



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0015081
(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 21/67712 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0090396
(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

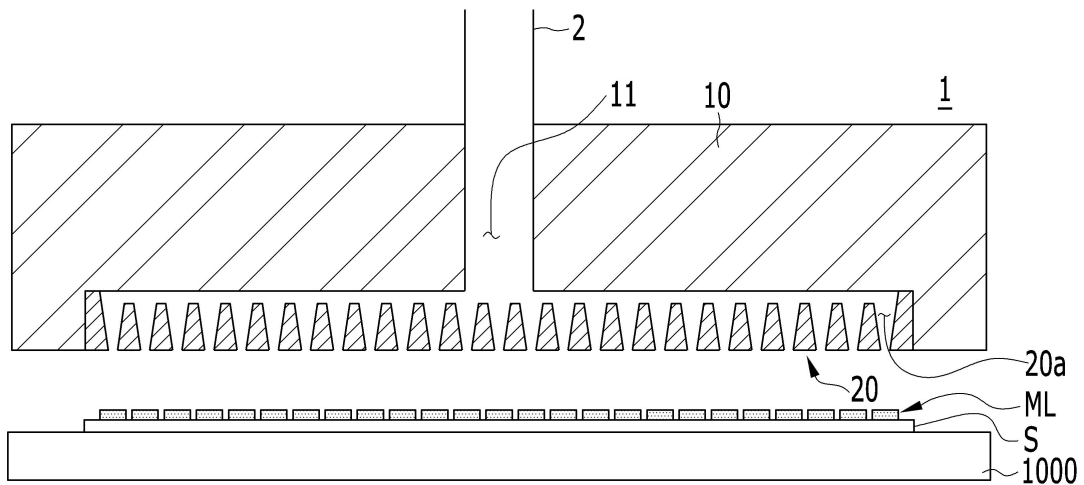
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 마이크로 LED 전사헤드

(57) 요약

본 발명은 마이크로 LED를 제1기판에서 제2기판으로 이송하는 마이크로 LED 전사헤드에 관한 것으로서, 특히 마이크로 LED를 일괄적으로 흡착하여 전사할 수 있는 마이크로 LED 전사헤드에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67721 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

진공흡입력으로 마이크로 LED를 흡착하는 흡착부재를 포함하고,

상기 흡착부재는 복수개의 진공 흡입홀이 형성되어 상기 복수개의 진공 흡입홀이 함께 동시에 진공이 형성되고 진공이 해제되며,

각각의 진공 흡입홀은 각각의 마이크로 LED를 진공 흡착하고 상기 진공 흡입홀은 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 흡착부재의 상부에는 다공성 부재가 구비되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 흡착부재의 상부에는 진공 챔버가 구비되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 진공 흡입홀의 단면은 원형 단면인 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로 LED를 제1기판에서 제2기판으로 전사하는 마이크로 LED 전사헤드에 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 마이크로미터(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] 특허, 마이크로 LED 소자를 표시 기판에 이송하는 전사(transfer)와 관련하여, LED 크기가 마이크로미터(μm) 단

위까지 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 기관에 이송시키는 방법을 제안하였다(공개특허공보 공개번호 제2017-0019415호, 이하 ‘선행발명2’라 함). 이 방법은 정전헤드 방식에 비해 LED 손상에 대한 문제점은 없으나, 전사 과정에서 목표기관의 점착력 대비 탄성 전사 헤드의 점착력이 더 커야 안정적으로 마이크로 LED를 이송시킬 수 있으며, 전극 형성을 위한 추가 공정이 필요한 단점이 있다. 또한, 탄성 고분자 물질의 점착력을 지속적으로 유지하는 것도 매우 중요한 요소로 작용하게 된다.
- [0007] 한국광기술원은 섬모 점착구조 헤드를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1754528호, 이하 ‘선행발명3’이라 함). 그러나 선행발명3은 섬모의 점착구조를 제작하는 것이 어렵다는 단점이 있다.
- [0008] 한국기계연구원은 롤러에 점착제를 코팅하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1757404호, 이하 ‘선행발명4’라 함). 그러나 선행발명4는 점착제의 지속적인 사용이 필요하고, 롤러 가압 시 마이크로 LED가 손상될 수도 있는 단점이 있다.
- [0009] 삼성디스플레이는 어레이 기관이 용액에 담겨 있는 상태에서 어레이 기관의 제1,2전극에 마이너스 전압을 인가하여 정전기 유도 현상에 의해 마이크로 LED를 어레이 기관에 전사하는 방법을 제안하였다(공개특허공보 제10-2017-0026959호, 이하 ‘선행발명5’라 함). 그러나 선행발명 5는 마이크로 LED를 용액에 담가 어레이 기관에 전사한다는 점에서 별도의 용액이 필요하고 이후 건조공정이 필요하다는 단점이 있다.
- [0010] 엘지전자는 헤드홀더를 복수의 픽업헤드들과 기관 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 점착면에 점착력을 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.
- [0012] 마이크로 LED는 전사헤드에 포함된 마이크로 LED를 흡착하는 부재에 의해 흡착된다. 예컨대, 전사헤드가 진공을 통한 흡입력으로 마이크로 LED를 흡착할 경우, 마이크로 LED를 흡착하는 부재에는 진공압이 형성되는 홀이 형성될 수 있다.
- [0013] 도 3은 종래의 전사헤드의 흡착 대상물(예컨대, 마이크로 LED(200))을 흡착하는 부재(미국공개특허제2018-0122664호, 이하 '선행발명8'이라 함)를 일부 확대하여 도시한 도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 선행발명8에는 마이크로 LED(200)를 흡착하기 위한 진공 경로(304)가 형성되고 진공 경로(304)는 하부로 갈수록 폭이 넓어지게 형성된다. 또한, 광학 스위칭 소자(305)가 구비되어 진공 경로(304)의 상부에 연결된다. 선행발명8은 광학 스위칭 소자(305)의 각도에 따라 진공 경로(304)에서 공기 배출이 이루어지면서 진공흡입력이 발생할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 광학 스위칭 소자(305)의 각도가 0°가 아닐 경우, 진공 경로(304)에서 공기가 배출될 수 있다. 이로 인해 진공흡입력이 발생하고, 전사헤드는 마이크로 LED(200)를 진공 경로(304)의 하부에 흡착할 수 있다. 선행발명8은 광학 스위칭 소자(305)의 각도에 따라 진공 경로(304)의 공기 배출이 선택적으로 이루어질 수 있다. 이로 인해 진공 경로(304)와 같은 흡착홀마다 진공흡입력의 발생 여부가 다를 수 있다.
- [0014] 선행발명8의 진공 경로(304)는 상부에 광학 스위칭 소자(305)가 연결되면서 optical 진공 경로(304)에서의 공기

배출을 막을 수 있도록 하기 위하여 상부는 폭이 좁고, 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 형태로 형성될 수 있다.

[0015] 그러나, 진공 경로(304)가 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 형태로 형성될 경우, 마이크로 LED(200)에 대한 얼라인 정밀도가 더욱 까다롭게 요구될 수 있다. 전사헤드는 기계적 공차로 인해 정해놓은 흡착 위치로 이동한다고 해도 정확하게 의도한 위치로의 이동이 어려울 수 있다. 따라서, 진공 경로(304)와 같은 흡착홀의 형상으로 인해 높은 얼라인 정밀도가 요구될 경우 기계적 공차로 인한 흡착 위치 오차로 인해 흡착홀의 진공이 새는 문제가 발생할 수 있다. 그 결과 마이크로 LED(200)에 대한 흡착률 저하의 문제가 야기될 수 있다.

[0016] 또한, 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 형태로 형성되므로, 진공 경로(304)를 통해 공기가 배출될 때 진공 경로(304)의 상부의 가장 작은 폭에서 와류가 발생할 확률이 높아질 수 있다. 이로 인해 진공 경로(304)에서의 진공압 형성이 제대로 이루어지지 않아 마이크로 LED(200)에 대한 흡착 효율이 낮아질 수 있다.

[0017] 또한, 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 진공 경로(304)로 인해 비흡착영역의 폭은 하부로 갈수록 폭이 좁아지는 형태일 수 있다. 이 때 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 흡착홀로 인해 비흡착영역의 폭이 하부로 갈수록 폭이 좁아지는 형태를 갖기 때문에, 마이크로 LED(200) 흡착 공정을 수행할 때 부족한 비흡착영역으로 인한 마이크로 LED(200) 손상 문제가 발생할 수 있고 전사헤드의 내구성이 저하되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 등록특허공보 등록번호 제0731673호
(특허문헌 0002) 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
(특허문헌 0008) 공개특허공보 공개번호 제2018-0122664호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 이에 본 발명은 밸브를 사용하지 않고 수만개 이상의 마이크로 LED를 흡착하기 위한 흡입홀의 진공압을 균일하게 해서 마이크로 LED를 일괄적으로 흡착하여 전사할 수 있는 마이크로 LED 전사헤드를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 일 특징에 따른 마이크로 LED 전사헤드는, 진공흡입력으로 마이크로 LED를 흡착하는 흡착부재를 포함하고, 상기 흡착부재는 복수개의 진공 흡입홀이 형성되어 상기 복수개의 진공 흡입홀이 함께 동시에 진공이 형성되고 진공이 해제되며, 각각의 진공 흡입홀은 각각의 마이크로 LED를 진공 흡착하고 상기 진공 흡입홀은 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 흡착부재의 상부에는 다공성 부재가 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 흡착부재의 상부에는 진공 챔버가 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 진공 흡입홀의 단면은 원형 단면인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크로 LED 전사헤드는 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 진공 흡입홀 구비함으로써, 마이크로 LED 간의 이격 거리가 좁더라도 마이크로 LED를 용이하게 흡착할 수 있다. 또한, 진공 펌프 작동 시 진공 흡입홀에는 진공이 함께 동시에 형성되고 해제됨으로써, 마이크로 LED를 일괄적으로 흡착하여 전사할 수 있다. 또한, 진공 흡입홀은 상부로 갈수록 폭이 넓어지는 구조이므로, 진공 흡입홀 내부에서 외부로 배출되는 공기가 한군데로 원활하게 모이게 될 수 있다. 이로 인해 복수개의 진공 흡입홀 전체에 균일한 진공압이 형성될 수 있고, 흡착면 전체에 마이크로 LED가 빠짐없이 흡착되어 마이크로 LED 흡착 효율이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시 예의 전사 대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도.
 도 2는 본 발명의 실시 예에 의해 표시기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도.
 도 3은 종래의 전사헤드를 도시한 도.
 도 4는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드를 도시한 도.
 도 5는 도 4의 흡착부재를 일부 확대하여 도시한 도.
 도 6은 도 4의 제1변형 예를 도시한 도.
 도 7은 도 4의 제2변형 예를 도시한 도.
 도 8은 도 4의 제3변형 예를 도시한 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 마이크로 LED(100)는 제1 반도체층(102), 제2 반도체층(104), 제1 반도체층(102)과 제2 반도체층(104) 사이에 형성된 활성층(103), 제1 콘택전극(106) 및 제2 콘택전극(107)을 포함할 수 있다.

- [0035] 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.
- [0036] 제1 반도체층(102)은 예를 들어, p형 반도체층으로 구현될 수 있다. p형 반도체층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGaIn, InGaIn, InN, InAlGaIn, 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 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGaIn, InGaIn, InNInAlGaIn, AlInN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0037] 다만, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 제1 반도체층(102)이 n형 반도체층을 포함하고, 제2 반도체층(104)이 p형 반도체층을 포함할 수도 있다.
- [0038] 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, $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 가지는 반도체 재료를 포함하여 형성할 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.
- [0039] 제1 반도체층(102)에는 제1 컨택전극(106)이 형성되고, 제2 반도체층(104)에는 제2 컨택전극(107)이 형성될 수 있다. 제1 컨택 전극(106) 및/또는 제2 컨택 전극(107)은 하나 이상의 층을 포함할 수 있으며, 금속, 전도성 산화물 및 전도성 중합체들을 포함한 다양한 전도성 재료로 형성될 수 있다.
- [0040] 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.
- [0041] 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.
- [0043] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 흡착체에 의해 표시 기판으로 이송되어 실장됨에 따라 형성된 마이크로 LED 구조체를 도시한 도면이다.
- [0044] 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), 폴리알릴레이트(polyallylate), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(PC), 셀룰로오스 트리 아세테이트(TAC), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(cellulose acetate propionate: CAP)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 유기물일 수 있다.
- [0045] 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.
- [0046] 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.
- [0047] 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.

- [0048] 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(310), 게이트 전극(320), 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)을 포함할 수 있다.
- [0049] 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.
- [0050] 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.
- [0051] 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.
- [0052] 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.
- [0053] 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.
- [0054] 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.
- [0055] 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(SiO_2), 실리콘질화물(SiNx), 실리콘산질화물(SiON), 알루미늄산화물(Al_2O_3), 티타늄산화물(TiO_2), 탄탈산화물(Ta_2O_5), 하프늄산화물(HfO_2), 또는 아연산화물(ZrO_2) 등을 포함할 수 있다.
- [0056] 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.
- [0057] 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.
- [0058] 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 컨택홀을 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 뱅크층(400)이 배치될 수 있다. 뱅크층(400)은 마이크로 LED(100)가 수용될 오목부를 포함할 수 있다. 뱅크층(400)은 일 예로, 오목부를 형성하는 제1 뱅크층(410)을 포함할 수 있다. 제1 뱅크층(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, 제1뱅크층(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.

[0059] 뱅크층(400)은 제1뱅크층(410) 상부의 제2뱅크층(420)를 더 포함할 수 있다. 제1뱅크층(410)와 제2뱅크층(420)은 단차를 가지며, 제2뱅크층(420)의 폭이 제1뱅크층(410)의 폭보다 작을 수 있다. 제2뱅크층(420)의 상부에는 전도층(550)이 배치될 수 있다. 전도층(550)은 데이터선 또는 스캔선과 평행한 방향으로 배치될 수 있고, 제2전극(530)과 전기적으로 연결된다. 다만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 제2뱅크층(420)는 생략되고, 제1뱅크층(410) 상에 전도층(550)이 배치될 수 있다. 또는, 제2뱅크층(420) 및 전도층(550)을 생략하고, 제2전극(530)을 픽셀(P)들에 공통인 공통전극으로서 기관(301) 전체에 형성할 수도 있다. 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(420)는 광의 적어도 일부를 흡수하는 물질, 또는 광 반사 물질, 또는 광 산란물질을 포함할 수 있다. 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(420)는 가시광(예를 들어, 380nm 내지 750nm 파장 범위의 광)에 대해 반투명 또는 불투명한 절연 물질을 포함할 수 있다.

[0060] 일 예로, 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(420)는 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에테르설폰, 폴리비닐부티랄, 폴리페닐렌에테르, 폴리아미드, 폴리에테라이미드, 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.

[0061] 다른 예로, 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(420)는 SiOx, SiNx, SiNxOy, AlOx, TiOx, TaOx, ZnOx 등의 무기산화물, 무기질화물 등의 무기 절연 물질로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(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. 변형례에서 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(420)는 고반사율을 갖는 분산된 브래그 반사체(DBR) 또는 금속으로 형성된 미러 반사체일 수 있다.

[0062] 오목부에는 마이크로 LED(100)가 배치된다. 마이크로 LED(100)는 오목부에서 제1전극(510)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0063] 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.

[0064] 마이크로 LED(100)는 p-n 다이오드, p-n 다이오드의 일측에 배치된 제1컨택 전극(106) 및 제1컨택 전극(106)과 반대측에 위치한 제2컨택 전극(107)을 포함한다. 제1컨택 전극(106)은 제1전극(510)과 접속하고, 제2컨택 전극(107)은 제2전극(530)과 접속할 수 있다.

[0065] 제1전극(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(In_2O_3 ; indium oxide), 인듐갈륨옥사이드(IGZO; indium gallium oxide) 및 알루미늄징크옥사이드(AZO; aluminum zinc oxide)를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 하나 이상을 구비할 수 있다.

[0066] 패시베이션층(520)은 오목부 내의 마이크로 LED(100)를 둘러싼다. 패시베이션층(520)은 뱅크층(400)과 마이크로 LED(100) 사이의 공간을 채움으로써, 오목부 및 제1전극(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.

[0067] 패시베이션층(520)은 마이크로 LED(100)의 상부, 예컨대 제2컨택 전극(107)은 커버하지 않는 높이로 형성되어,

제2 컨택 전극(107)은 노출된다. 패시베이션층(520) 상부에는 마이크로 LED(100)의 노출된 제2 컨택 전극(107)과 전기적으로 연결되는 제2 전극(530)이 형성될 수 있다.

[0068] 제2 전극(530)은 마이크로 LED(100)와 패시베이션층(520)상에 배치될 수 있다. 제2 전극(530)은 ITO, IZO, ZnO 또는 In_2O_3 등의 투명 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0070] 이하, 도 4 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)에 대해 설명한다.

[0071] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)를 도시한 도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 전사헤드(1)는 복수개의 진공 흡입홀(20a)이 형성되는 흡착부재(20) 및 흡착부재(20)를 고정 지지하는 지지부재(10)를 포함하여 구성된다.

[0072] 흡착부재(20)는 진공흡입력으로 기판(S)상에 배치된 마이크로 LED(ML)를 흡착한다. 기판(S)은 기판 지지부(1000)에 의해 지지된다. 여기서, 도 4의 마이크로 LED 전사헤드(1)가 마이크로 LED(ML)를 흡착하기 전의 상태인 경우에는, 기판(S)은 성장 기판(101), 임시 기판 또는 캐리어 기판일 수 있다. 한편, 도 4에 도시된 마이크로 LED 전사헤드(1)가 마이크로 LED(ML)를 전사하고 난 이후의 상태인 경우에는, 기판(S)은 표식 기판(301) 또는 목표 기판일 수 있다.

[0073] 흡착부재(20)에는 복수개의 진공 흡입홀(20a)이 형성된다. 진공 흡입홀(20a)은 레이저 등을 이용하여 형성될 수 있다. 진공 펌프(미도시)가 작동되면 진공 흡입홀(20a) 내부의 공기가 지지부재(10)에 구비된 배관 연결 흡입홀(11)을 통해 외부로 배출된다. 이로 인해 진공 흡입홀(20a)에 진공압이 형성되어 진공 흡입홀(20a)의 하부에 마이크로 LED(ML)가 흡착될 수 있다.

[0074] 복수개의 진공 흡입홀(20a)에는 함께 동시에 진공이 형성되고 진공이 해제된다. 진공 흡입홀(20a)은 흡착부재(20)를 수직방향으로 상, 하 관통하여 형성된다. 따라서, 진공펌프가 작동되어 지지부재(10)의 배관 연결 흡입홀(11)을 통해 진공이 전달되면 흡착부재(20)에 형성된 복수개의 진공 흡입홀(20a) 전체에 함께 동시에 진공이 형성된다. 또한, 진공펌프의 작동이 해제되면 복수개의 진공 흡입홀(20a) 전체의 진공이 함께 동시에 해제된다. 이로 인해 복수개의 진공 흡입홀(20a) 각각에 대응되는 마이크로 LED(ML)가 한번에 흡착되고 탈착될 수 있다. 다시 말해, 복수개의 진공 흡입홀(20a)에 함께 동시에 진공이 형성됨으로써 각각의 진공 흡입홀(20a)은 각각의 진공 흡입홀(20a)과 대응되는 마이크로 LED(ML)를 진공 흡착할 수 있다.

[0075] 진공 흡입홀(20a)은 흡착부재(20)를 수직방향으로 상, 하 관통되게 형성되되, 마이크로 LED(ML)가 흡착되는 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성된다. 도 5를 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0076] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)에 구비된 흡착부재(20)의 진공 흡입홀(20a)의 일부를 확대하여 도시한 도이다.

[0077] 진공 흡입홀(20a)은 마이크로 LED(ML)가 흡착되는 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성된다. 이로 인해 진공 흡입홀(20a)은 경사진 내측면이 구비될 수 있다.

[0078] 진공 흡입홀(20a)은 마이크로 LED(ML)가 흡착되는 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되고, 진공 흡입홀(20a)에서 가장 작은 내부 폭을 갖는 하부 폭(W)은 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭보다 작게 형성될 수 있다. 예컨대, 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭은 $30\mu\text{m}$ 이다. 이 경우, 진공 흡입홀(20a)의 하부 폭(W)은 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭 $30\mu\text{m}$ 보다 작게 형성되어 상부로 갈수록 폭이 넓게 형성될 수 있다. 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭보다 작게 형성되는 진공 흡입홀(20a)의 하부 폭(W)은 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭이 $30\mu\text{m}$ 일 경우, $10\sim 15\mu\text{m}$ 의 범위 내의 폭을 갖는 것이 바람직할 수 있다.

[0079] 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 진공흡입력이 발생하는 진공 흡입홀(20a)의 경우, 마이크로 LED(ML)를 흡착할 수 있는 진공압만 형성될 수 있다면 그 폭이 흡착면으로 갈수록 작게 형성되어 하부 폭(W)이 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭보다 작게 형성되어도 마이크로 LED(ML)의 이탈 염려 및 흡착 효율의 저하없이 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 과정을 수행할 수 있다.

[0080] 도 3은 종래의 전사헤드의 흡착 대상물(200)을 흡착하는 부재의 일부를 확대한 도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 흡착 대상물(200)을 흡착하는 부재에 진공압이 형성되는 흡입홀(304)이 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 형태로 형성될 수 있다. 흡입홀(304)은 본 발명의 마이크로 LED 전사헤드(1)의 진공 흡입홀(20a)과 같이 흡입홀

(304)에 형성된 진공압으로 흡착 대상물(200)을 흡착할 수 있다. 흡착 대상물(200)은 마이크로 LED일 수도 있고, 패키징된 LED 또는 무거운 반도체 칩 등일 수 있다. 예컨대, 도 3에 도시된 전사헤드가 마이크로 LED보다 상대적으로 무거운 무게의 흡착 대상물(예를 들어, 패키징된 LED 또는 무거운 반도체 칩)을 흡착한다. 이 경우, 흡착 대상물을 들어올릴 수 있을 만큼의 진공력이 형성될 수 있어야 하므로, 진공력을 크게 형성할 수 있게 진공 흡입홀이 형성될 수 있다. 이는 도 3과 같이 흡입홀(304)의 폭이 하부로 갈수록 넓어지게 형성함으로써 구현될 수 있다.

[0081] 하지만 본 발명의 마이크로 LED 전사헤드(1)와 같이, 전사헤드가 흡착하려고 하는 흡착 대상물이 마이크로 LED(ML)일 경우, 진공 흡입홀(20a)에 진공압만 형성된다면 마이크로 LED(ML)는 흡착면에 어려움 없이 흡착될 수 있다. 도 3에 도시된 종래의 전사헤드의 경우에도 마이크로 LED를 흡착할 수 있다. 그러나 하부로 갈수록 폭이 넓어지는 흡입홀(304)이 구비된 전사헤드는 패키징된 LED 또는 무거운 반도체 칩에 비해 상대적으로 작은 사이즈의 마이크로 LED 흡착 시 전사헤드의 기계적 오차를 고려한 높은 얼라인 정밀도를 충족시키기기가 더욱 어렵다. 또한, 하부 폭이 넓은 흡입홀(304)로 인해 전사헤드의 기계적 오차로 인한 위치 정렬 오차가 발생하면 흡입홀(304)의 진공이 새는 문제가 발생할 수 있다. 이로 인해 흡착 효율이 저하되는 문제가 야기될 수 있고 그 결과 공정의 수율이 낮아지는 문제가 발생하게 된다. 또한, 하부 폭이 넓게 형성되는 흡입홀(304)로 인해 흡착부재의 비흡착영역의 하부 수평 면적이 좁아지면서 날카로운 형태로 형성되어 마이크로 LED를 손상시키는 문제가 발생할 수 있다. 또한, 흡입홀(304) 내부의 공기가 외부로 배출되면서 진공압이 형성될 때, 공기가 넓은 하부 폭에서 좁은 하부 폭을 거치면서 와류가 발생할 수 있다. 이로 인해 흡입홀(304)의 진공압 형성이 제대로 이루어지지 않아 흡착 대상물의 흡착 효율이 저하될 수 있다.

[0082] 하지만 도 4에 도시된 본 발명의 마이크로 LED 전사헤드(1)는 흡착부재(20)에, 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 진공 흡입홀(20a)이 형성됨으로써 상대적으로 얼라인 정밀도가 낮더라도 마이크로 LED(ML)의 흡착이 수행될 수 있다. 이는 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭보다 작은 폭으로 진공 흡입홀(20a)의 하부 폭(W)이 형성되므로 진공 흡입홀(20a)이 마이크로 LED(ML)의 상면 폭 내로만 위치된다면 마이크로 LED(ML)는 진공 흡입홀(20a)에 흡착될 수 있기 때문이다. 이로 인해 마이크로 LED(ML)에 대한 마이크로 LED 전사헤드(1)의 얼라인 정밀도가 상대적으로 낮더라도 마이크로 LED(ML) 흡착 효율 저하없이 마이크로 LED(ML)를 흡착할 수 있는 효과가 있다. 또한, 앞서 설명한 바와 같이, 진공 흡입홀(20a)의 하부 폭(W)이 마이크로 LED(ML)의 수평방향 폭보다 작은 폭으로 형성되어 마이크로 LED(ML)의 상면 폭 내로 위치하면 마이크로 LED(ML)는 흡착된다. 이로 인해 진공 흡입홀(20a)의 진공 누설의 염려가 줄어들고, 진공 흡입홀(20a)의 하부 폭(W)은 진공 흡입홀(20a)의 상부 폭보다 작은 폭으로 형성되어 상부 폭 대비 상대적으로 센 진공압이 형성되므로 마이크로 LED(ML)가 이탈 염려없이 흡착될 수 있다. 또한, 마이크로 LED(ML)의 서로 간의 이격 거리(D)가 수 μm 로 좁아도 진공 흡입홀(20a)의 하부 폭(W)이 마이크로 LED(ML)의 수평 방향 폭보다 작으므로 용이한 흡착이 가능할 수 있다. 또한, 진공압 형성 시 공기가 진공 흡입홀(20a)의 상부 폭 대비 작은 폭을 갖는 하부에서부터 상부로 갈수록 넓은 폭을 거쳐 외부로 배출되므로, 와류 발생 확률이 낮아 와류로 인한 진공압 미형성 문제로 마이크로 LED(ML)가 미흡착되는 문제 발생 확률을 낮출 수 있다.

[0083] 진공 흡입홀(20a)은 상부 폭이 커지는 형상으로 인해 흡착부재(20)의 진공압이 균일하게 형성되게 할 수 있다. 다시 도 5를 참조하면, 진공 흡입홀(20a)의 상부 폭이 커지는 형상으로 인해 진공 흡입홀(20a) 내부에서 외부로 배출되는 공기는 한군데로 원활하게 모일 수 있게 된다. 다시 말해, 흡착부재(20)에 형성된 복수개의 진공 흡입홀(20a)의 공기가 한군데로 모이면서 진공 흡입홀(20a)에는 균일한 진공압 형성될 수 있게 된다. 이로 인해 마이크로 LED 전사헤드(1)는 마이크로 LED(ML)를 함께 동시에 흡착할 수 있을 뿐만 아니라, 마이크로 LED(ML)를 빠짐없이 흡착면에 흡착하여 흡착효율이 향상될 수 있게 된다.

[0084] 진공 흡입홀(20a)은 흡착부재(20)를 하면에서 바라볼 경우, 그 단면이 원형 단면일 수 있다. 예컨대, 레이저를 이용하여 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 진공 흡입홀(20a)을 형성할 경우, 원형 단면을 갖는 진공 흡입홀(20a)을 형성하기가 더욱 용이할 수 있다.

[0085] 마이크로 LED 전사헤드(1)의 흡착부재(20)에 형성되는 복수개의 진공 흡입홀(20a)은 x(행) 방향, y(열) 방향으로 일정 간격으로 이격되어 형성된다. 여기서 진공 흡입홀(20a)은 x, y 방향 중 적어도 어느 한 방향으로 또는 도너부에 배치된 마이크로 LED(ML)의 x, y 방향의 피치 간격의 2배 이상의 거리로 이격되어 형성된다. 여기서 도너부는 도 1에 도시된 성장기판(101)일 수도 있고, 성장 기판(101)에 임시적으로 전사된 임시 기판 또는 캐리어 기판일 수 있다.

[0086] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 기판(S) 상에 배치된 마이크로 LED(ML)의 x 방향 피치 간격과 동일한 피치

간격으로 마이크로 LED(ML)와 대응되게 형성될 수 있고, 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 2배수 이상의 거리로 형성될 수도 있다. 예컨대, 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 3배수 거리로 형성될 수 있다.

[0087] 도 4를 참조하여 설명하면, 마이크로 LED(ML)가 기판(S) 상에 x 방향으로 P(ML)_x 거리 만큼의 피치 간격으로 배치된다. 이에 대응하여 흡착부재(20)에 형성된 진공 흡입홀(20a)은 x 방향으로 P(H)_x 거리 만큼의 일정 거리로 이격되어 형성된다. 여기서 진공 흡입홀(20a) 간의 x 방향 이격거리는 기판(S)에 배치된 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 1배수의 거리이다. 진공 흡입홀(20a) 간의 x 방향 이격거리는 기판(S)에 배치된 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 2배수 이상의 거리로 형성될 수 있고, 예를 들어 3배수 거리로 형성될 수 있다. 진공 흡입홀(20a)이 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 3배수 거리로 형성될 경우, 후술할 도 7에 도시된 제2변형 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)에 형성된 진공 흡입홀(20a)과 같이 형성될 수 있다. 마이크로 LED 전사헤드(1)는 진공 흡입홀(20a)이 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 3배수 거리로 형성되어 적색 마이크로 LED가 배치된 제1도너 기판, 녹색 마이크로 LED가 배치된 제2도너 기판, 청색 마이크로 LED가 배치된 제3도너 기판을 포함한 도너부의 마이크로 LED를 제1 내지 제3도너 기판과 목표 기판 사이를 3회 왕복 이동하면서 적색, 녹색, 청색 마이크로 LED를 목표 기판에 전사하여 적색, 녹색, 청색 마이크로 LED가 1×3 화소 배열을 형성하도록 할 수 있다. 여기서 목표 기판은 도 2에 도시된 표시 기판(301)일 수 있고, 성장 기판(101)에서 전사된 임시기판 또는 캐리어 기판일 수 있다.

[0088] 복수 개의 진공 흡입홀(20a)이 형성되는 흡착부재(20)는 금속, 비금속, 세라믹, 유리, 퀴즈, 실리콘(PDMS), 수지 등의 재질로 구성될 수 있다. 흡착부재(20)의 재질이 금속 재질인 경우에는 마이크로 LED(ML)의 전사 시 정전기 발생을 방지할 수 있다는 이점을 갖게 할 수 있다. 흡착부재(20)의 재질이 비금속 재질인 경우에는 금속의 성질을 가지지 않은 재질로서 흡착부재(20)가 금속의 성질을 가진 마이크로 LED(ML)에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 이점을 갖는다. 흡착부재(20)가 세라믹, 유리, 퀴즈 등의 재질인 경우에는 강성 확보에 유리하고, 열 팽창 계수가 낮아 마이크로 LED(ML)의 전사 시 흡착부재(20)의 열 변형에 따른 위치 오차의 발생 우려를 최소화할 수 있게 된다. 흡착부재(20)가 실리콘 또는 PDMS 재질인 경우에는 흡착부재(20)의 하면이 마이크로 LED(ML)의 상면과 직접 접촉하더라도 완충 기능을 발휘하여 마이크로 LED(ML)와의 충돌에 따른 파손의 염려를 최소화할 수 있게 된다. 흡착부재(20)의 재질이 수지 재질인 경우에는 흡착부재(20)의 제작이 간편하다는 장점이 있다. 흡착부재(20)의 재질이 엔지니어링 플라스틱과 같은 강도 높은 플라스틱일 경우에는 진공 흡입홀(20a)이 복수개 형성됨으로 인한 흡착부재(20) 강성 저하를 최소화할 수 있다.

[0089] 흡착부재(20)는 복수개의 진공 흡입홀(20a)이 형성됨으로써 존재하는 진공 흡입홀(20a) 존재영역의 상부에 진공 흡입홀(20a) 내부 공기가 원활하게 배출되어 균일한 진공압이 효과적으로 형성될 수 있도록 진공압 형성 공간을 구비할 수 있다. 이는 흡착부재(20)의 진공 흡입홀(20a) 존재영역을 제외한 바깥 부분을 의미하는 흡착부재(20)의 지지부와 진공 흡입홀(20a) 존재영역의 높이가 다르게 형성되면서, 흡착부재(20)의 진공 흡입홀(20a) 존재영역 상부가 오목한 형태를 이루면서 형성될 수 있다. 이와 같은 진공압 형성 공간은 지지부재(10)와 흡착부재(20)의 진공 흡입홀(20a) 존재영역 사이에 형성되어 진공 흡입홀(20a) 내부 공기가 원활하게 배출될 수 있도록 하고 이로 인해 진공 흡입홀(20a) 상부 전체에 균일한 진공압이 형성될 수 있도록 할 수 있다.

[0090] 본 발명의 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)에 포함되는 흡착부재(20)는 흡착부재(20)가 단일로 구비될 경우, 그 두께가 300 μ m 이상인 것이 바람직할 수 있다. 이는 흡착부재(20)에 진공 흡입홀(20a)이 복수개 형성됨으로 인해 발생할 수 있는 흡착부재(20)의 강성 저하 문제를 최소화하고 흡착부재(20)의 중앙 처짐 문제를 해소하기에 바람직한 두께일 수 있기 때문이다.

[0091] 이하, 도 6을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)의 제1변형 예를 설명한다. 도 6은 본 발명의 제1변형 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)를 도시한 도이다. 제1변형 예는 흡착부재(20)의 상부에 다공성 부재(30)가 구비된다는 점에서 실시 예와 차이가 있다.

[0092] 도 6에 도시된 바와 같이, 복수개의 진공 흡입홀(20a)이 형성된 흡착부재(20)의 상부에는 다공성 부재(30)가 구비된다. 다공성 부재(30)는 지지부재(10)의 내부에 흡착부재(20)의 상면과 이격되게 형성되면서 흡착부재(20)의 상부에 구비될 수 있다. 다공성 부재(30)는 내부에 기공이 다수 함유되어있는 물질을 포함하여 구성되며, 일정 배열 또는 무질서한 기공구조로 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 2nm 이하의 마이크로(micro)기공, 2~50nm 메조(meso)기공, 50nm이상의 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 형상의 측면에서 분말, 코팅막, 벌크가 가능하고, 분말의 경우 구형, 중공 구형,

하이버, 튜브형 등 다양한 형상이 가능하며, 분말을 그대로 사용하는 경우도 있지만, 이를 출발 물질로 코팅막, 벌크 형상을 제조하여 사용하는 것도 가능하다.

- [0093] 다공성 부재(30)의 기공이 무질서한 기공구조를 갖는 경우에는, 다공성 부재(30)의 내부는 다수의 기공들이 서로 연결되면서 다공성 부재(30)의 상, 하를 연결하는 유로를 형성하게 된다. 이러한 다공성 부재(30)는 무기질 재료성 분립체로 구성되는 골재와 골재 상호를 결합하는 결합제를 소결함으로써 다공질이 될 수 있다. 이 경우, 다공성 부재(30)는 복수의 기공이 서로 불규칙적으로 이어져서 기체 유로가 형성되며, 이러한 기체 유로에 의해 다공성 부재(30)의 표면과 배면이 서로 연통되게 된다.
- [0094] 다공성 부재(30)는 배관(2)과 흡착부재(20) 사이에 구비되어 배관(2)으로부터 생성되는 흡입력을 수평 방향으로 분산시켜 흡착부재(20)에 전달할 수 있다. 이로 인해 흡착부재(20)에 형성된 복수개의 진공 흡입홀(20a)에 가해지는 진공압이 균일해지는 효과가 있다.
- [0095] 또한, 다공성 부재(30)는 강성이 커서 하부에 구비되는 흡착부재(20)의 변형을 방지하도록 지지하는 기능을 할 수 있다. 예컨대, 흡착부재(20)가 변형될 경우, 평탄도가 변형될 수 있다. 이로 인해 일부에 마이크로 LED(ML)가 흡착되지 않거나 일부의 마이크로 LED(ML)에 진공압이 제대로 형성되지 않을 수 있는데 다공성 부재(30)를 구비할 경우, 이를 미연에 방지할 수 있게 된다.
- [0096] 이하, 도 7을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)의 제2변형 예를 설명한다. 도 7은 본 발명의 제2변형 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)를 도시한 도이다. 제2변형 예는 흡착부재(20)의 상부에 진공 챔버(40)가 구비된다는 점에서 실시 예와 차이가 있다.
- [0097] 도 7에 도시된 바와 같이, 제2변형 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)는 복수개의 진공 흡입홀(20a)이 형성된 흡착부재(20), 흡착부재(20)의 상부에 구비된 진공 챔버(40)로 구성된다.
- [0098] 흡착부재(20)에는 진공 흡입홀(20a)이 기관(S)상의 마이크로 LED(ML)의 x방향의 피치 간격의 3배수 거리로 형성된다. 이로 인해 적색 마이크로 LED가 배치된 제1도너 기관, 녹색 마이크로 LED가 배치된 제2도너 기관, 청색 마이크로 LED가 배치된 제3도너 기관을 포함한 도너부의 마이크로 LED를 제1 내지 제3도너 기관과 목표 기관 사이를 3회 왕복 이동하면서 적색, 녹색, 청색 마이크로 LED를 목표 기관에 전사하여 적색, 녹색, 청색 마이크로 LED가 1×3 화소 배열을 형성하도록 할 수 있다. 여기서 목표 기관은 도 2에 도시된 표시 기관(301)일 수 있고, 성장 기관(101)에서 전사된 임시기관 또는 캐리어 기관일 수 있다.
- [0099] 진공 흡입홀(20a)이 형성된 흡착부재(20)의 상부에는 진공 챔버(40)가 구비된다. 진공 챔버(40)는 지지부재(10)의 내부에 흡착부재(20)의 상면과 이격되게 형성되면서 흡착부재(20)의 상부에 구비될 수 있다. 진공 챔버(40)는 배관(2)과 서로 연통된다. 배관(2)을 통해 진공 챔버(40) 내부로 진공이 공급되고, 진공 챔버(40)를 통해 진공 흡입홀(20a) 내부로 진공이 가해진다. 이를 통해 진공흡입력이 발생하여 마이크로 LED(ML)를 진공 흡착할 수 있게 된다.
- [0100] 상부에 진공 챔버(40)가 구비될 경우, 흡착부재(20)는 엔지니어링 플라스틱 재질로 구비되는 것이 바람직할 수 있다. 이로 인해, 상부에 진공 챔버(40)가 구비됨으로써 복수개의 진공 흡입홀(20a)이 형성되어 존재하는 진공 흡입홀 존재영역의 두께가 얇아지더라도 흡착부재(20)의 강성이 유지될 수 있다.
- [0101] 제2변형 예는 흡착부재(20)의 상부에 구비된 진공 챔버(40)를 통해 복수개의 진공 흡입홀(20a) 전체에 균일한 진공압이 형성되게 할 수 있고 이로 인해 흡착부재(20)의 흡착면 전체에 마이크로 LED(ML)가 빠짐없이 진공 흡착될 수 있게 된다.
- [0102] 이하, 도 8을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)의 제3변형 예를 설명한다. 도 8은 본 발명의 제3변형 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)를 도시한 도이다. 제3변형 예는 제2변형 예와 동일하게 구성되어 흡착부재(20)의 상부에 진공 챔버(40)가 구비된다. 다만, 제3변형 예는 흡착부재(20)의 비흡착영역 하부에 마이크로 LED 회피홈(50)이 형성된다는 점에서 실시 예와 차이가 있다.
- [0103] 도 8에 도시된 바와 같이, 흡착부재(20)에는 진공 흡입홀(20a)이 기관(S)상의 마이크로 LED(ML)의 x 방향의 피치 간격의 3배수 거리로 형성된다. 이로 인해 흡착부재(20)에는 진공 흡입홀(20a)이 미형성된 비흡착영역이 구비되고, 비흡착영역의 하면과 대응되는 위치에 배치된 기관(S)상의 마이크로 LED(ML)는 흡착부재(20)에 비흡착될 수 있다.
- [0104] 흡착부재(20)의 비흡착영역 하부에는 마이크로 LED 회피홈(50)이 형성될 수 있다. 마이크로 LED 회피홈(50)은 진공 흡입홀(20a)의 형성과 같이 레이저 등을 이용하여 형성될 수 있다. 마이크로 LED 회피홈(50)은 진공 흡입

홀(20a)이 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성됨으로 인해 상부로 갈수록 폭이 넓게 형성되는 비흡착영역의 형상을 따라 상부로 갈수록 폭이 넓게 형성될 수 있다. 예컨대, 마이크로 LED 전사헤드(1)가 마이크로 LED(ML)를 흡착하기 위해 하강할 경우, 진공 흡입홀(20a)이 형성되지 않은 비흡착영역의 하면이 마이크로 LED(ML)의 상면과 접촉될 수 있다. 이로 인해 마이크로 LED(ML)가 파손되는 문제가 발생할 수 있다. 하지만, 제3변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1)와 같이, 비흡착영역의 하부에 마이크로 LED 회피홈(50)을 구비할 경우, 마이크로 LED 전사헤드(1)가 마이크로 LED(ML)를 흡착하기 위해 하강하여도 마이크로 LED(ML)가 비흡착영역의 하면과 접촉되지 않으므로 비흡착영역과 접촉됨으로써 발생하는 마이크로 LED(ML) 손상 문제를 해소할 수 있게 된다.

[0105] 또한, 마이크로 LED(ML)의 경우, 도 1에 도시된 바와 같이, 상, 하 표면에 평평한 단자가 형성될 수 있지만, 돌출된 단자가 형성될 수 있다. 제3변형 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1)는 비흡착영역에 마이크로 LED 회피홈(50)을 형성함으로써 돌출된 단자가 형성된 마이크로 LED(ML)를 흡착할 때도 비흡착되는 마이크로 LED(ML)가 비흡착영역에 의해 손상되지 않을 수 있는 이점이 있다.

[0106] 도 8에서는 마이크로 LED 회피홈(50)의 형상은 비흡착영역의 형상을 따라 상부로 갈수록 폭이 좁아지게 형성될 수 있지만, 이에 한정된 것이 아니며, 비흡착영역의 하면과 접촉되는 마이크로 LED(ML)를 회피할 수 있는 형상이면 이에 대한 제한은 없다. 또한, 마이크로 LED 회피홈(50)의 깊이의 경우, 도 8에서는 마이크로 LED 회피홈(50)의 설명의 편의를 위하여 도시한 것이므로, 이에 한정된 것이 아니며 마이크로 LED(ML)를 회피할 수 있을 정도의 깊이로 형성될 수 있다.

[0107] 제3변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1)에 구비되는 마이크로 LED 회피홈(50)은 실시 예, 제1변형 예 및 제2변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1)에도 구비되어 비흡착영역의 하면과 접촉됨으로써 발생하는 마이크로 LED(ML) 손상 문제를 해소할 수 있다.

[0108] 이처럼 본 발명은 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 흡착부재(20)에 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 진공 흡입홀(20a)을 복수개 구비함으로써, 마이크로 LED(ML) 간의 이격 거리가 좁더라도 마이크로 LED(ML)를 용이하게 흡착할 수 있다. 또한, 진공 펌프 작동 시 진공 흡입홀(20a)에는 진공이 함께 동시에 형성되고 해제됨으로써, 마이크로 LED(ML)를 일괄적으로 흡착하여 전사할 수 있다. 또한, 흡착면으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 진공 흡입홀(20a)은 상부로 갈수록 폭이 넓어지는 구조이므로, 진공 흡입홀(20a) 내부에서 외부로 배출되는 공기가 한군데로 모이게 될 수 있다. 이로 인해 복수개의 진공 흡입홀(20a) 전체에 균일한 진공압이 형성될 수 있고, 흡착면 전체에 마이크로 LED(ML)가 빠짐없이 흡착되어 마이크로 LED(ML) 흡착 효율이 향상될 수 있다.

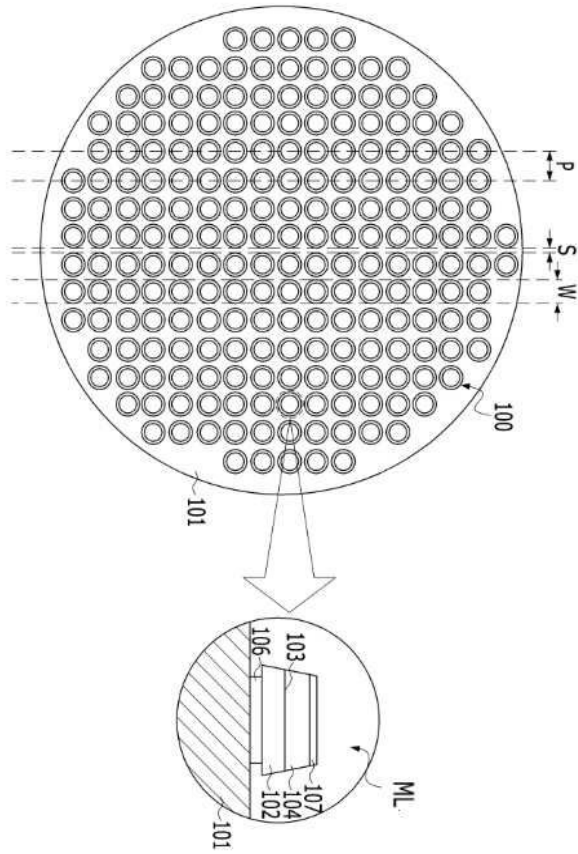
[0109] 전술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 학의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

부호의 설명

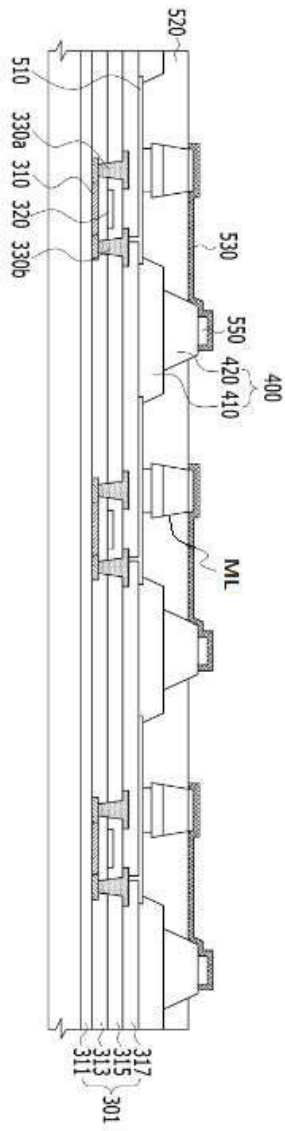
[0110] 1: 마이크로 LED 전사헤드 2: 배관
10: 지지부재 11: 배관 연결 흡입홀
20: 흡착부재 20a: 진공 흡입홀
30: 다공성 부재 40: 진공 챔버
50: 마이크로 LED 회피홈 1000: 기관 지지부
W: 폭 D: 이격 거리
S: 기관 ML: 마이크로 LED

도면

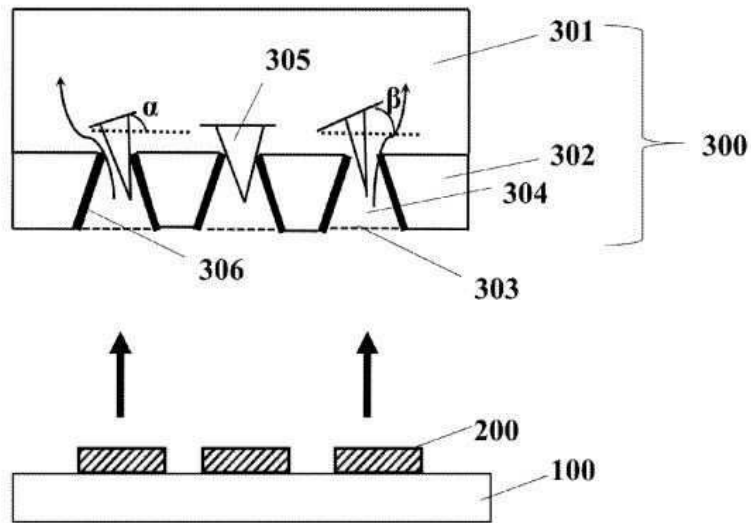
도면1



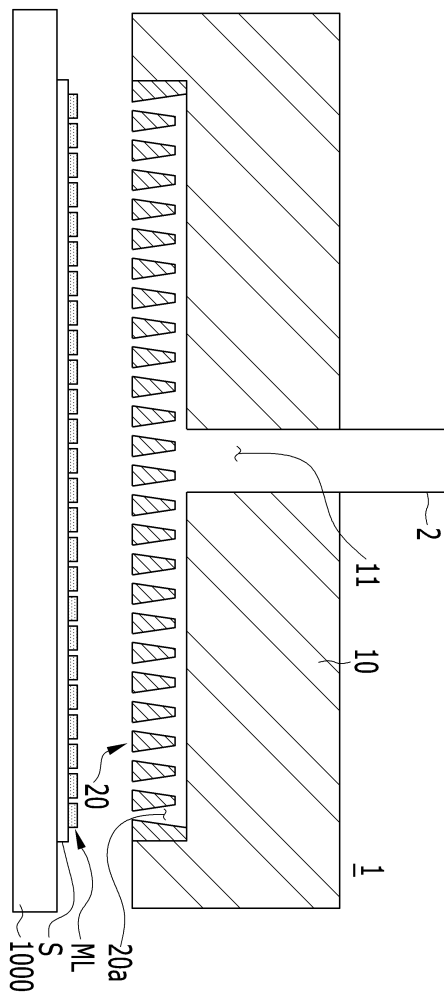
도면2



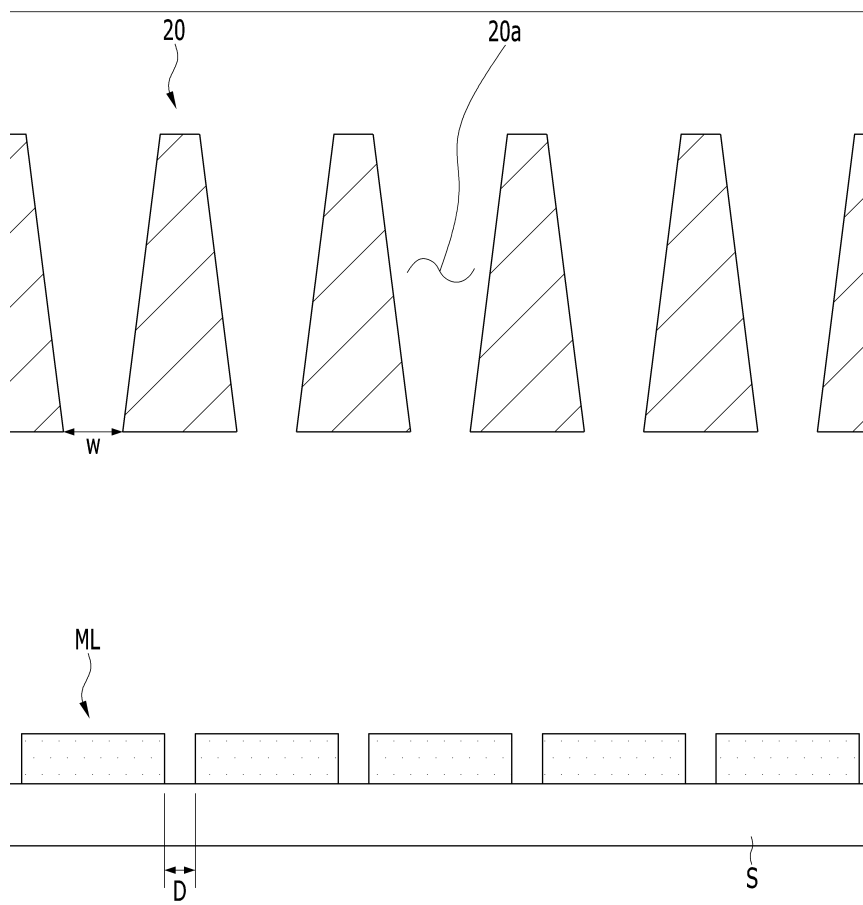
도면3



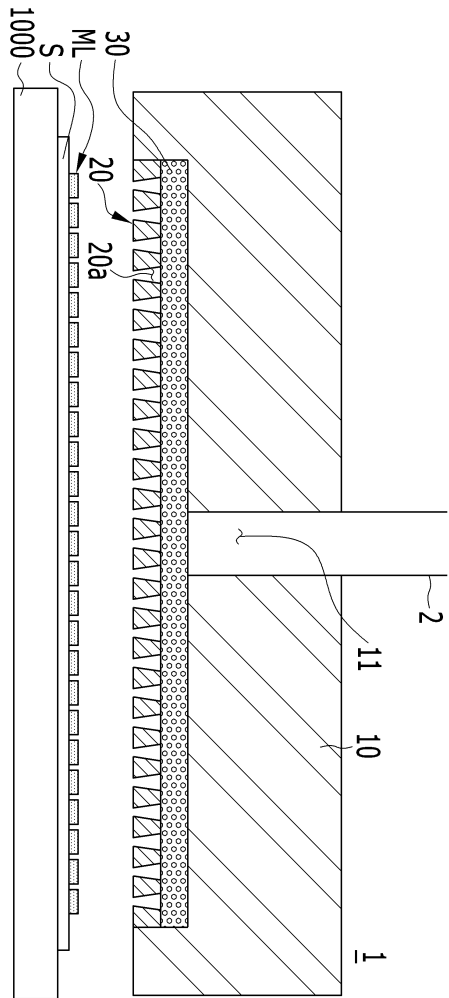
도면4



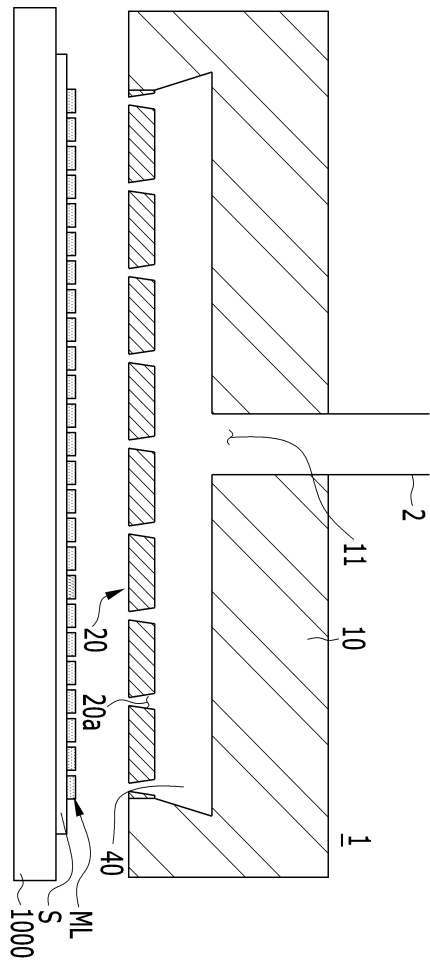
도면5



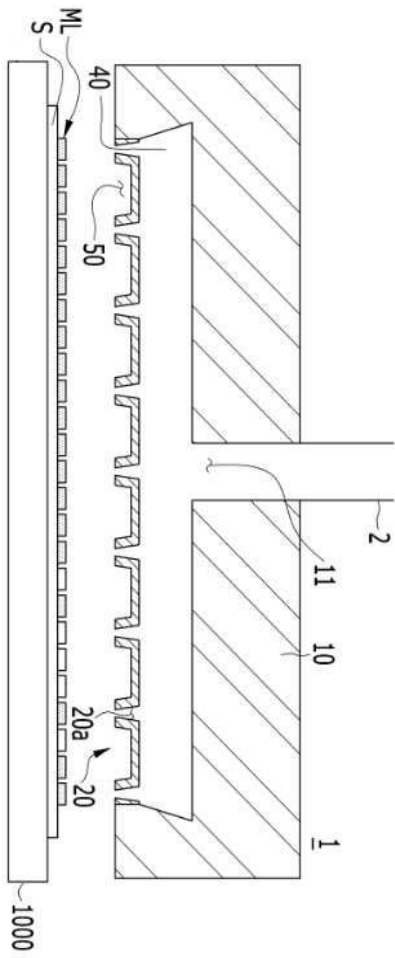
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	微型LED传输头		
公开(公告)号	KR1020200015081A	公开(公告)日	2020-02-12
申请号	KR1020180090396	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 H01L21/67712 H01L21/67721		
代理人(译)	Choegwangseok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

微型LED传送头技术领域本发明涉及一种微型LED传送头，其将微型LED从第一基板传送到第二基板，并且更具体地，涉及一种微型LED传送头，其可以立即吸附和传送微型LED。为此，微型LED转印头包括吸附微型LED的吸附构件。

