이로 인해 마이크로 LED(ML)가 제1 전극(510)에 견고하게 본딩되지 않는 문제가 발생할 수 있다.
- [0093] 하지만 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템(1)을 구성하는 본딩헤드(20)는 전사헤드(10)를 통해 제2기판(301)에 전사된 마이크로 LED(ML)를 본딩하는 과정에서 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시킬 수 있다. 본딩헤드(20)는 열풍을 분사하거나, 가열수단에 의해 본딩헤드(20) 전체 또는 마이크로 LED(ML)와 접촉되는 하부 접촉면과 같이 일부가 가열됨으로써 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시킬 수 있다. 이로 인해 제1 전극(510)에 대한 마이크로 LED(ML)의 견고한 본딩을 구현하여 냉납 문제를 해소할 수 있다.
- [0094] 본딩헤드(20)는 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시키기 위해 열풍을 분사할 경우, 본딩헤드(20)에는 열풍을 분사할 수 있는 수단이 구비될 수 있다. 예컨대, 본딩헤드(20)에는 마이크로 LED(ML) 상면으로 열풍을 분사할 수 있는 열풍기가 구비될 수 있다. 열풍기와 같이 열풍을 분사하는 수단은 본딩헤드(20)에 내장되게 구비되어 본딩헤드(20) 자체에서 열풍이 분사되게 하거나, 외부에 구비되어 본딩헤드(20)의 내부로 열풍을 공급함으로써 본딩헤드(20)를 통해 열풍이 분사되게 할 수 있다. 본딩헤드(20)가 열풍을 분사할 경우, 도 5에 도시된 화살표는 본딩헤드에서 분사되는 열풍을 의미할 수 있다. 이와 같이 본딩헤드(20)는 마이크로 LED(ML) 상면으로 열풍을 분사함으로써 마이크로 LED(ML)를 가열시킬 수 있다. 이로 인해, 접합층(21)의 온도 분포가 접합층(21)의 깊이에 따라 균일화되어 냉납 문제가 해소될 수 있게 된다. 그 결과 마이크로 LED(ML)가 제2기판(301)의 제1 전극(510)에 보다 견고하게 접합되어 마이크로 LED(ML) 접합 효율이 향상될 수 있게 된다.
- [0095] 본딩헤드(20)가 열풍을 분사하여 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열할 경우, 본딩헤드(20)는 도 4 및 도 5와 같이 본딩헤드(20)의 하부 표면이 마이크로 LED(ML)의 상면과 접촉된 상태일 수 있지만, 마이크로 LED(ML)의 상면과 이격되게 상승한 상태인 것이 보다 바람직할 수 있다. 이는 본딩헤드(20)가 열풍을 분사할 경우, 마이크로 LED(ML)와 본딩헤드(20) 사이의 이격공간을 통해 열풍이 수평 방향으로 골고루 분산되면서 마이크로 LED(ML) 상면으로 분사될 수 있기 때문이다.
- [0096] 한편, 본딩헤드(20)는 가열수단에 의해 가열될 수 있다. 이 경우, 본딩헤드(20)는 가열수단에 의해 본딩헤드(20)의 전체 또는 일부가 가열됨으로써 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시킬 수 있다. 본딩헤드(20)를 가열시키는 가열수단은 히터 또는 히트 재킷(HEAT JACKET)일 수 있다.
- [0097] 본딩헤드(20)를 가열시키는 가열수단이 히터일 경우, 히터는 본딩헤드(20)의 외부에 구비되어 본딩헤드(20) 전체를 가열시킬 수 있다. 또한, 히터는 본딩헤드(20)에 내장되어 본딩헤드(20)를 가열시킬 수 있다. 히터가 본딩헤드(20)에 내장되어 있을 경우, 내장된 위치의 일부만을 가열시키거나, 본딩헤드(20) 전체를 가열시킬 수 있다. 여기서, 본딩헤드(20)의 일부는 마이크로 LED(ML)상면과 접촉되는 접촉면이 포함된 본딩헤드(20)의 하부를 의미할 수 있다. 본딩헤드(20)의 일부만이 가열될 경우, 본딩헤드(20)의 히터가 내장되는 위치의 히터부와 본딩헤드(20)의 히터가 내장되지 않은 위치의 비히터부 사이에는 단열층이 포함될 수 있다. 이로 인해 본딩헤드(20)의 히터부의 열이 보다 효과적으로 유지될 수 있다.
- [0098] 이처럼 본딩헤드(20)는 가열수단에 의해 가열되어 마이크로 LED(ML) 상면을 가열시킬 수 있다. 가열된 마이크로 LED(ML)는 접합층(21)으로 열을 전달하여 접합층(21)의 온도 분포를 균일하게 할 수 있고, 이를 통해 냉납 문제를 해결함으로써 마이크로 LED(ML)의 견고한 본딩이 구현될 수 있다. 또한, 마이크로 LED(ML)가 제2기판(301)의 제1 전극(510)에 견고하게 본딩됨으로써 마이크로 LED(ML) 공정 수율이 향상될 수 있다.
- [0099] 본딩헤드(20)는 탄성재질을 포함할 수 있다. 본딩헤드(20)는 탄성재질을 포함함으로써 마이크로 열 및/또는 압착에 의해 마이크로 LED(ML)를 본딩할 때 마이크로 LED(ML)의 파손을 방지할 수 있다.
- [0100] 다시 도 3을 참조하면, 전사헤드(10)는 제1기판(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하기 위해 기판 지지부(2000)에 의해 지지된 제1기판(101)상으로 위치할 수 있다. 제1기판(101)에서 흡착면에 마이크로 LED(ML)를 흡착한 전사헤드(10)는 제2기판(301)상으로 이동하여 마이크로 LED(ML)를 전사한다. 본딩헤드(20)는 제2기판(301)상에 전사

된 마이크로 LED(ML)를 제2기관(301)의 제1 전극(510)에 본딩하기 위하여 제2기관(301)상으로 위치한다. 이 경우, 본딩헤드(20)는 열풍을 분사할 경우, 마이크로 LED(ML) 상면과 이격되거나 접촉하여 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시킬 수 있다. 한편, 본딩헤드(20)는 가열수단에 의해 가열될 경우, 마이크로 LED(ML)의 상면과 접촉하여 마이크로 LED(ML)를 본딩할 수 있다. 본딩헤드(20)가 제2기관(301)에 전사된 마이크로 LED(ML)를 본딩할 때 전사헤드(10)는 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 공정을 수행한다. 다시 말해, 제2기관(301)상에 마이크로 LED(ML)를 전사한 전사헤드(10)는 다시 제1기관(101)상으로 이동하여 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 공정을 수행한다. 이 때 본딩헤드(20)는 가열수단에 의해 가열되어 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시키거나, 열풍을 분사하여 마이크로 LED(ML)를 가열시키면서 본딩 공정을 수행한다.

[0101] 이처럼 본 발명의 마이크로 LED 전사 시스템(1)은 마이크로 LED(ML)를 흡착하고 전사하는 기능만을 수행하는 전사헤드(10)와, 전사된 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시키면서 본딩하는 기능만을 수행하는 본딩헤드(20)를 각각 구비하여 공정에서의 기능 분리를 통해 효율적인 공정 작업이 가능할 수 있다. 다시 말해, 전사헤드(10)가 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하여 제2기관(301)으로 전사하는 공정을 수행하고 나면, 상기한 제2기관(301)의 마이크로 LED(ML)를 본딩헤드(20)가 가열시키면서 본딩한다. 본딩헤드(20)가 본딩 공정을 수행하고 있는 동안에 전사헤드(10)는 다시 상기한 제1기관(101)으로 이동하여 마이크로 LED(ML)를 흡착하고, 본딩 공정이 수행되지 않는 제2기관(301)으로 마이크로 LED(ML)를 전사하는 공정을 수행한다. 이 경우, 전사헤드(10)가 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하여 제2기관(301)으로 전사하는 시간 대비 공정 소요 시간이 긴 본딩 공정을 본딩헤드(20)가 수행하는 동안에, 전사헤드(10)는 본딩 공정이 수행되지 않는 다른 제2기관(301)으로 마이크로 LED(ML)를 전사하는 공정을 수행할 수 있으므로 전사 시스템의 UPH(Unit Per Hour)를 향상시킬 수 있게 된다.

[0102] 또한, 전사헤드(10)는 마이크로 LED(ML) 흡착 및 전사만을 수행하고, 마이크로 LED(ML) 가열 및 본딩은 본딩헤드(20)가 수행함으로써 전사 공정과 본딩 공정이 다른 헤드에서 수행되므로 마이크로 LED 전사 시스템(1)은 본딩할 때 발생하는 폼(fume)이 전사 공정에 영향을 미치지 않을 수 있다. 폼(fume)이 전사 공정에 영향을 미칠 경우, 폼(fume)에 의한 마이크로 LED(ML) 흡착면 오염 문제가 발생할 수 있다. 흡착면에는 마이크로 LED(ML)를 흡착하기 위한 흡착영역의 열 방향, 행 방향 피치 간격이 존재 한다. 이로 인해 흡착면에는 흡착영역의 열, 행 방향 피치 간격에 해당되는 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)가 흡착된다. 그러나, 흡착면이 오염될 경우, 이물질에 의해 상기한 흡착영역의 피치 간격에 해당되지 않는 마이크로 LED(ML)가 흡착면에 흡착되는 문제가 발생할 수 있다. 그 결과 전사 효율이 낮아지는 문제가 야기될 수 있다. 하지만 마이크로 LED 전사 시스템(1)과 같이 헤드를 각각 구비하여 전사 공정과 본딩 공정이 다른 헤드에서 수행되면 본딩 공정에 의한 전사 공정의 효율 저하 문제가 발생하지 않을 수 있게 된다.

[0103] 도 6을 통해 마이크로 LED 전사 시스템(1)의 기능에 따라 헤드를 분리하여 공정을 수행하는 과정을 좀더 구체적으로 설명한다. 도 6은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템의 공정을 도시한 도이다. 이하에서 설명하는 전사헤드(10)의 방사상으로의 이동 순서는 하나의 예시이므로 이에 한정되지 않는다.

[0104] 도 6에 도시된 바와 같이, 전사헤드(10)는 제1기관(101)에 배치된 복수의 마이크로 LED(ML)를 흡착하여 방사상에 위치한 각각의 제2기관(301)에 전사하는 공정을 수행할 수 있다. 전사헤드(10)는 제1기관(101)의 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 공정을 수행한 후, 제1기관(101)을 기준으로 우측에 위치한 제2기관(301)상에 마이크로 LED(ML)를 전사하는 공정을 수행한다. 제2기관(301)상에 전사를 수행한 전사헤드(10)는 다시 제1기관(101)상으로 이동한다. 이 때, 본딩헤드(20)는 제2기관(301)상에 위치하여 전사된 제2기관(301)의 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시키고 본딩 공정을 수행할 수 있다.

[0105] 제1기관(101)상으로 재이동한 전사헤드(10)는 제1기관(101)을 기준으로 상측에 위치한 제2기관(301)상에 제1기관(101)에서 흡착한 마이크로 LED(ML)를 전사한다. 전사헤드(10)는 전사 공정을 수행한 후 다시 제1기관(101)상으로 이동한다. 이 때, 본딩헤드(20)는 제2기관(301)상에 위치하여 전사된 제2기관(301)의 마이크로 LED(ML)의 상면을 가열시키고 본딩 공정을 수행한다. 제1기관(101)상으로 재이동한 전사헤드(10)는 나머지 하측, 좌측에 위치한 제2기관(301)에도 같은 순서로 제1기관(101)에서 흡착한 마이크로 LED(ML)를 전사할 수 있고 본딩헤드(20)는 제2기관(301)상의 마이크로 LED(ML)를 가열시키면서 본딩할 수 있다. 본딩헤드(20)는 제2기관(301)이 위치한 곳에 각각 구비될 수 있다. 하나의 본딩헤드(20)가 제2기관(301)이 위치한 방사상으로 이동하면서 본딩 공정을 수행할 수 있지만, 본딩의 경우, 상대적으로 긴 공정 시간이 소요되므로 하나의 본딩헤드(20)가 이동하는 방식으로 공정을 수행할 경우 공정의 효율이 저하될 수 있다. 따라서 제2기관(301)이 구비된 위치에 복수의 본딩헤드(20)가 각각 위치하는 것이 바람직할 수 있다.

[0106] 이처럼 마이크로 LED 전사 시스템(1)은 기능에 따라 헤드를 분리하여 공정을 수행함으로써, 본딩헤드(20)가 본딩 공정을 수행하는 동안 전사헤드(10)는 본딩 공정이 수행되지 않는 다른 제2기관(301)에 마이크로 LED(ML)를 전사할 수 있으므로 UPH를 향상시킬 수 있다. 또한, 각각의 공정에 이용되는 헤드에는 공정에 따른 기능만이 부여되어 부여된 기능을 보다 충실히 수행할 수 있고, 공정이 수행되면서 발생하는 이물질 등이 다른 헤드에 영향을 미쳐 헤드의 효율이 저하되는 문제를 방지할 수 있게 된다.

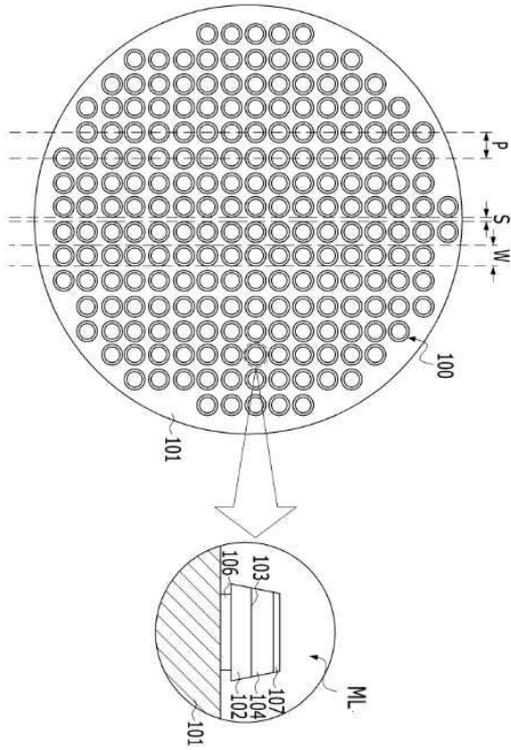
[0107] 전술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 참조하여 설명 하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

부호의 설명

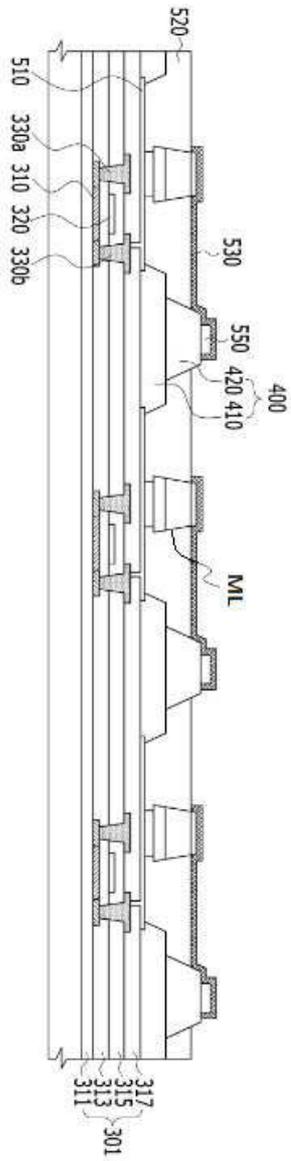
- [0108] 1: 마이크로 LED 전사 시스템 10: 전사헤드
 20: 본딩헤드 21: 접합층
 30 다공성 부재
 30a: 제1다공성 부재 30b: 제2다공성 부재
 40: 지지부재 41: 흡입홀
 101: 제1기관 301: 제2기관
 510: 제1전극 2000: 기관 지지부
 ML: 마이크로 LED

도면

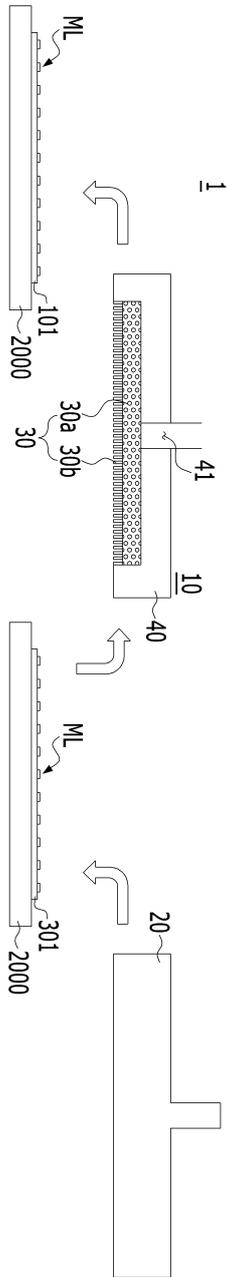
도면1



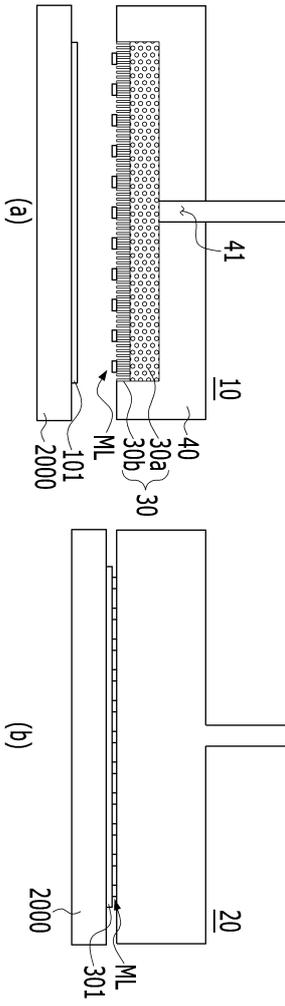
도면2



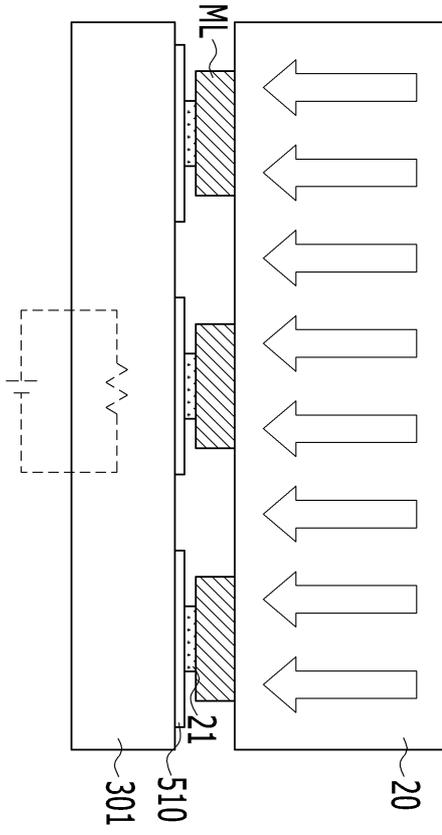
도면3



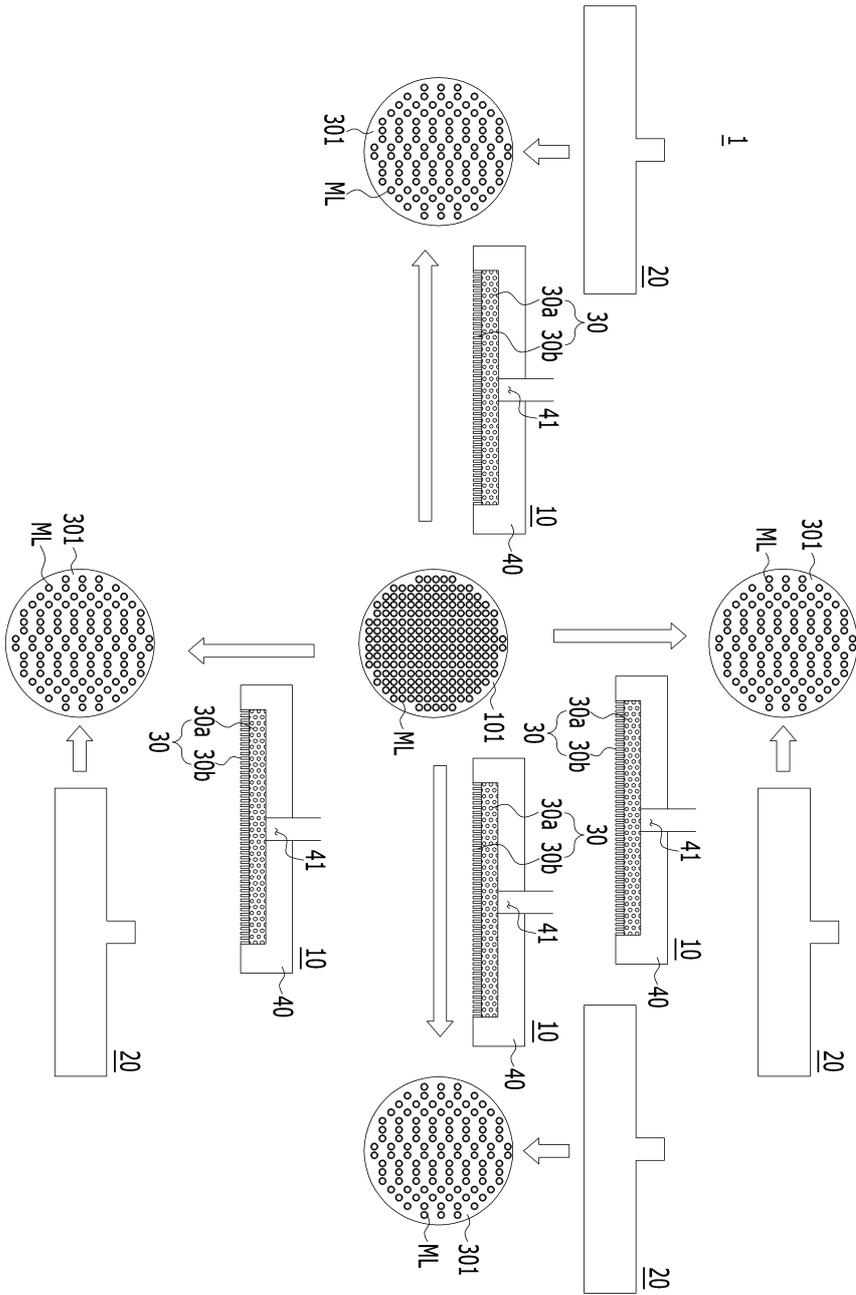
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	微型LED传输系统		
公开(公告)号	KR1020200015073A	公开(公告)日	2020-02-12
申请号	KR1020180090386	申请日	2018-08-02
[标]申请(专利权)人(译)	普因特工程有限公司		
申请(专利权)人(译)	(注)点工程		
[标]发明人	안범모 박승호 변성현		
发明人	안범모 박승호 변성현		
IPC分类号	H01L21/67 H01L21/677		
CPC分类号	H01L21/67144 H01L21/67098 H01L21/67712 H01L21/67721		
代理人(译)	Choegwangseok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

微型LED传送系统技术领域本发明涉及一种微型LED传送系统，其执行吸附，传送和键合微型LED的过程，更具体地，涉及一种微型LED传送系统，其可以提高传送和粘接效率。为此，微型LED传送系统包括：传送头，其吸附第一基板的微型LED以将其传送到第二基板；结合头，其将转移到第二基板的微型LED结合。

