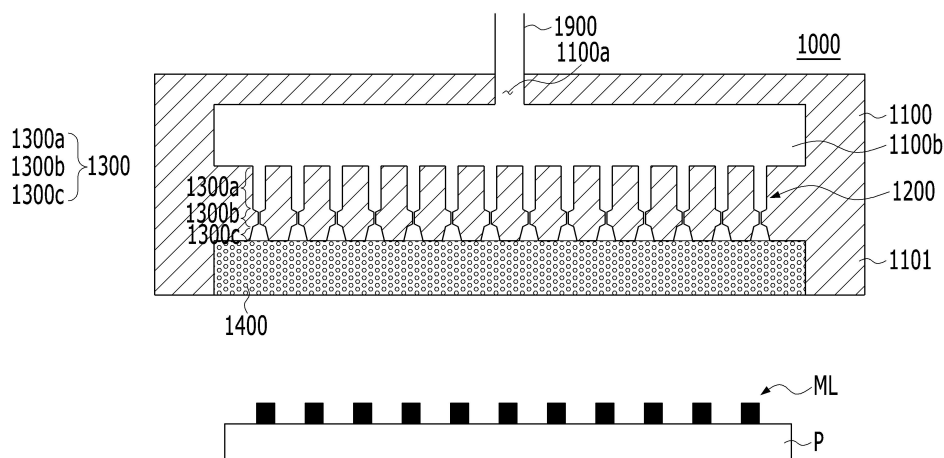


- (71) 출원인
(주)포인트엔지니어링
충청남도 아산시 둔포면 아산밸리로 89
- (72) 발명자
안범모
경기도 수원시 영통구 에듀타운로 35, 5104-1502
박승호
경기도 화성시 향남읍 행정중앙1로 39, 403-1001
변성현
경기도 화성시 동탄반석로 264, 106-803
- (74) 대리인
최광석

(54) 발명의 명칭 마이크로 LED 전사헤드

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67721 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

흡인배관과 연통되는 흡입홀과, 상기 흡입홀에 연통되는 상부 챔버와, 상기 상부 챔버 하부에 구비되는 에어 통로부를 구비하는 분산부재; 및

상기 분산부재의 하부에 구비되는 흡착부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 에어 통로부는 수직하게 형성된 복수개의 에어 통로로 구성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 분산부재는 금속 재질인 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 분산부재와 상기 흡착부재 사이에 형성되는 하부 챔버를 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 흡착부재는 상기 분산부재의 하면에 밀착되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 흡착부재는 상기 분산부재의 하면에 이격되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 흡착부재는 임의적 기공을 갖는 다공성 부재인 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 흡착부재는 수직적 기공을 갖는 다공성 부재인 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 다공성 부재는 양극산화막인 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 10

흡인배관과 연통되는 흡입홀과, 상기 흡입홀과 방사상으로 공기 연통되는 방사 에어 통로부를 구비하는 분산부재; 및

상기 분산부재의 하부에 구비되는 흡착부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 분산부재는,

상기 방사 에어 통로부와 원주상으로 교차하는 원주 에어 통로부를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 방사 에어 통로부는,

복수개의 돌출부가 비연속적으로 구비되어 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 방사 에어 통로부는,

반경 방향으로 복수개 구비되는 각각의 띠가 원주 방향으로 비연속적으로 구비되어 형성되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로 LED를 흡착하여 성장 기관에서 표시 기관으로 이송하는 마이크로 LED 전사헤드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 디스플레이 시장은 아직은 LCD가 주류를 이루고 있는 가운데 OLED가 LCD를 빠르게 대체하며 주류로 부상하

고 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, 롤러 가압 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 접착력을 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 마이크로 LED를 흡착하는데 있어서, 마이크로 LED가 흡착되는 흡착면 전체에 균일한 흡착력이 발생할 수 있도록 하여 마이크로 LED 전사의 효율을 향상 시킬 수 있는 마이크로 LED 전사헤드를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일 특징에 따른 마이크로 LED 전사헤드는, 흡인배관과 연통되는 흡입홀과, 상기 흡입홀에 연통되는 상부 챔버와, 상기 상부 챔버 하부에 구비되는 에어 통로부를 구비하는 분산부재; 및
- [0015] 상기 분산부재의 하부에 구비되는 흡착부재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 에어 통로부는 수직하게 형성된 복수개의 에어 통로로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 분산부재는 금속 재질인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 분산부재와 상기 흡착부재 사이에 형성되는 하부 챔버를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 흡착부재는 상기 분산부재의 하면에 밀착되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 흡착부재는 상기 분산부재의 하면에 이격되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 흡착부재는 임의적 기공을 갖는 다공성 부재인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 상기 흡착부재는 수직적 기공을 갖는 다공성 부재인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 다공성 부재는 양극산화막인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명의 다른 특징에 따른 마이크로 LED 전사헤드는, 흡인배관과 연통되는 흡입홀과, 상기 흡입홀과 방사상으로 공기 연통되는 방사 에어 통로부를 구비하는 분산부재; 및 상기 분산부재의 하부에 구비되는 흡착부재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 상기 분산부재는, 상기 방사 에어 통로부와 원주상으로 교차하는 원주 에어 통로부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 상기 방사 에어 통로부는, 복수개의 돌출부가 비연속적으로 구비되어 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한, 상기 방사 에어 통로부는, 반경 방향으로 복수개 구비되는 각각의 띠가 원주 방향으로 비연속적으로 구비되어 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0028] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크로 LED 전사헤드는 마이크로 LED를 흡착하는 흡착부재 전체에 균일한 진공압이 형성될 수 있도록함으로써, 흡착부재의 흡착면에 마이크로 LED가 빠짐없이 흡착되도록 하여

마이크로 LED에 대한 마이크로 LED의 전사효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예들의 이송대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도.
 도 2는 본 발명의 실시예들에 의해 표시기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도.
 도 3은 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드를 도시한도.
 도 4는 제1실시 예의 제1변형 예를 도시한 도.
 도 5는 제1실시 예의 제2변형 예를 도시한 도.
 도 6은 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드를 도시한 도.
 도 7은 제2실시 예의 변형 예를 도시한 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 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.
- [0033] 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.
- [0034] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0035] 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.
- [0036] 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.
- [0037] 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.
- [0038] 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.
- [0039] 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_{1-x-y}N, InGa_{1-x-y}N, InN, InAlGa_{1-x-y}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_{1-x-y}N, InGa_{1-x-y}N, InNInAlGa_{1-x-y}N, AlInN 등에서 선택될 수 있

으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.

- [0040] 다만, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 제1 반도체층(102)이 n형 반도체층을 포함하고, 제2 반도체층(104)이 p형 반도체층을 포함할 수도 있다.
- [0041] 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.
- [0042] 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.
- [0043] 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.
- [0044] 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.
- [0045] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 흡착체에 의해 표시 기판으로 이송되어 실장됨에 따라 형성된 마이크로 LED 구조체를 도시한 도면이다.
- [0046] 표시 기판(300)은 다양한 소재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 표시 기판(300)은 SiO_2 를 주성분으로 하는 투명한 유리 재질로 이루어질 수 있다. 그러나, 표시 기판(300)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.
- [0047] 화상이 표시 기판(300)방향으로 구현되는 배면 발광형인 경우에 표시 기판(300)은 투명한 재질로 형성해야 한다. 그러나 화상이 표시 기판(300)의 반대 방향으로 구현되는 전면 발광형인 경우에 표시 기판(300)은 반드시 투명한 재질로 형성할 필요는 없다. 이 경우 금속으로 표시 기판(300)을 형성할 수 있다.
- [0048] 금속으로 표시 기판(300)을 형성할 경우 표시 기판(300)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.
- [0049] 표시 기판(300)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.
- [0050] 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(310), 게이트 전극(320), 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)을 포함할 수 있다.
- [0051] 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.
- [0052] 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.

- [0053] 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.
- [0054] 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.
- [0055] 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.
- [0056] 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.
- [0057] 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(SiN_x), 실리콘산질화물(SiON), 알루미늄산화물(Al_2O_3), 티타늄산화물(TiO_2), 탄탈산화물(Ta_2O_5), 하프늄산화물(HfO_2), 또는 아연산화물(ZnO_2) 등을 포함할 수 있다.
- [0058] 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.
- [0059] 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.
- [0060] 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 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, 제1 뱅크층(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.
- [0061] 뱅크층(400)은 제1 뱅크층(410) 상부의 제2 뱅크층(420)을 더 포함할 수 있다. 제1 뱅크층(410)과 제2 뱅크층(420)은 단차를 가지며, 제2 뱅크층(420)의 폭이 제1 뱅크층(410)의 폭보다 작을 수 있다. 제2 뱅크층(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 뱅크층(420)은 생략되고, 제1 뱅크층(410) 상에 전도층(550)이 배치될 수 있다. 또는, 제2 뱅크층(420) 및 전도층(550)을 생략하고, 제2 전극(530)을 픽셀(P)들에 공통인 공통전극으로서 기판(301) 전체에 형성할 수도 있다. 제1 뱅크층(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 반투명 또는 불투명한 절연 물질을 포함할 수 있다.

[0062] 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.

[0063] 다른 예로, 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 SiO_x , $SiNx$, $SiNxO_y$, 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.

[0064] 오목부에는 마이크로 LED(100)가 배치된다. 마이크로 LED(100)는 오목부에서 제1 전극(510)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0065] 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 1 μm 내지 100 μm 의 크기를 갖는다. 마이크로 LED(100)는 개별적으로 또는 복수 개가 본 발명의 실시예에 따른 흡착체에 의해 성장 기판(101) 상에서 픽업(pick up)되어 표시 기판(300)에 전사됨으로써 표시 기판(300)의 오목부에 수용될 수 있다.

[0066] 마이크로 LED(100)는 p-n 다이오드, p-n 다이오드의 일측에 배치된 제1 컨택 전극(106) 및 제1 컨택 전극(106)과 반대측에 위치한 제2 컨택 전극(107)을 포함한다. 제1 컨택 전극(106)은 제1 전극(510)과 접속하고, 제2 컨택 전극(107)은 제2 전극(530)과 접속할 수 있다.

[0067] 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(In_2O_3 ; indium oxide), 인듐갈륨옥사이드(IGO; indium gallium oxide) 및 알루미늄징크옥사이드(AZO; aluminum zinc oxide)를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 하나 이상을 구비할 수 있다.

[0068] 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.

[0069] 패시베이션층(520)은 마이크로 LED(100)의 상부, 예컨대 제2 컨택 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.

[0070] 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.

[0072] 제1실시 예

[0073] 도 3은 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 도시한 도면이다. 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는, 분산부재(1100) 및 흡착부재(1400)를 포함하여 구성

되어 마이크로 LED(ML)를 제1기관(예를들어, 성장 기관(101)에서 제2기관(예를 들어, 표시 기관(301))으로 이송한다. 도 3에 도시된 기관(P)은 도 1의 제1기관(예를들어, 성장 기관(101)) 또는 캐리어 기관일 수 있다.

[0074] 도 3에 도시된 바와 같이, 분산부재(1100)는 흡인배관(1900)과 연통되는 흡입홀(1100a)과, 흡입홀(1100a)에 연통되는 상부 챔버(1100b)와, 상부 챔버(1100b) 하부에 구비되는 에어 통로부(1200)를 구비한다. 분산부재(1100)는 금속 재질로 구성될 수 있다. 분산부재(1100)는 금속 재질로 구성됨으로써 흡착부재(1400)의 고정 지지를 용이하게 할 수 있다.

[0075] 분산부재(1100)의 상부에는 흡인배관(1900)과 연통되는 흡입홀(1100a)이 형성된다. 흡입홀(1100a)은 흡인배관(1900)과 연통되어 진공펌프에서 공급된 진공이 분산부재(1100) 내부로 전달되게 할 수 있다. 분산부재(1100) 내부에는 흡입홀(1100a)과 연통되는 상부 챔버(1100b)가 구비된다. 상부 챔버(1100b)는 하부에 구비되는 에어 통로부(1200)로 진공을 전달할 수 있다. 에어 통로부(1200)는 상부 챔버(1100b)의 하부에 상부 챔버(1100b)와 연통되게 구비된다. 에어 통로부(1200)는 수직하게 형성된 복수개의 에어 통로(1300)로 구성된다. 따라서, 상부 챔버(1100b)의 진공은 복수개의 에어 통로(1300)로 전달된다. 에어 통로부(1200)는 전달 받은 진공을 분산부재(1100) 하부에 구비되는 흡착부재(1400)의 상면 전체로 분산시킬 수 있다. 이로 인해 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 마이크로 LED(ML)에 대한 흡착면 전체에 균일한 흡착력을 발생시킬 수 있게 된다.

[0076] 에어 통로부(1200)는 수직하게 형성된 복수개의 에어 통로(1300)로 구성되어 상부 챔버(1100b)의 하부에 상부 챔버(1100b)와 연통되게 구비된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 에어 통로(1300)는 수직하게 형성되되, 에어 통로(1300) 내의 진공이 지나는 위치별로 그 폭이 다르게 형성될 수 있다. 상부 챔버(1100b)의 진공이 전달되는 유입부(1300a)의 폭은 임의로 형성될 수 있다. 유입부(1300a) 하부에는 유입부(1300a)의 폭보다 좁은 폭으로 형성된 협소부(1300b)를 가진다. 공기 배출은 협소부(1300b)를 거치면서 유속이 빨라질 수 있다. 협소부(1300b)로 인해 유속이 빨라진 공기 배출은 마이크로 LED(ML)에 대한 진공압이 형성될 때 진공압 형성 시간을 단축할 수 있는 효과가 있다. 협소부(1300b)하부에는 분산부(1300c)를 가진다. 에어 통로부(1200)는 분산부재(1100)에서 가장 하단에 구비되므로, 분산부재(1100)의 하부에 구비되는 흡착부재(1400)의 상부에 위치할 수 있다. 또한, 복수개의 에어 통로(1300)의 분산부(1300c)는 에어 통로(1300)의 가장 하단에 위치하므로, 분산부(1300c)는 흡착부재(1400)의 상부에 위치할 수 있다. 이로 인해 진공은 분산부(1300c)를 거치면서 흡착부재(1400)의 상면으로 고르게 전달될 수 있다. 협소부(1300b)를 통해 공기 배출이 빨라지고 분산부(1300c)를 통해 분산부(1300c)의 폭을 따라 흡착부재(1400)의 상면으로 진공도가 넓게 분산될 수 있다. 이 때, 에어 통로부(1200)는 복수개의 에어 통로(1300)로 구성되고 모든 에어 통로(1300)의 분산부(1300c)의 폭을 따라 흡착부재(1400)의 상면으로 진공도가 넓게 분산되므로 흡착부재(1400)의 상면 전체에 진공이 균일하게 전달될 수 있다. 이로 인해 흡착부재(1400)의 흡착면 전체에 마이크로 LED(ML)에 대한 균일한 흡착력이 발생하게 되고 흡착부재(1400)의 흡착면 일부에 진공압이 형성되지 않아 마이크로 LED(ML)가 흡착되지 않는 문제를 해소할 수 있게 된다.

[0077] 한편, 에어 통로부의 에어 통로는 동일한 폭을 갖고 수직하게 형성될 수 있다. 에어 통로부의 에어 통로의 폭을 동일하게 하여 수직하게 형성할 경우, 에어 통로의 형성이 쉽게 이루어질 수 있어 에어 통로부의 구비가 용이해질 수 있다는 이점이 있다.

[0078] 분산부재(1100)의 하부에는 마이크로 LED(ML)를 흡착하는 흡착면이 구성되는 흡착부재(1400)가 구비된다. 흡착부재(1400)는 분산부재(1100)의 고정부(1101)에 의해 고정 지지될 수 있다. 흡착부재(1400)는 다공성 부재로 구성될 수 있다.

[0079] 다공성 부재는 내부에 기공이 다수 함유되어 있는 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 부재의 기공은 그 크기에 따라 직경 2 nm 이하의 마이크로(micro)기공, 2~50 nm 메조(meso)기공, 50 nm 이상의 마크로(macro)기공으로 구분할 수 있는데, 이들의 기공들을 적어도 일부를 포함한다. 다공성 부재는 그 구성 성분에 따라서 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재로 구분이 가능하다. 또한, 다공성 부재는 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재 중 하나의 소재로 구성될 수 있다.

[0080] 다공성 부재는 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.

[0081] 다공성 부재는 임의적 기공을 갖는 다공성 부재로 구성될 수 있다. 다공성 부재는 임의적 기공을 갖는 다공성 부재로 구성될 경우, 레이저 또는 에칭 등을 통하여 임의적인 기공을 형성함으로써 구현될 수 있다.

- [0082] 도 3에 도시된 바와 같이, 흡착부재(1400)는 임의적 기공을 갖는 다공성 부재로 구성될 수 있다. 임의적 기공을 갖는 다공성 부재인 흡착부재(1400)는 분산부재(1100)의 하면에 밀착되게 구비될 수 있다. 임의적 기공을 갖는 다공성 부재는 내부에 일정 배열 또는 무질서한 기공 구조를 가진 다수의 기공들이 서로 연결되면서 공기 흐름이 수평방향으로 존재하므로 분산부재(1100)의 하면에 밀착되는 구조로 구비되더라도 흡착부재(1400) 전체에 균일하게 진공압이 형성되게 할 수 있다. 이와 같이 임의적 기공을 갖는 다공성 부재인 흡착부재(1400)는 분산부재(1100)의 하면에 밀착되는 구조로 구비되어 분산부재(1100)의 에어 통로부(1200)로부터 진공을 전달받아 흡착부재(1400) 내부에서 수평방향으로 분산되어 마이크로 LED(ML) 흡착면에 균일한 흡착력이 발생할 수 있다.
- [0083] 도 4는 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 제1변형 예를 도시한 도이다. 제1변형 예는 흡착부재(1400)가 임의적 기공을 갖는 다공성 부재로 구성되어 분산부재(1100)의 하면에 이격되어 구비되고, 하부 챔버가 구비된다는 점에서 제1실시 예와 차이가 있다.
- [0084] 도 4에 도시된 바와 같이, 제1변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 흡착부재(1400)가 분산부재(1100)의 하면에 이격되게 구비된다. 분산부재(1100)와 흡착부재(1400) 사이에는 하부 챔버(1500)가 구비된다. 분산부재(1100)의 하단에는 에어 통로부(1200)가 구비된다. 따라서, 하부 챔버(1500)는 분산부재(1100)와 흡착부재(1400) 사이이면서 분산부재(1100)의 에어 통로부(1200) 하단에 구비될 수 있다. 하부 챔버(1500)는 에어 통로부(1200)와 연통되게 구비된다. 이로 인해 진공펌프에서 공급한 진공이 상부 챔버(1100b) 및 에어 통로부(1200)를 거쳐 하부 챔버(1500)로 전달될 수 있다. 에어 통로부(1200)와 연통되는 하부 챔버(1500)는 전달 받은 진공을 흡착부재(1400)로 가할 수 있다. 흡착부재(1400)는 분산부재(1100)와 이격되게 구비됨으로써 흡착부재(1400)가 분산부재(1100)에 밀착되는 구성에 비해 흡착부재(1400) 내부 공기 흐름이 원활할 수 있고, 이로 인해 흡착부재(1400) 전체에 진공 전달이 잘되어 흡착력이 균등하게 발생할 수 있게 된다.
- [0085] 도 5는 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 제2변형 예를 도시한 도이다. 제2변형 예는 임의적 기공을 갖는 다공성 부재가 양극산화막인 흡착부재(1400')가 분산부재(1100)의 하면에 이격되어 구비되고, 하부 챔버(1500)가 구비된다는 점에서 제1실시 예와 차이가 있다.
- [0086] 도 5에 도시된 바와 같이, 제2변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 양극산화막으로 구성된 흡착부재(1400')가 분산부재(1100)의 하면에 이격되게 구비된다.
- [0087] 양극산화막의 기공은 일정 배열로 형성된다. 양극 산화막은 모재인 금속을 양극산화하여 형성된 막을 의미하고, 기공은 금속을 양극 산화하여 양극산화막을 형성하는 과정에서 형성되는 구멍을 의미한다. 예컨대, 모재인 금속인 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금인 경우, 모재를 양극 산화하면 모재의 표면에 양극산화알루미늄(Al_2O_3) 재질의 양극 산화막이 형성된다. 이와 같이 형성된 양극 산화막은 내부에 기공이 형성되지 않은 배리어층과, 내부에 기공이 형성된 다공층으로 구분된다. 배리어층은 모재의 상부에 위치하고, 다공층은 배리어층의 상부에 위치한다. 이처럼 배리어층과 다공층을 갖는 양극산화막이 표면에 형성된 모재에서, 모재를 제거하게 되면, 양극산화알루미늄(Al_2O_3) 재질의 양극 산화막만이 남게 된다.
- [0088] 양극 산화막은, 지름이 균일하고, 수직한 형태로 형성되면서 규칙적인 배열을 갖는 기공을 갖게 된다. 따라서, 배리어층을 제거하면, 기공을 상, 하로 수직하게 관통된 구조를 갖게 되며, 이를 통해 수직한 방향으로 진공압을 형성하는 것이 용이하게 된다.
- [0089] 양극 산화막의 내부는 수직 형상의 기공에 의해 수직한 형태의 공기 유로를 형성할 수 있게 된다. 기공의 내부 폭은 수 nm 내지 수 백 nm의 크기를 갖는다. 예를 들어, 진공 흡착하고자 하는 마이크로 LED의 사이즈가 $30\mu m \times 30\mu m$ 인 경우이고 기공의 내부 폭이 수 nm인 경우에는 대략 수 천만개의 기공을 이용하여 마이크로 LED(ML)를 진공 흡착할 수 있게 된다. 한편, 진공 흡착하고자 하는 마이크로 LED의 사이즈가 $30\mu m \times 30\mu m$ 인 경우이고 기공(1303)의 내부 폭이 수 백 nm인 경우에는 대략 수 만개의 기공을 이용하여 마이크로 LED(ML)를 진공 흡착할 수 있게 된다. 마이크로 LED(ML)의 경우에는 기본적으로 제1 반도체층(102), 제2 반도체층(104), 제1 반도체층(102)과 제2 반도체층(104) 사이에 형성된 활성층(103), 제1 컨택전극(106) 및 제2 컨택전극(107)만으로 구성됨에 따라 상대적으로 가벼운 편이므로 양극산화막의 수만 내지 수 천만개의 기공을 이용하여 진공 흡착하는 것이 가능한 것이다.
- [0090] 양극산화막으로 구성된 흡착부재(1400')는 수직한 형태의 공기 유로를 형성함으로 흡착부재(1400') 내부에서 수직방향으로의 공기 흐름만이 존재한다. 다시 말해, 흡착부재(1400') 내부에서 수평방향으로의 공기 흐름이 존재하지 않는다. 흡착부재(1400) 내부에서 수직방향의 공기 흐름만이 존재할 경우, 도 3의 제1실시 예와 같이 흡착부재(1400')가 분산부재(1100) 하면에 밀착되는 구조로 구비되면 에어 통로부(1200)를 거친 진공이 에어 통로부

(1200)의 분산부(1300c)와 밀착되어 있는 흡착부재(1400')의 수직한 공기 유로로만 전달된다. 다시 말해, 수직 방향의 공기 흐름만이 존재하는 양극산화막으로 구성된 흡착부재(1400')가 분산부재(1100)의 하면에 밀착되는 구조에서는 에어 통로부(1200)의 에어 통로(1300)가 형성되지 않는 위치에 밀착되는 흡착부재(1400')의 수직한 공기 유로가 존재한다. 이와 같은 위치의 흡착부재(1400')의 공기 유로로는 진공이 전달되지 않는다. 여기서, 공기 유로는 양극산화막의 기공일 수 있다. 양극산화막으로 구성된 흡착부재(1400')가 분산부재(1100) 하면에 밀착되는 구조에서는 흡착부재(1400') 내부 전체로 진공이 분산되지 않으므로 흡착부재(1400') 전체에 균일한 진공압 형성이 이루어지지 않을 수 있다. 이는 흡착부재(1400')의 흡착면에 균일한 흡착력이 발생되지 않는 원인이 될 수 있다. 그러므로 제2변형 예는 양극산화막으로 구성된 흡착부재(1400')를 분산부재(1100)의 하면에 이격되게 구비하고, 에어 통로부(1200)와 하부 챔버(1500)를 통해 흡착부재(1400') 내부로 진공이 균일하게 전달되게 할 수 있다.

[0091] 진공펌프에서 공급된 진공은 상부 챔버(1100b)를 거쳐 에어 통로부(1200)를 통해 1차적으로 흡착부재(1400')의 상부에 균일하게 분산될 수 있다. 여기서 흡착부재(1400')의 상부는 흡착부재(1400')가 분산부재(1100)의 하면에 이격되게 구비됨으로써 형성되는 위치이면서, 하부 챔버(1500)가 구비된 위치일 수 있다. 에어 통로부(1200)를 통해 1차적으로 균일하게 분산된 진공은 에어 통로부(1200)의 협소부(1300b)를 통해 유속이 빨라질 수 있다. 빠른 유속으로 하부 챔버(1500)로 전달된 진공은 흡착부재(1400')의 진공압 형성 시간을 단축할 수 있다. 에어 통로부(1200)를 통해 1차적으로 균일하게 분산된 진공은 하부 챔버(1500)를 통해 흡착부재(1400')로 2차적인 균일 분산이 이루어질 수 있다. 흡착부재(1400')는 분산부재(1100) 하면에 이격되게 구비됨으로, 흡착부재(1400')가 분산부재(1100)의 하면에 밀착되는 구성 대비 흡착부재(1400')의 수직한 공기 유로의 상면이 차폐되는 부분이 없으므로 흡착부재(1400')의 모든 공기 유로를 통해 하부 챔버(1500)가 균일하게 진공을 전달할 수 있다. 이로 인해, 흡착부재(1400')의 흡착면 전체에 균일한 진공압 형성이 가능하여 마이크로 LED(ML)가 흡착되지 않는 문제를 해소할 수 있게 되고 마이크로 LED(ML) 전사 효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0092] 한편, 흡착부재(1400')는 수직적 기공을 갖는 다공성 부재일 수 있다. 수직적 기공을 갖는 다공성 부재는 레이저 또는 에칭 등을 통해 구현될 수 있다. 수직적 기공을 갖는 다공성 부재는 수직 형상의 기공에 의해 다공성 부재의 상, 하로 관통되면서 공기 유로를 형성하게 된다. 따라서, 양극산화막과 같이, 수직적 기공을 갖는 다공성 부재로 구성되는 흡착부재(1400')는 분산부재(1100)의 하면에 이격되게 구비되어 에어 통로부(1200)를 통한 1차적 균일 분산과, 하부 챔버(1500)를 통한 2차적 균일 분산으로 흡착면 전체에 균일한 흡착력을 발생시킬 수 있다.

[0094] 제2실시 예

[0095] 이하, 도 6을 참조하여 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 설명한다. 단, 이하 설명되는 제2실시 예는 제1실시 예와 비교하여 특징적인 구성요소들을 중심으로 설명하겠으며, 제1실시 예와 동일하거나 유사한 구성요소들에 대한 설명들은 생략한다.

[0096] 도 6은 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 도시한 도이다. 도 6(a)는 제2실시 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 구성하는 분산부재(1100)의 하면을 바라보고 도시한 도이다. 도 6(b)는 도 6(a)의 A-A'에 따라 절단된 분산부재(1100')의 하면에 흡착부재(1400)가 구비되어 제2실시 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 구성한 형태를 도시한 도이고, 도 6(c)는 도 6(a)의 B-B'에 따라 절단된 분산부재(1100')의 하면에 흡착부재(1400)가 구비되어 제2실시 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 구성한 형태를 도시한 도이다.

[0097] 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 제1실시 예에서 설명한 분산부재(1100)에 복수개의 수직한 에어 통로(1300)로 구성된 에어 통로부(1200)가 구비되는 것이 아닌 방사 에어 통로부(1600) 및 원주 에어 통로부(1700)가 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0098] 도 6에 도시된 바와 같이, 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 흡인배관(1900)과 연통되는 흡입홀(1100a)과, 흡입홀(1100a)과 방사상으로 공기 연통되는 방사 에어 통로부(1600)를 구비하는 분산부재(1100'), 분산부재(1100')의 하부에 구비되는 흡착부재(1400)로 구성된다.

[0099] 도 6(a)에 도시된 바와 같이, 분산부재(1100')에는 흡인배관(1900)과 연통되는 흡입홀(1100a)이 형성된다. 도 6(a)의 도면에서는 분산부재(1100')가 원형 단면을 갖는 것을 기준으로 원형 단면의 중앙에 흡입홀이 형성되는 것으로 도시하였다. 여기서, 원형 단면의 중앙은 원형 단면의 반경만큼 내측방향으로 이동한 위치를 의미할 수

있다. 도 6(a)에서는 분산부재(1100')의 흡입홀(1100a)이 중앙에 형성되는 것으로 도시하였지만, 흡입홀(1100a)이 형성되는 위치의 경우 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 분산부재(1100')가 원형 단면이 아닌 사각 단면 등과 같은 다른 단면 형상을 가질 경우, 흡입홀(1100a)이 형성되는 중앙의 의미는 달라질 수 있다.

[0100] 분산부재(1100')의 외곽에는 흡착부재(1400)를 지지 고정하는 고정부(1101)가 구비된다. 도 6(a)를 참조하면, 고정부(1101)는 후술할 분산부재(1100)의 비연속적으로 구비된 복수개의 돌출부(1102)를 둘러싸고 분산부재(1100')의 외곽에 연속적으로 형성된다. 고정부(1101)는 돌출부(1102)보다 두꺼운 두께로 형성되어 흡착부재(1400)를 고정 지지할 수 있다.

[0101] 분산부재(1100')에는 중앙에 형성된 흡입홀(1100a)을 기준으로 흡입홀(1100a)과 방사상으로 공기 연통되는 방사 에어 통로부(1600)가 구비된다. 방사 에어 통로부(1600)는 복수개의 돌출부(1102)가 비연속적으로 구비됨으로써 형성될 수 있다. 흡입홀(1100a)과 방사상으로 공기 연통되는 방사 에어 통로부(1600)는 흡입홀(1100a)을 둘러싸고 반경 방향으로 복수개 구비되는 연속적인 돌출부를 수평방향 가로지르는 형태로 형성되어 복수개의 돌출부(1102)가 비연속적으로 형성되게 할 수 있다. 비연속적으로 구비되는 복수개의 돌출부(1102)는 반경 방향으로 복수개 구비되는 각각의 띠가 원주 방향으로 비연속적으로 구비되어 형성되는 형태일 수 있다. 방사 에어 통로부(1600)는, 원주 방향으로 연속적으로 구비되는 돌출부의 동일 원주 상에 에어 통로(1800)가 형성되고, 에어 통로(1800)가 복수개의 돌출부(1102) 각각에 서로 대응되게 형성되어 방사상으로 구비됨으로써 형성될 수 있다. 방사 에어 통로부(1600)는 도 6(a)에 도시된 바와 같이 에어 통로(1800)가 복수개의 돌출부(1102) 각각에 서로 대응되게 형성되어 흡입홀(1100a)과 방사상으로 공기 연통되게 구비될 수 있지만, 에어 통로(1800)가 복수개의 돌출부(1102) 각각에 비대응되게 형성되어 흡입홀(1100a)과 공기 연통되게 구비될 수 있다. 에어 통로(1800)는 복수개의 돌출부(1102) 각각에 비대응되어 형성될 경우, 방사상으로 구비되는 형태가 아니므로 분산부재(1100')에 에어 통로부로서 구비될 수 있다. 여기서, 제2 실시 예의 에어 통로(1800)는 제1 실시 예의 수직한 에어 통로(1300)와 동일한 명칭을 사용하나 제1 실시 예와 달리 분산부재(1100')를 흡입홀(1100a)과 방사상으로 공기 연통되게 하는 에어 통로(1800)일 수 있다.

[0102] 방사 에어 통로부(1600)를 구비하는 분산부재(1100')는 방사 에어 통로부(1600)와 원주상으로 교차하는 원주 에어 통로부(1700)를 구비할 수 있다. 원주 에어 통로부(1700)는 분산부재(1100')에 구비되는 비연속적인 돌출부(1102)가 복수개 구비되면서 돌출부(1102) 간의 반경 방향으로의 이격거리로 인해 형성될 수 있다. 복수개의 돌출부(1102)는 분산부재(1100')에 비연속적으로 구비되면서 방사 에어 통로부(1600)를 형성하므로, 돌출부(1102) 간의 반경 방향으로의 이격거리로 인해 형성되는 원주 에어 통로부(1700)는 방사 에어 통로부(1600)를 원주상으로 교차하면서 형성될 수 있다.

[0103] 분산부재(1100')는 방사 에어 통로부(1600)와, 방사 에어 통로부(1600)와 원주상으로 교차하는 원주 에어 통로부(1700)를 구비함으로써, 흡입배관(1900)과 연통되는 흡입홀(1100a)로 공급된 진공이 흡착부재(1400)의 상면 전체에 균일하게 분산되도록 할 수 있다. 도 6(b) 및 도 6(c)에 도시된 바와 같이, 흡착부재(1400)는 분산부재(1100')의 하부에 구비된다. 도 6(c)에 도시된 바와 같이, 흡착부재(1400)는 분산부재(1100')의 하부에 밀착되어 구비된다. 분산부재(1100')는 복수개의 돌출부(1102)가 형성되므로, 분산부재(1100)의 복수개의 돌출부(1102)와 대응되는 흡착부재(1400)의 상면은 분산부재(1100')의 돌출부(1102)의 하면에 밀착되는 형태일 수 있다. 다시 도 6(b)를 참조하면, 분산부재(1100)의 방사 에어 통로부(1600)와 흡착부재(1400) 사이에는 분산부재(1100)의 돌출부(1102)의 두께만큼의 이격거리가 형성될 수 있다. 흡입홀(1100a)을 통해 공급된 진공은 흡입홀(1100a)과 공기 연통되는 방사 에어 통로부(1600)를 통해 방사상으로 분산될 수 있게 된다. 또한, 방사 에어 통로부(1600)와 교차하는 원주 에어 통로부(1700)로 인해 흡착부재(1400)의 상면 전체로 진공이 분산될 수 있다. 이로 인해 흡착부재(1400)는 흡착면 전체에 균일한 진공압이 형성되고 흡착면에 마이크로 LED(ML)가 빠짐없이 흡착되어 마이크로 LED(ML)에 대한 전사 효율이 향상될 수 있다.

[0104] 도 6(c)에 도시된 바와 같이, 분산부재(1100')의 돌출부(1102)는 흡착부재(1400)의 변형을 방지하도록 지지하는 기능을 할 수 있다. 흡착부재(1400)는 다공성 부재로 구성될 경우, 그 두께를 얇게하면 유동 저항이 낮아져 마이크로 LED(ML)를 흡착할 수 있는 진공압 형성이 용이할 수 있다. 그러나 흡착부재(1400)의 두께가 얇을 경우, 흡착부재(1400)는 진공압에 의해 처짐과 같은 변형이 일어날 수 있다. 따라서, 본 발명은 분산부재(1100)의 돌출부(1102)를 통해 돌출부(1102)의 하면이 흡착부재(1400)의 상면에 맞닿으면서 흡착부재(1400)가 변형되지 않도록 지지하여 흡착부재(1400)의 처짐 변형을 방지할 수 있도록 한다. 이로 인해, 흡착부재(1400)는 얇은 두께로 구비될 수 있고, 유동 저항이 낮아짐으로써 진공압 형성을 용이하게 할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0105] 도 7은 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 변형 예를 도시한 도이다. 변형 예는 분산부재(1100

0)에 흡입배관(1900)과 연통되는 복수개의 흡입홀(1100a)이 구비된다는 점에서 제2 실시 예와 차이가 있다.

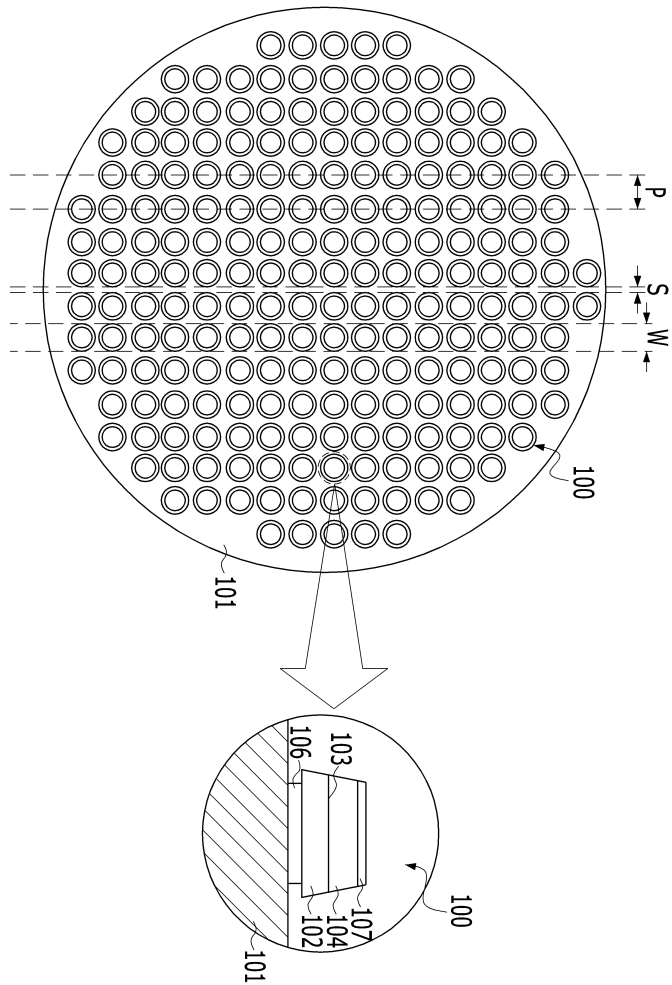
- [0106] 도 7에 도시된 바와 같이, 변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 분산부재(1100')에 흡입배관(1900)과 연통되는 흡입홀(1100a)이 복수개 구비된다. 복수개의 흡입홀(1100a)은 구비되는 위치에 한정은 없으나, 흡착부재(1400)의 상면 전체로 균일한 진공을 공급하기에 적합한 위치에 구비될 수 있다.
- [0107] 도 7(a)는 변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 구성하는 분산부재(1100')를 아래에서 바라보고 도시한 도이다. 도 7(b)는 도 7(a)의 A-A'에 따라 절단된 분산부재(1100')의 하부에 흡착부재(1400)가 구비되어 변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 구성한 형태를 도시한 도이다.
- [0108] 도 7(a)에 도시된 바와 같이, 분산부재(1100')에는 복수개의 흡입홀(1100a)이 구비된다. 도 7(a)에 도시된 흡입홀(1100a)의 형성 위치는 흡착부재(1400)의 상면 전체로 균일한 진공을 공급하기 위한 하나의 예시이다. 변형 예의 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 구성하는 분산부재(1100')에는 복수개의 흡입홀(1100a)이 중앙 흡입홀(2000) 외곽 흡입홀(2100)로 구성되어 구비되는 것으로 설명한다.
- [0109] 도 7(a)에 도시된 바와 같이, 원형 단면을 갖는 분산부재(1100')의 중앙에 원형 단면의 반경만큼 내측방향으로 이동한 위치에 중앙 흡입홀(2000)이 형성된다. 외곽 흡입홀(2100)은 중앙 흡입홀(2000)과 방사상으로 공기 연통되는 방사 에어 통로부(1600)의 일단에 형성된다. 이로 인해 외곽 흡입홀(2100)은 중앙 흡입홀(2000)과 대향되는 형태일 수 있다.
- [0110] 분산부재(1100)는 중앙 흡입홀(2000)과 외곽 흡입홀(2100)이 구비되고 이와 공기 연통하는 방사 에어 통로부(1600)와, 방사 에어 통로부(1600)와 교차하는 원주 에어 통로부(1700)를 통해, 흡착부재(1400)의 상부 전체에 진공을 전달할 수 있다. 7(b)에 도시된 바와 같이, 방사 에어 통로부(1600)로 인해 흡착부재(1400)는 분산부재(1100')의 돌출부(1102)의 두께 만큼 분산부재(1100')와 이격되게 구비될 수 있고, 중앙 흡입홀(2000)과 외곽 흡입홀(2100)을 통해 공급된 진공은 방사 에어 통로부(1600)와 원주 에어 통로부(1700)를 통해 흡착부재(1400) 상부 전체로 균일하게 전달될 수 있다. 또한, 분산부재(1100')의 돌출부(1102)로 인한 이격거리로 인해 흡착부재(1400)의 상부에 수평방향으로 원활한 공기 흐름이 이루어질 수 있으므로, 흡착부재(1400) 전체에 보다 효율적인 진공 전달이 이루어질 수 있다.
- [0111] 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

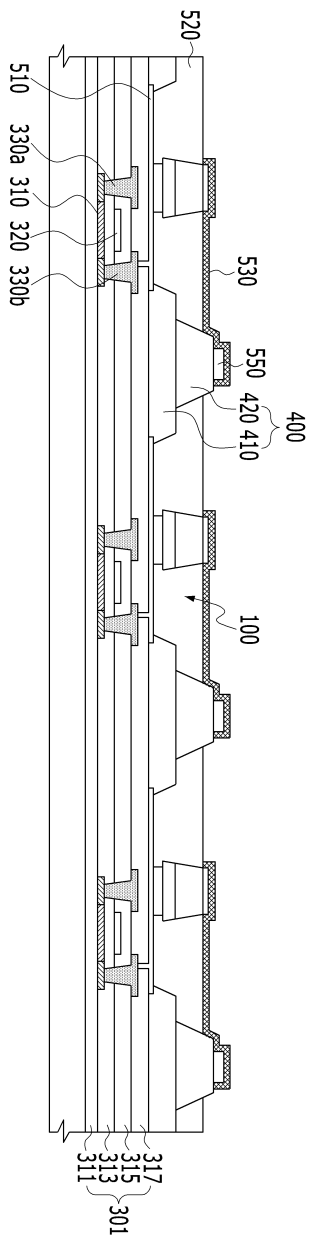
- [0112] 1000: 마이크로 LED 전사헤드
 1100, 1100': 분산부재 1101: 고정부
 1102: 돌출부 1100a: 흡입홀
 1100b: 상부 챔버 1200: 에어 통로부
 1300: 에어 통로 1300a: 유입부
 1300b: 협소부 1300c: 분산부
 1400, 1400': 흡착부재 1500: 하부 챔버
 1600: 방사 에어 통로부 1700: 원주 에어 통로부
 1800: 방사 에어 통로부의 에어 통로 1900: 흡입배관
 2000: 중앙 흡입홀 2100: 외곽 흡입홀
 ML: 마이크로 LED P: 기판

도면

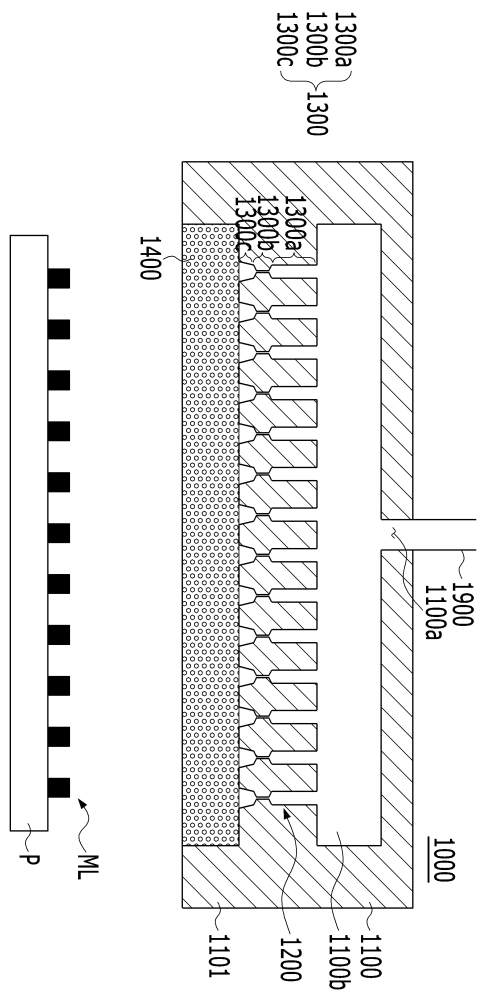
도면1



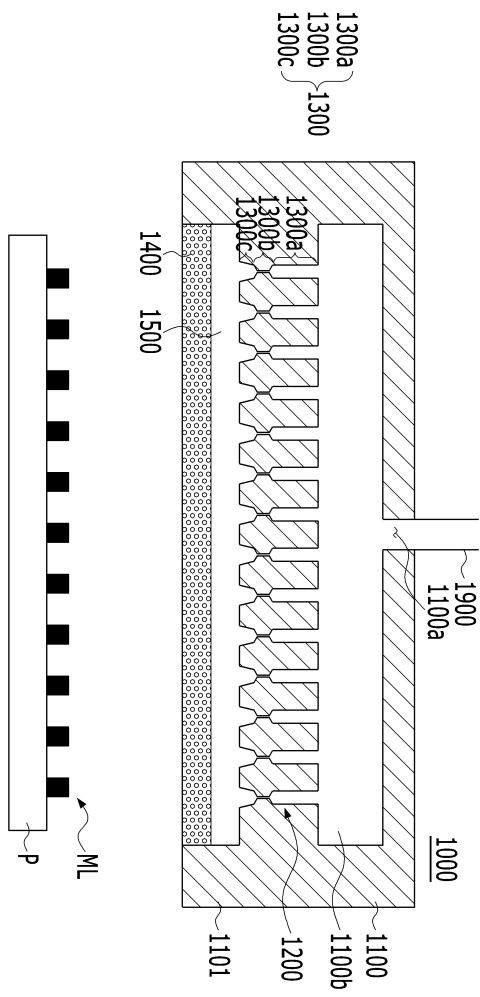
도면2



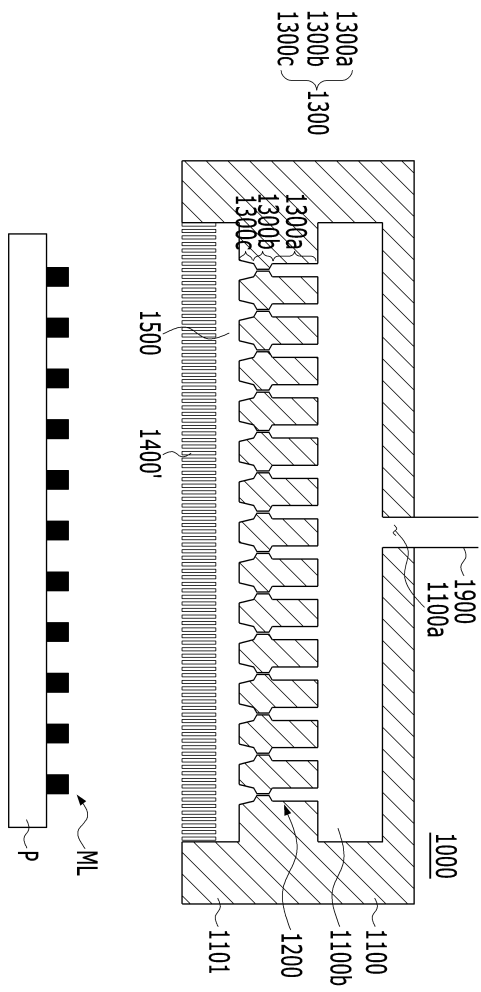
도면3



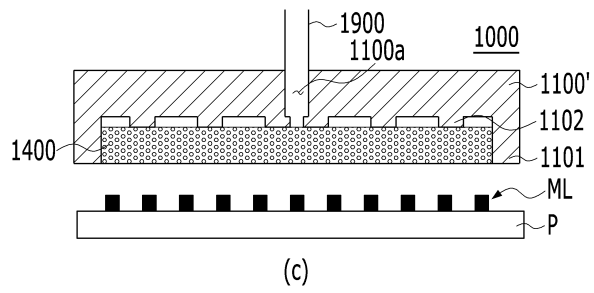
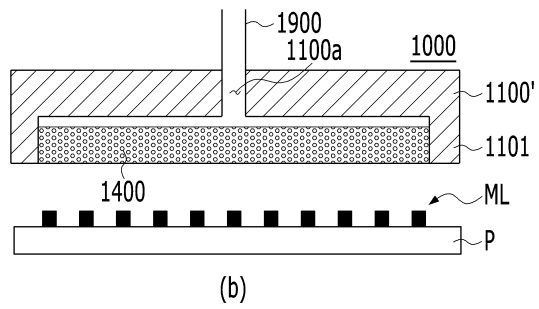
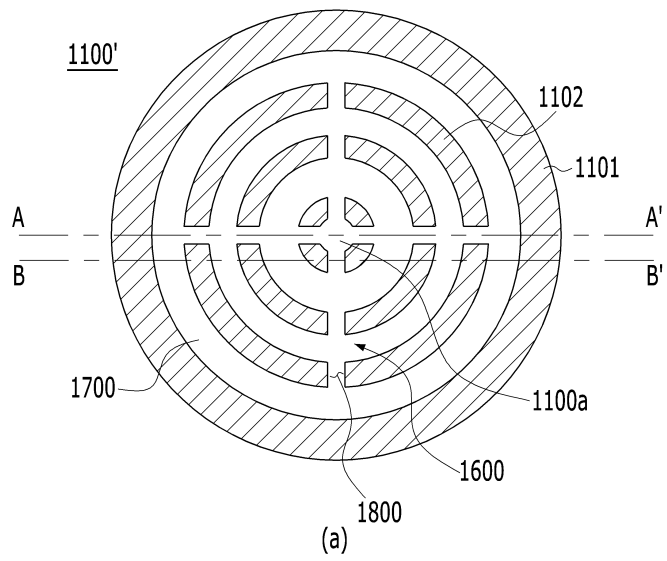
도면4



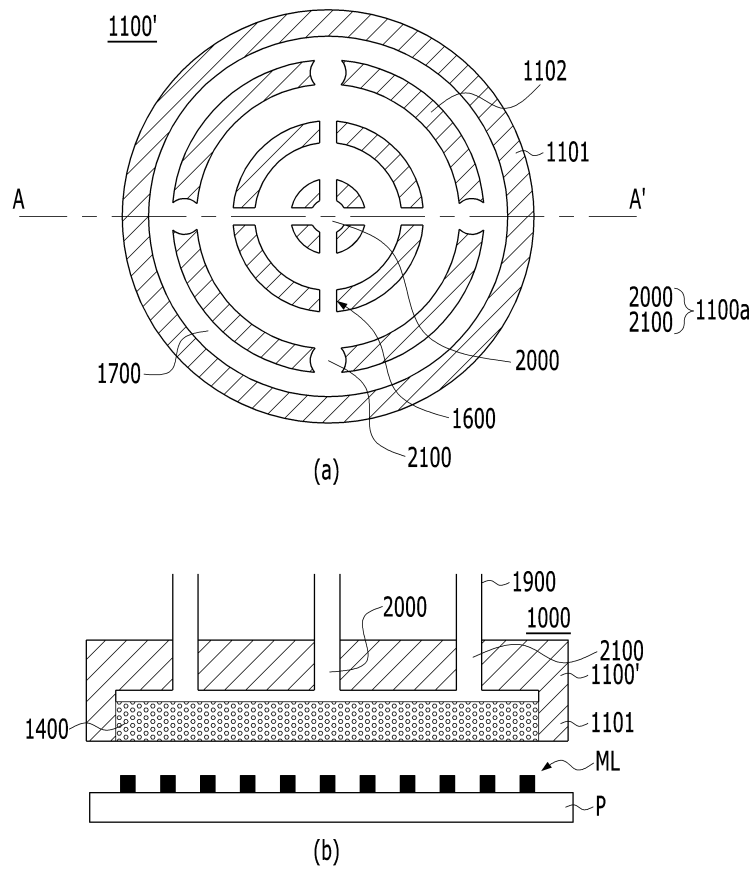
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	微型LED转换头		
公开(公告)号	KR1020200005234A	公开(公告)日	2020-01-15
申请号	KR1020180078713	申请日	2018-07-06
[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转移头技术领域本发明涉及一种微型LED转移头，其吸附微型LED以将其从生长衬底转移到显示衬底，特别是涉及一种微型LED转移头，其在整个吸附表面上产生均匀的吸附力。微型LED被吸附，从而将微型LED无痕地转移到整个吸附表面。

