

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0114330

(43) 공개일자 2019년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)

H01L 25/075 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/67144 (2013.01)

H01L 21/67712 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0036862

(22) 출원일자 2018년03월29일

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

(74) 대리인

최광석

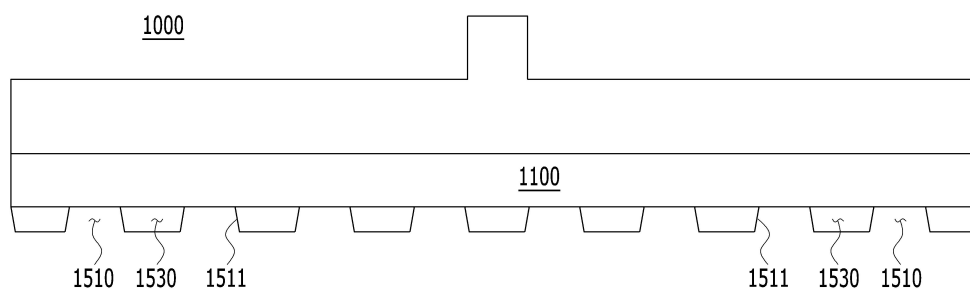
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 마이크로 LED 전사헤드

(57) 요약

본 발명은 마이크로 LED를 흡착하여 표시 기관으로 전사시키는 마이크로 LED 전사헤드에 관한 것으로서, 특히, 마이크로 LED를 전사할 때, 마이크로 LED 전사헤드의 흡착면과 마이크로 LED의 상면이 접촉되지 않은 상태에서 마이크로 LED를 흡착시킴으로써, 마이크로 LED의 전사시 발생하는 위치 오차로 인한 문제점과, 마이크로 LED의 파손의 문제점을 해결할 수 있는 마이크로 LED 전사헤드에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67721 (2013.01)

H01L 25/0753 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

하부에 오목부를 갖는 마이크로 LED 전사헤드로서,

상기 오목부에 마이크로 LED가 픽업되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 오목부는 정전기력, 자기력, 흡입력 중 적어도 어느 하나에 의해 마이크로 LED를 픽업하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 마이크로 LED 전사헤드가 마이크로 LED를 픽업할 때, 상기 마이크로 LED 전사헤드의 하면은 마이크로 LED와 이격되도록 제어되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 오목부는 경사부를 갖는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 오목부에는 1개의 마이크로 LED만 픽업되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 마이크로 LED 전사헤드에는 다공성부재가 구비되되, 상기 오목부는 상기 다공성부재의 하면에 형성되어 구비되며,

상기 다공성부재는 양극산화막인 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사헤드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로 LED를 흡착하여 표시 기관으로 전사시키는 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 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 LED라는 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 접촉구조 헤드를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1754528호, 이하 ‘선행발명3’ 이라 함). 그러나 선행발명3은 섬모의 접촉구조를 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] 전술한 선행발명들의 문제점과 더불어, 선행발명들은 성장 기판에서 표시 기판으로 마이크로 LED를 전사할 때, 전사헤드의 흡착면이 마이크로 LED의 상면에 접촉하게 되는 문제점이 있다.
- [0012] 상세하게 설명하면, 전사헤드가 하강할 때, 전사헤드의 흡착면이 마이크로 LED에 직접 접촉하게 되면 성장 기판에 침핑된 마이크로 LED의 위치가 틀어지게 되어 표시 기판에 실장시 위치 오차가 발생할 수 있다. 나아가, 마이크로 LED가 매우 작은 크기를 갖기 때문에, 위와 같은 전사헤드의 흡착면과 마이크로 LED의 접촉시 마이크로 LED가 파손될 수 있다.
- [0013] 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

- [0014] (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

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 이에 본 발명은 마이크로 LED를 전사할 때, 마이크로 LED 전사헤드의 흡착면과 마이크로 LED의 상면이 접촉되지 않은 상태에서 마이크로 LED를 흡착시킴으로써, 마이크로 LED의 전사시 발생하는 위치 오차로 인한 문제점과, 마이크로 LED의 파손의 문제점을 해결할 수 있는 마이크로 LED 전사헤드를 제공하는 곳을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 이러한 본 발명의 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 마이크로 LED 전사헤드는, 하부에 오목부를 갖는 마이크로 LED 전사헤드로서, 상기 오목부에 마이크로 LED가 픽업되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 오목부는 정전기력, 자기력, 흡입력 중 적어도 어느 하나에 의해 마이크로 LED를 픽업하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 마이크로 LED 전사헤드가 마이크로 LED를 픽업할 때, 상기 마이크로 LED 전사헤드의 하면은 마이크로 LED와 이격되도록 제어되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 오목부는 경사부를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 오목부에는 1개의 마이크로 LED만 픽업되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 마이크로 LED 전사헤드에는 다공성부재가 구비되며, 상기 오목부는 상기 다공성부재의 하면에 형성되어 구비되며, 상기 다공성부재는 양극산화막인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크로 LED 전사헤드는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0023] 마이크로 LED 전사헤드가 마이크로 LED를 픽업할 때, 마이크로 LED 전사헤드의 하면이 마이크로 LED의 상면과 소정 간격으로 이격된 채, 마이크로 LED를 흡착하므로, 마이크로 LED 전사헤드의 하면이 마이크로 LED의 상면과 접촉되어 발생하는 마이크로 LED의 틀어짐 및 표시 기관으로의 전사시 야기되는 위치 오차의 문제점을 해결할 수 있다.
- [0024] 마이크로 LED 전사헤드의 하면이 마이크로 LED의 상면과 접촉되지 않으므로, 마이크로 LED가 마이크로 LED 전사헤드의 하면에 의해 파손되는 것을 미연에 방지할 수 있다.
- [0025] 성장 기관에서 마이크로 LED가 오목부로 삽입되어 픽업될 때, 경사부가 마이크로 LED를 가이드함으로써, 마이크로 LED가 정위치로 흡착되어 픽업될 수 있으며, 이를 통해, 표시 기관에서 정확한 위치로의 마이크로 LED 전사가 수행될 수 있다.
- [0026] 양극산화막을 형성시 기공이 균일하게 형성되므로, 흡입력 또는 진공이 균일하게 전달되며, 이를 통해, 매우 작은 크기를 갖는 마이크로 LED를 효과적으로 흡착할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 실시 예의 이송 대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도면.
 도 2는 본 발명의 실시 예에 의해 표시 기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도면.
 도 3은 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
 도 4는 도 3의 마이크로 LED 전사헤드의 하면을 도시한 도면.
 도 5a 내지 도 5d는 도 3의 마이크로 LED 전사헤드를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 도시한 도면.
 도 6은 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 다른 변형 예를 도시한 도면.
 도 7은 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
 도 8은 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 다른 변형 예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] 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.
- [0031] 다양한 실시 예들을 설명함에 있어서, 동일한 기능을 수행하는 구성요소에 대해서는 실시 예가 다르더라도 편의상 동일한 명칭 및 동일한 참조번호를 부여하기로 한다. 또한, 이미 다른 실시 예에서 설명된 구성 및 작동에 대해서는 편의상 생략하기로 한다.
- [0032] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 실시 예의 이송 대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도면이다.
- [0034] 마이크로 LED(100)는 성장 기판(101) 위에서 제작되어 위치한다.
- [0035] 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.
- [0036] 마이크로 LED(100)는 제1반도체층(102), 제2반도체층(104), 제1반도체층(102)과 제2반도체층(104) 사이에 형성된 활성층(103), 제1컨택 전극(106) 및 제2컨택 전극(107)을 포함할 수 있다.
- [0037] 제1반도체층(102), 활성층(103), 및 제2반도체층(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.
- [0038] 제1반도체층(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.
- [0039] 제2반도체층(104)은 예를 들어, n형 반도체층을 포함하여 형성될 수 있다. n형 반도체층은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤

$x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$ 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.

[0040] 다만, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 제1반도체층(102)이 n형 반도체층을 포함하고, 제2반도체층(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 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.

[0042] 제1반도체층(102)에는 제1컨택 전극(106)이 형성되고, 제2반도체층(104)에는 제2컨택 전극(107)이 형성될 수 있다. 제1컨택 전극(106) 및/또는 제2컨택 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 실시 예에 의해 표시 기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도면이다.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[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 실시 예는 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 실시 예는 이에 한정되지 않고 활성층(310)은 다양한 물질을 함유할 수

있다. 선택적 실시 예로서 활성층(310)은 유기 반도체 물질 등을 함유할 수 있다.

- [0053] 또 다른 선택적 실시 예로서, 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(ZrO_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, 페닐계 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 제1전극(510)이 위치한다. 제1전극(510)은 박막 트랜지스터(TFT)와 전기적으로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1전극(510)은 평탄화층(317)에 형성된 콘택홀을 통하여 드레인 전극(330b)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제1전극(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 제1뱅크층(410)를 포함할 수 있다. 제1뱅크층(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 실시 예에서, 제1뱅크층(410)의 높이보다 마이크로 LED(100)의 높이가 더 클 수 있다. 오목부는 사각 단면 형상일 수 있으나, 본 발명의 실시 예들은 이에 한정되지 않고, 오목부는 다각형, 직사각형, 원형, 원뿔형, 타원형, 삼각형 등 다양한 단면 형상을 가질 수 있다.
- [0061] 뱅크층(400)은 제1뱅크층(410) 상부의 제2뱅크층(420)를 더 포함할 수 있다. 제1뱅크층(410)과 제2뱅크층(420)는 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)

0)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.

[0062] 일 예로, 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(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, 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(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 실시 예에서, 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. 변형 예에서 제1뱅크층(410) 및 제2뱅크층(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 제1전극(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 실시 예에 따른 전사헤드에 의해 성장 기판(101) 상에서 픽업(pick up)되어 표시 기판(301)에 전사됨으로써 표시 기판(301)의 오목부에 수용될 수 있다.

[0066] 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 접촉하고, 제2컨택 전극(107)은 제2전극(530)과 접촉할 수 있다.

[0067] 제1전극(510)은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 반사막상에 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 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.

[0069] 패시베이션층(520)은 마이크로 LED(100)의 상부, 예컨대 제2컨택 전극(107)은 커버하지 않는 높이로 형성되어, 제2컨택 전극(107)은 노출된다. 패시베이션층(520) 상부에는 마이크로 LED(100)의 노출된 제2컨택 전극(107)과 전기적으로 연결되는 제2전극(530)이 형성될 수 있다.

[0070] 제2전극(530)은 마이크로 LED(100)와 패시베이션층(520)상에 배치될 수 있다. 제2전극(530)은 ITO, IZO, ZnO 또는 In_2O_3 등의 투명 전도성 물질로 형성될 수 있다.

본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)

[0072] 이하, 도 3 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)에 대해 설명한다.

[0073] 도 3은 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 도면이고, 도 4는 도 3의 마이크로 LED 전사헤드의 하면을 도시한 도면이다.

- [0074] 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하부에 구비되는 흡착부(1100)와, 흡착부(1100)의 하면에 구비되는 오목부(1510)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0075] 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 수평 이동 및 승하강 가능하도록 마이크로 LED 전사시스템에 설치된다. 따라서, 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 수평 이동 및 승하강을 자유로이 할 수 있으며, 이를 통해, 성장 기판(101)에서 표식 기판(301)으로의 마이크로 LED(100)의 전사를 용이하게 수행할 수 있다.
- [0076] 흡착부(1100)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하부에 형성되며, 마이크로 LED(100)를 마이크로 LED 전사헤드(1000)에 흡착시키는 부분을 의미한다.
- [0077] 이러한 흡착부(1100)에는 흡착력이 작용하게 되며, 흡착력은 정전기력, 자기력, 흡입력 중 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0078] 만약, 흡착부(1100)에 작용하는 흡착력이 정전기력인 경우, 흡착부(1100)는 대전성이 높은 재질로 이루어질 수 있다. 따라서, 흡착부(1100)의 대전에 의해 정전기력이 발생하게 되고, 이러한 정전기력에 의해 마이크로 LED(100)가 후술할 오목부(1510) 내로 삽입되어 흡착될 수 있다.
- [0079] 만약, 흡착부(1100)에 작용하는 흡착력이 자기력인 경우, 흡착부(1100) 또는 흡착부(1100)의 상부에는 자성체가 구비될 수 있다. 따라서, 자성체의 자기력에 의해 마이크로 LED(100)가 후술할 오목부(1510) 내로 삽입되어 흡착될 수 있다.
- [0080] 만약, 흡착부(1100)에 작용하는 흡착력이 흡입력인 경우, 흡착부(1100)에는 기공 및 상기 기공에 흡입력을 제공하는 흡입챔버 등이 구비될 수 있다. 따라서, 흡입챔버 및 기공을 통해 기체가 흡입되면, 흡입력에 의해 마이크로 LED(100)가 후술할 오목부(1510) 내로 삽입되어 흡착될 수 있다. 이 경우, 흡입력은 진공일 수 있다.
- [0081] 오목부(1510)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 흡착부(1100)의 하면에 형성되며, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 픽업시, 마이크로 LED(100)가 삽입되는 공간을 제공하는 기능을 한다.
- [0082] 오목부(1510)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 흡착부(1100)의 하면에서 오목하게 파여있는 형상을 갖는다.
- [0083] 본 발명의 경우, 마이크로 LED(100)의 단면 형상이 원형이므로, 오목부(1510) 또한, 도 4에 도시된 바와 같이 원형 형상으로 형성되어 있으나, 오목부(1510)의 형상은 마이크로 LED(100)의 단면 형상에 따라 달라질 수 있다. 예컨대, 마이크로 LED(100)의 단면 형상이 사각형일 경우, 오목부(1510)의 형상 또한, 마이크로 LED(100)의 단면 형상과 대응되는 사각형 형상을 갖을 수 있다.
- [0084] 오목부(1510)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 흡착부(1100)의 하면을 에칭하여 형성되거나, 평탄부(1530)를 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면에 추가로 형성하면서 구성될 수 있다.
- [0085] 마이크로 LED(100)가 흡착되어 오목부(1510)에 삽입될 때, 흡착부(1100)의 하면 중 오목부(1510)가 형성된 영역의 하면에는 마이크로 LED(100)의 상면이 접하게 된다. 따라서, 이러한 흡착부(1100)의 하면 중 오목부가 형성된 영역의 하면은 흡착면이 된다.
- [0086] 오목부(1510)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 상부에서 하부로 갈수록 외측으로 경사진 경사부(1511)를 갖는다.
- [0087] 위와 같이 경사부(1511)가 형성됨에 따라 오목부(1510)는 그 단면적(이 경우, 단면적은 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면과 평행한 수평면 상의 면적을 의미한다)이 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 상부에서 하부로 갈수록 커진다. 즉, 경사부(1511)에 의해 오목부(1510)의 단면적은 하부에서 상부로 갈수록 작아진다.
- [0088] 이 경우, 오목부(1510)의 최상부 단면적은 마이크로 LED(100)의 상면의 단면적보다 더 크게 형성되는 것이 바람직하다. 이는, 흡착력에 의해 마이크로 LED(100)가 픽업되어 마이크로 LED(100)가 오목부(1510)에 삽입될 때, 마이크로 LED(100)의 상면이 오목부(1510)의 최상부면(즉, 흡착부(1100)의 하면 또는 흡착면)에 용이하게 접할 수 있게 하기 위함이다.
- [0089] 또한, 오목부(1510)의 최하부 단면적은 마이크로 LED(100)의 단면적 중 가장 큰 단면적보다 더 크게 형성되는 것이 바람직하다. 이는, 흡착력에 의해 마이크로 LED(100)가 픽업될 때, 마이크로 LED(100)의 단면적 중 가장 큰 단면적보다 오목부(1510)의 가장 큰 단면적이 작게 형성되어 마이크로 LED(100)가 오목부(1510)에 삽입되지

못하는 것을 방지하기 위함이다.

- [0090] 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면에 형성되는 오목부(1510)로 인해, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면에는 평탄부(1530)가 형성될 수 있다.
- [0091] 평탄부(1530)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 흡착부(1100)의 하면에서 오목부(1510)가 형성되지 않은 영역을 의미한다. 따라서, 평탄부(1530)의 하면은 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 최하면으로 볼 수 있다. 이러한 평탄부(1530)는 오목부(1510)에 비해 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하부 방향으로 돌출된 형태를 갖는다.
- [0092] 위와 같이, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 오목부(1510)와 평탄부(1530)를 갖음에 따라, 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 그 하면에 흡착영역과 비흡착영역을 갖게 된다. 다시 말해, 마이크로 LED 전사헤드(1000)에서 마이크로 LED(100)가 흡착되는 영역인 오목부(1510)가 흡착영역이 되며, 마이크로 LED(100)가 흡착되지 않는 영역인 평탄부(1530)가 비흡착영역이 된다.
- [0093] 오목부(1510)는 도 4에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 흡착부(1100)의 하면에 복수개가 형성될 수 있다. 이 경우, 복수개의 오목부(1510)는 복수개의 행과 복수개의 열을 갖는 매트릭스 형태를 갖도록 배열될 수 있다.
- [0094] 위와 같이, 복수개의 오목부(1510)가 매트릭스 형태를 갖도록 배열됨에 따라 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 표시 기관(301)에 마이크로 LED(100)를 용이하게 전사하여 실장시킬 수 있다.
- [0095] 성장 기관(101) 상의 마이크로 LED(100)의 열 방향 피치 간격이 $P(n)$ 이고 행 방향 피치 간격이 $P(m)$ 인 경우에, 도 4에 도시된 바와 같이, 매트릭스 형태의 복수개의 오목부(1510)는 마이크로 LED(100)의 피치 간격과 동일한 피치간격으로 형성될 수 있다.
- [0096] 다시 말해, 성장 기관(101) 상의 마이크로 LED(100)의 열 방향 피치 간격이 $P(n)$ 이고 행 방향 피치 간격이 $P(m)$ 인 경우에, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 복수개의 오목부(1510)(즉, 흡착영역)의 열 방향 피치 간격은 $P(n)$ 이고, 행 방향 피치 간격은 $P(m)$ 이 된다.
- [0097] 위와 같은 구성에 의하면, 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 성장 기관(101) 상의 마이크로 LED(100) 전체를 한꺼번에 진공 흡착하여 이송할 수 있다.
- [0098] 이하, 도 5a 내지 도 5d를 참조하여 본 발명의 바람직한 제1실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 이용한 전사방법에 대한 공정을 설명한다.
- [0099] 도 5a 내지 도 5d는 도 3의 마이크로 LED 전사헤드를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 도시한 도면이다.
- [0100] 도 5a를 참조하면, 먼저 성장 기관(101) 위에 형성된 복수의 마이크로 LED(100)를 성장 기관(101)으로부터 분리 가능한 상태가 되도록 한다.
- [0101] 그 다음 도 5b를 참조하면, 성장 기관(101)에 침평된 마이크로 LED(100)를 픽업하기 위해, 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 성장 기관(101)의 상부로 이동시켜 위치시킨다.
- [0102] 그 다음 도 5c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 성장 기관(101) 방향으로 하강시킨다. 이 경우, 제어부는 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 평탄부(1530)의 하면이 마이크로 LED(100)의 상면과 소정 간격으로 이격되도록 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하강을 제어한다. 다시 말해, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 픽업할 때, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면은 마이크로 LED(100)의 상면과 이격되도록 제어부에 의해 제어되는 것이다.
- [0103] 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면과 마이크로 LED(100)의 상면이 소정 간격으로 이격된 채, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 성장 기관(101) 방향으로 하강되면, 흡착부(1100)에서 흡착력을 발생시킨다. 이 경우, 전술한 바와 같이, 흡착력이 정전기력인 경우 흡착부가 대전되어 정전기력이 발생되고, 흡착력이 자기력일 경우 구비된 자성체를 통해 자기력이 발생되며, 흡착력이 흡입력일 경우 기공 및 흡입챔버 등을 통해 기체가 흡입됨으로써, 흡입력이 발생된다.
- [0104] 흡착부(1100)에서 흡착력이 발생하면, 도 5d에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED(100)는 흡착력에 의해 오목부(1510)로 픽업되어 오목부(1510) 내로 삽입되게 된다. 이는, 마이크로 LED(100)의 상면과 마이크로 LED 전사헤

드(1000)의 하면이 소정 간격으로 이격되도록 제어된 상태라 하더라도, 흡착부(1100)의 흡착력에 의해 마이크로 LED(100)가 오목부(1510) 방향으로 픽업될 수 있기 때문이다.

- [0105] 위와 같이, 흡착부(1100)에서 흡착력이 발생함에 따라 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면, 즉, 평탄부(1530)의 하면이 마이크로 LED(100)의 상면과 소정 간격으로 이격되도록 제어되어 마이크로 LED(100)를 픽업할 수 있다.
- [0106] 마이크로 LED(100)가 흡착력에 의해 흡착되어 픽업될 경우, 1개의 오목부(1510)에는 1개의 마이크로 LED(100)가 삽입되게 되며, 이를 통해, 정확한 위치에 마이크로 LED(100)가 흡착되어 픽업될 수 있다.
- [0107] 마이크로 LED(100)가 오목부(1510)에 픽업되어 삽입되면, 흡착부(1100)의 흡착력을 유지한 상태에서 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 상승시킨 후 이동시킨다.
- [0108] 그 이후에 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 표시 기관(301)의 상부로 이동시켜 위치시킨 다음에 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 하강한다. 이 경우, 흡착부(1100)를 통해 흡착력을 해제함으로써, 마이크로 LED(100)를 표시 기관(301)으로 전달한다.
- [0109] 위와 같은 공정순서에 따라, 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 성장 기관(101)에 침핑된 마이크로 LED(100)를 표시 기관(301)으로 전사시켜 실장시킬 수 있다.
- [0110] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0111] 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 픽업할 때, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면이 마이크로 LED(100)의 상면과 소정 간격으로 이격된 채, 흡착부(1100)가 마이크로 LED(100)를 흡착하므로, 종래의 기술과 달리 비접촉식으로 마이크로 LED(100)의 흡착이 이루어지게 된다. 따라서, 종래의 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면이 마이크로 LED(100)의 상면과 접촉되어 발생하는 마이크로 LED(100)의 틀어짐 및 표시 기관(301)에 마이크로 LED(100)를 전사시 야기되는 위치 오차의 문제점을 해결할 수 있다. 또한, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면이 마이크로 LED(100)의 상면과 접촉되지 않으므로, 마이크로 LED(100)가 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하면에 의해 파손되는 것을 미연에 방지할 수 있다.
- [0112] 오목부(1510)에는 경사부(1511)가 형성되어 있으므로, 성장 기관(101)에서 마이크로 LED(100)가 오목부(1510)로 삽입되어 픽업될 때, 경사부(1511)가 마이크로 LED(100)를 가이드함으로써, 마이크로 LED(100)가 정위치로 흡착되어 픽업된다. 따라서, 마이크로 LED(100)의 흡착시 발생할 수 있는 위치 오차의 문제를 해결할 수 있으며, 이를 통해, 표시 기관(301)에서 정확한 위치로의 마이크로 LED(100) 전사가 수행될 수 있다.
- [0113] 전술한 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 도 6과 같이 다른 변형 예를 갖을 수 있다.
- [0114] 도 6에는 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 다른 변형 예가 도시되어 있다.
- [0115] 도 6에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 오목부(1510)는 흡착대상이 되는 마이크로 LED(100)와 대응되는 위치에만 형성될 수 있다. 이 경우, 도 6에서 흡착대상이 되는 마이크로 LED(100)는 도면 좌측을 기준으로, 2, 5, 8, 11, 14, 17번째 위치에 있는 마이크로 LED(100)이다.
- [0116] 위와 같은 구성에 의하면 $(3n-1)$ 열(이 경우, n 은 정수이다)에 해당하는 마이크로 LED(100)만을 흡착하여 이송할 수 있다. 다시 말해, 성장 기관(101) 상의 마이크로 LED(100)의 열 방향 피치 간격이 $P(n)$ 이고 행 방향 피치 간격이 $P(m)$ 인 경우에, 오목부(1510)의 열 방향 피치 간격은 $3p(n)$ 이고, 행 방향 피치 간격 또한, $p(m)$ 일 수 있다.
- [0117] 여기서 $3p(n)$ 의 의미는, 열 방향 피치 간격($p(n)$)의 3배임을 의미한다.
- [0118] 여기서 $(3n-1)$ 열로 이송되는 마이크로 LED(100)는 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue), 백색(white) LED 중 어느 하나일 수 있다. 이와 같은 구성에 의하여 표시 기관(301)에 실장되는 동일 발광색의 마이크로 LED(100)를 $3p(n)$ 간격으로 이격시켜 전사할 수 있다.
- [0119] **본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')**
- [0120] 이하, 도 7을 참조하여 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')에 대해 설명한다. 단, 이하 설명되는 실시 예는 전술한 제1 실시 예와 비교하여 특징적인 구성요소들을 중심으로 설명하겠으며, 제

1 실시 예와 동일하거나 유사한 구성요소들에 대한 설명들은 생략한다.

- [0121] 도 7은 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드에 마이크로 LED가 흡착된 것을 도시한 도면이다.
- [0122] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')는 제1 실시 예에서 설명한 흡착부(1100)의 상부에 흡입챔버(1200)가 구비되며, 흡착부(1100)가 다공성부재로 구현된다. 다시 말해, 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')에는 흡입챔버(1200)와 다공성부재가 구비된다. 또한, 오목부(1510)는 다공성부재의 하면에 형성되어 구비된다.
- [0123] 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')는 다공성부재는 금속을 양극산화하여 형성된 기공(1303)을 갖는 양극산화막(1300)인 것을 특징으로 한다.
- [0124] 오목부(1510)는 양극산화막(1300)의 하면에 형성되어 구비되며, 오목부(1510)는 양극산화막(1300)의 기공(1303) 및 흡입챔버(1200)와 연통되어 있다.
- [0125] 흡입챔버(1200)는 흡입력을 공급하거나 흡입력을 해제하는 흡입포트에 연결된다. 흡입챔버(1200)는 흡입포트의 작동에 따라 양극산화막(1300)의 다수의 기공(1303)에 흡입력을 가하거나 기공에 가해진 흡입력을 해제하는 기능을 한다. 흡입챔버(1200)를 양극산화막(1300)에 결합하는 구조는 양극산화막(1300)에 흡입력을 가하거나 가해진 흡입력을 해제함에 있어서 다른 부위로의 기체(또는 공기)의 누설을 방지하는데 적절한 구조라면 이에 대한 한정은 없다.
- [0126] 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')는 흡입챔버(1200)에서 흡입력이 발생되면 양극산화막(1300)의 기공을 통해 기체(또는 공기)가 흡입됨으로써, 마이크로 LED(100)가 오목부(1510)에 흡착될 수 있다.
- [0127] 전술한 흡입챔버(1200)를 통한 마이크로 LED(100)의 흡착은 진공에 의한 흡착으로 구현될 수 있다. 따라서, 이하의 설명에서는, 마이크로 LED 전사헤드(1000')가 마이크로 LED(100)를 진공으로 흡착하는 것을 기준으로 설명한다.
- [0128] 양극산화막(1300)은 모재인 금속을 양극산화하여 형성된 막을 의미하고, 기공(1303)은 금속을 양극산화하여 양극산화막(1300)을 형성하는 과정에서 형성되는 구멍을 의미한다.
- [0129] 예컨대, 모재인 금속이 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금인 경우, 모재를 양극산화하면 모재의 표면에 양극산화 알루미늄(Al_2O_3) 재질의 양극산화막(1300)이 형성된다.
- [0130] 위와 같이, 형성된 양극산화막(1300)은 내부에 기공(1303)이 형성되지 않은 배리어층(1301)과, 내부에 기공(1303)이 형성된 다공층으로 구분된다.
- [0131] 배리어층(1301)은 모재의 상부에 위치하고, 다공층은 배리어층(1301)의 상부에 위치한다.
- [0132] 이처럼, 배리어층(1301)과 다공층을 갖는 양극산화막(1300)이 표면에 형성된 모재에서, 모재를 제거하게 되면, 양극산화알루미늄(Al_2O_3) 재질의 양극산화막(1300)만이 남게 된다.
- [0133] 양극산화막(1300)은, 지름이 균일하고, 수직한 형태로 형성되면서 규칙적인 배열을 갖는 기공(1303)을 갖게 된다.
- [0134] 따라서, 배리어층(1301)을 제거하면, 기공(1303)은 상, 하로 수직하게 관통된 구조를 갖게 되며, 이를 통해 수직한 방향으로 진공압을 형성하는 것이 용이하게 된다.
- [0135] 양극산화막(1300)의 내부는 수직 형상의 기공(1303)에 의해 수직한 형태의 공기 유로를 형성할 수 있게 된다.
- [0136] 기공(1303)의 내부 폭은 수 nm 내지 수 백nm의 크기를 갖는다. 예를 들어, 진공 흡착하고자 하는 마이크로 LED의 사이즈가 $30\mu m \times 30\mu m$ 인 경우이고 기공(1303)의 내부 폭이 수 nm인 경우에는 대략 수 천만개의 기공(1303)을 이용하여 마이크로 LED(100)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 기공(1303)을 이용하여 마이크로 LED(100)를 진공 흡착할 수 있게 된다.
- [0137] 마이크로 LED(100)의 경우에는 기본적으로 제1반도체층(102), 제2반도체층(104), 제1반도체층(102)과 제2반도체층(104) 사이에 형성된 활성층(103), 제1컨택 전극(106) 및 제2컨택 전극(107)만으로 구성됨에 따라 상대적으로

가벼운 편이므로 양극산화막(1300)의 수만 내지 수 천만개의 기공(1303)을 이용하여 진공 흡착하는 것이 가능한 것이다.

- [0138] 양극산화막(1300)의 상부에는 흡입 챔버(1200)가 구비된다. 흡입챔버(1200)는 진공을 공급하는 진공포트에 연결된다. 흡입챔버(1200)는 진공포트의 작동에 따라 양극산화막(1300)의 다수의 수직 형상의 기공에 진공을 가하거나 진공을 해제하는 기능을 한다.
- [0139] 마이크로 LED(100)의 흡착 시, 흡입챔버(1200)에 가해진 진공은 양극산화막(1300)의 다수의 기공(1303)에 전달되어 마이크로 LED(100)에 대한 진공 흡착력을 제공한다. 한편, 마이크로 LED(100)의 탈착 시에는, 흡입챔버(1200)에 가해진 진공이 해제됨에 따라 양극산화막(1300)의 다수의 기공(1303)에도 진공이 해제되어 마이크로 LED(100)에 대한 진공 흡착력이 제거된다.
- [0140] 양극산화막(1300)은 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하는 흡착영역(1310)과 마이크로 LED(100)를 흡착하지 않는 비흡착영역(1330)을 포함한다. 흡착영역(1310)은 흡입챔버(1200)의 진공이 전달되어 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하는 영역이고, 비흡착영역(1330)은 흡입챔버(1200)의 진공이 전달되지 않음에 따라 마이크로 LED(100)를 흡착하지 않는 영역이다.
- [0141] 바람직하게는, 흡착영역(1310)은 기공(1303)의 상, 하가 관통되는 영역이고, 비흡착영역(1330)은 기공(1303)의 상, 하 중 적어도 어느 한 부분이 폐쇄된 영역일 수 있다.
- [0142] 또한, 흡착영역(1310)은 오목부(1510)가 형성된 위치에 대응되어 기공(1303)이 오목부(1510)와 연통되는 영역이며, 비흡착영역(1330)은 평탄부(1530)가 형성된 위치에 대응되어 기공(1303)이 외부와 연통되지 않는 영역이다.
- [0143] 비흡착영역(1330)은 양극산화막(1300)의 적어도 일부 표면에 차폐부가 형성함으로써 구현될 수 있다. 위와 같은 차폐부는 양극산화막(1100)의 적어도 일부 표면으로 노출되는 기공(1303)의 입구를 막도록 형성된다. 차폐부는 양극산화막(1300)의 상, 하 표면 중에서 적어도 일부 표면에 형성될 수 있다. 차폐부는 다공성 부재(1100)의 표면으로 노출되는 기공(1303)의 입구를 막는 기능을 수행할 수 있는 것이라면 그 재질, 형상, 두께에는 한정이 없다. 바람직하게 차폐부는 포토레지스트(PR, Dry Film PR포함) 또는 금속 재질로 추가로 형성될 수 있고, 배리어층(1301)일 수 있다.
- [0144] 비흡착영역(1330)은 양극산화막(1310)의 제조 시 형성된 배리어층(1301)에 의해 수직 형상의 기공(1303)의 상, 하 중 어느 한 부분이 폐쇄되도록 하여 형성될 수 있고, 흡착영역(1310)은 에칭 등의 방법으로 배리어층(1301)이 제거되어 수직 형상의 기공(1303)의 상, 하가 서로 관통되도록 형성될 수 있다.
- [0145] 또한, 상, 하로 관통하는 기공(1303)은 배리어층(1301)의 일부가 제거됨에 따라 형성되므로, 흡착영역(1310)의 양극산화막(1300)의 두께는 비흡착영역(1330)의 양극산화막(1300)의 두께보다 작다.
- [0146] 도 7에는, 배리어층(1301)이 양극산화막(1300)의 상부에 위치하고 기공(1303)이 있는 다공층이 하부에 위치하는 것으로 도시되어 있으나, 배리어층(1301)이 양극산화막(1300)의 하부에 위치하도록 도 7에 도시된 양극산화막(1300)이 상, 하 반전되어 비흡착영역(1330)을 구성할 수 있다.
- [0147] 한편, 비흡착영역(1330)이 배리어층(1301)에 의해 기공(1303)의 상, 하 중 어느 한 부분이 폐쇄된 것으로 설명하였으나, 배리어층(1301)에 의해 폐쇄되지 않은 반대면은 별도의 코팅층이 추가되어 상, 하가 모두 폐쇄되도록 구성될 수 있다. 비흡착영역(1330)을 구성함에 있어서 양극산화막(1300)의 상, 하면이 모두 폐쇄되는 구성은, 양극산화막(1300)의 상, 하면 중 적어도 하나가 폐쇄되는 구성에 비해, 비흡착영역(1330)의 기공(1303)에 이물질이 잔존할 우려를 줄일 수 있다는 점에서 유리하다.
- [0148] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 양극산화막(1300)을 형성시 기공(1303)이 균일하게 형성되므로, 흡입력 또는 진공이 균일하게 전달되며, 이를 통해, 매우 작은 크기를 갖는 마이크로 LED(100)를 효과적으로 흡착할 수 있다.
- [0149] 전술한 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000')는 도 8과 같이 다른 변형 예를 갖을 수 있다.
- [0150] 도 8에는 본 발명의 바람직한 제2실시 예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 다른 변형 예가 도시되어 있다.
- [0151] 도 8에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 전사헤드(1000')의 오목부(1510)는 흡착대상이 되는 마이크로 LED(100)와 대응되는 위치에만 형성될 수 있다. 이 경우, 도 8에서 흡착대상이 되는 마이크로 LED(100)는 도면 좌측을 기준으로, 2, 5, 8, 11, 14, 17번째 위치에 있는 마이크로 LED(100)이다.

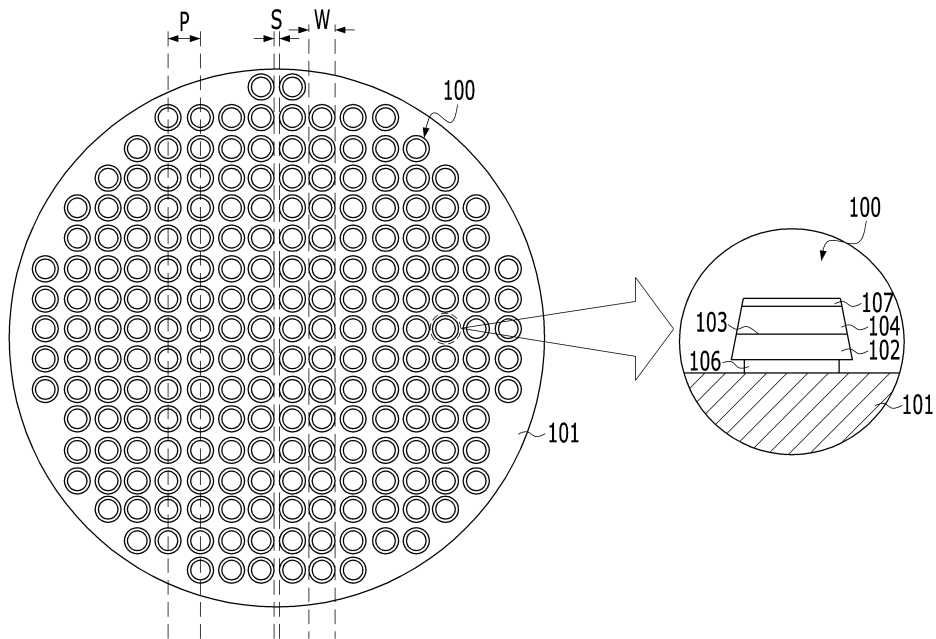
- [0152] 위와 같은 구성에 의하면 (3n-1) 열(이 경우, n은 정수이다)에 해당하는 마이크로 LED(100)만을 흡착하여 이송할 수 있다. 다시 말해, 성장 기관(101) 상의 마이크로 LED(100)의 열 방향 피치 간격이 P(n)이고 행 방향 피치 간격이 P(m)인 경우에, 오목부(1510)의 열 방향 피치 간격은 3p(n)이고, 행 방향 피치 간격 또한, p(m)일 수 있다.
- [0153] 여기서 3p(n)의 의미는, 열 방향 피치 간격(p(n))의 3배임을 의미한다.
- [0154] 여기서 (3n-1) 열로 이송되는 마이크로 LED(100)는 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue), 백색(white) LED 중 어느 하나일 수 있다. 이와 같은 구성에 의하여 표시 기관(301)에 실장되는 동일 발광색의 마이크로 LED(100)를 3p(n)간격으로 이격시켜 전사할 수 있다.
- [0155] 전술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 참조하여 설명하였지만, 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

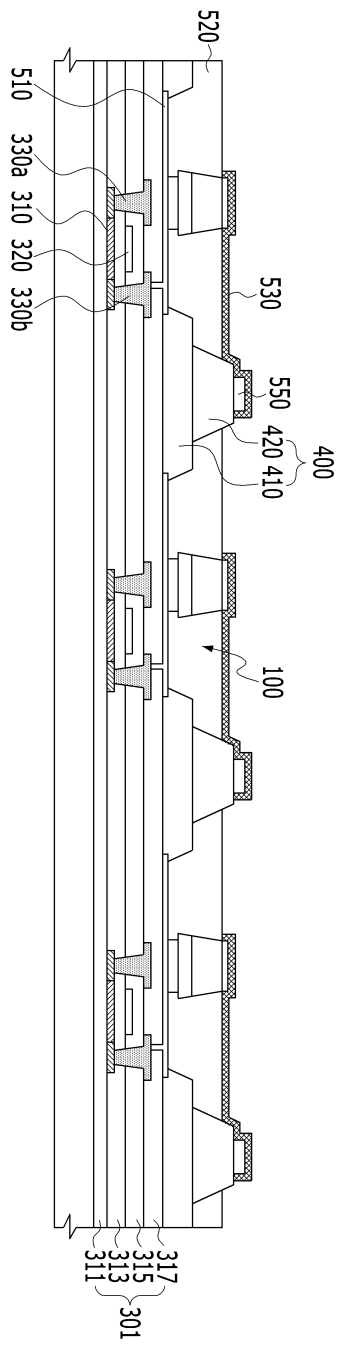
- [0156] 100: 마이크로 LED 101: 성장 기관
 102: 제1반도체층 130: 활성층
 104: 제2반도체층 106: 제1컨택 전극
 107: 제2컨택 전극 301: 표시 기관
 310: 활성층 311: 버퍼층
 313: 게이트 절연막 315: 층간 절연막
 317: 평탄화층 320: 게이트 전극
 330a: 소스 전극 330b: 드레인 전극
 400: 뱅크층 410: 제1뱅크층
 420: 제2뱅크층 510: 제1전극
 520: 패시베이션층 530: 제2전극
 550: 전도층
 1000, 1000': 마이크로 LED 전사헤드 1100: 흡착부
 1200: 흡입챔버 1300: 양극산화막
 1301: 배리어층 1303: 기공
 1310: 흡착영역 1330: 비흡착영역
 1510: 오목부 1511: 경사부
 1530: 평탄부

도면

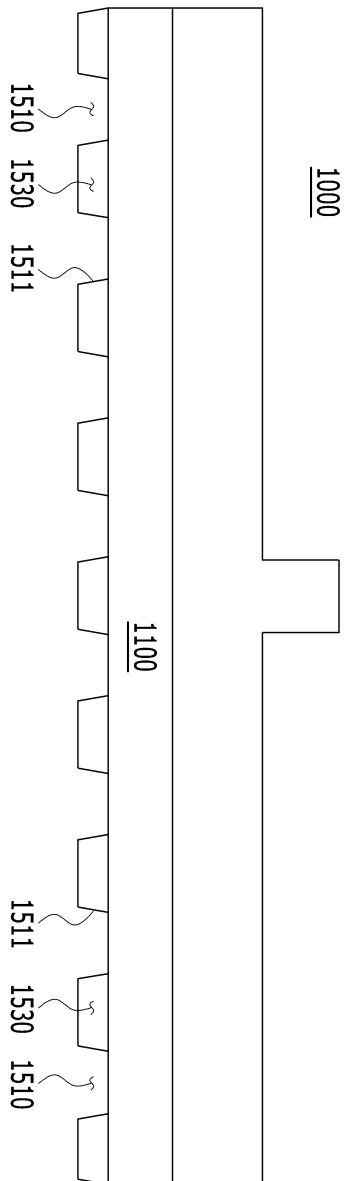
도면1



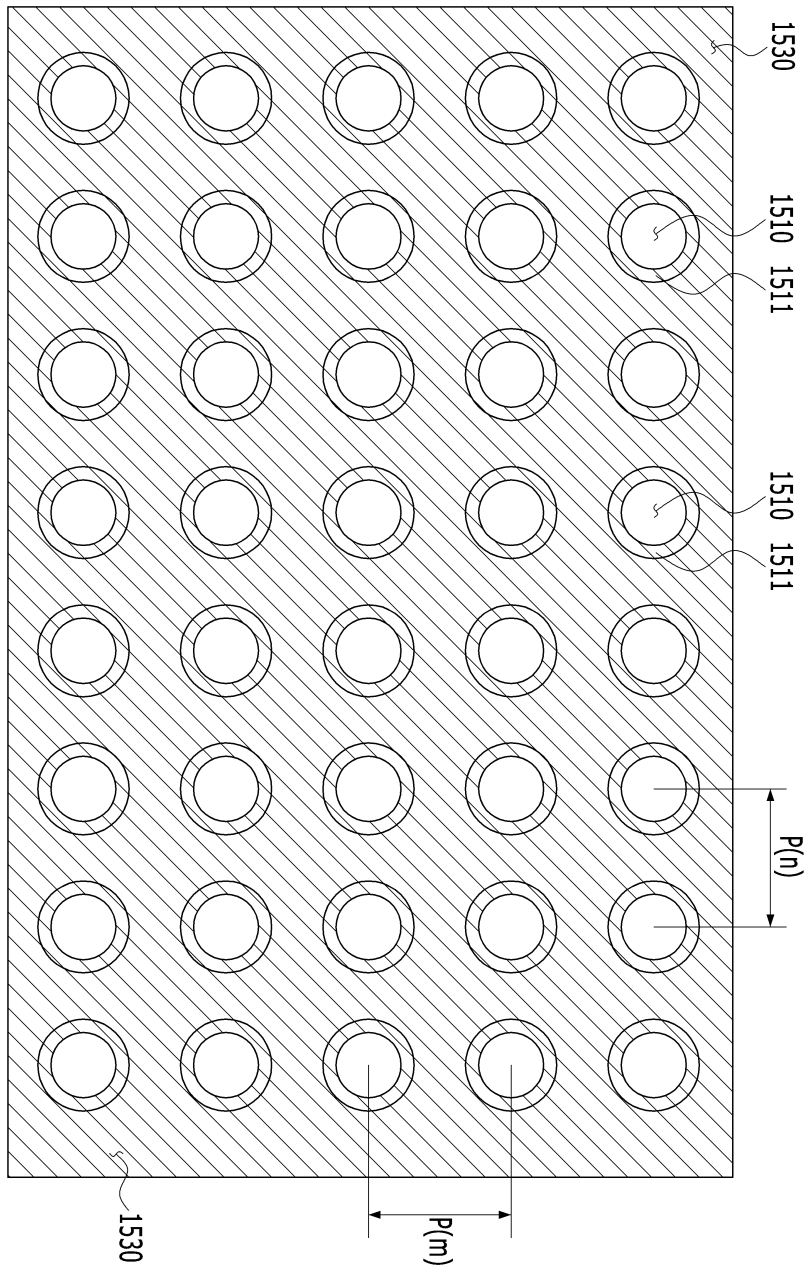
도면2



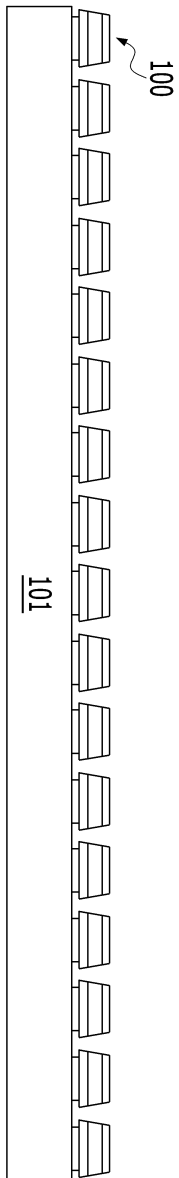
도면3



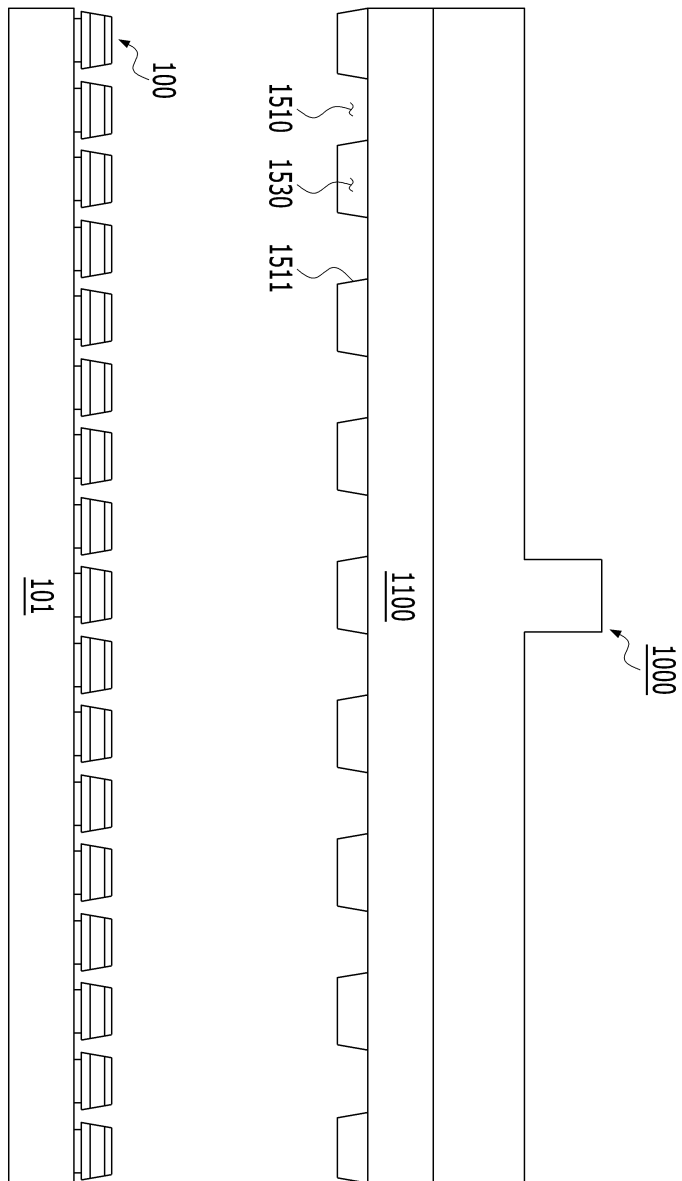
도면4



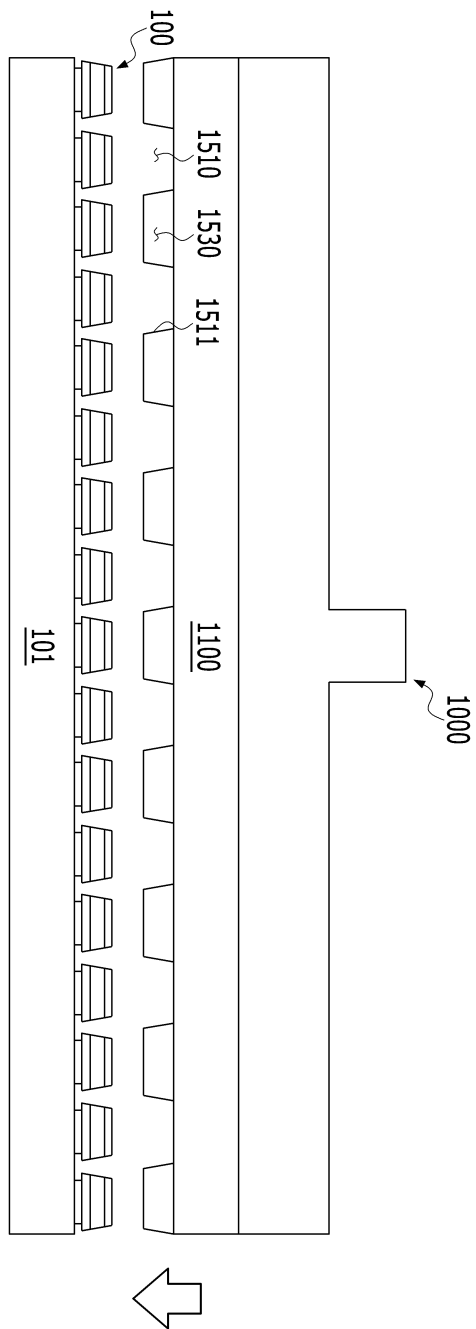
도면5a



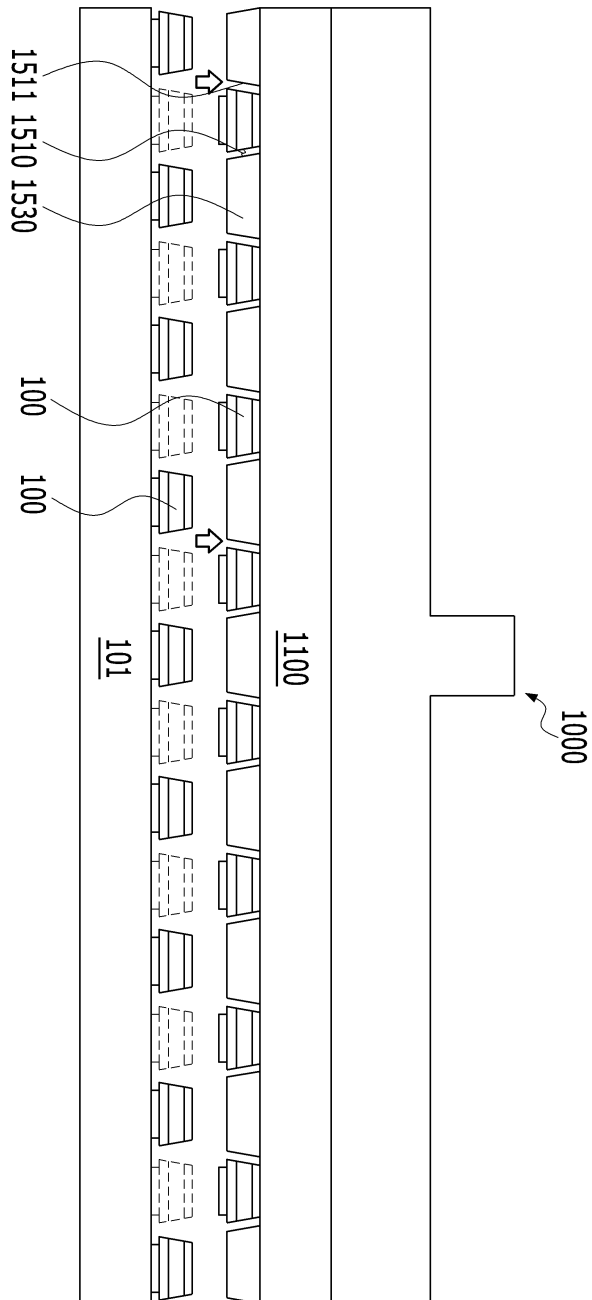
도면5b



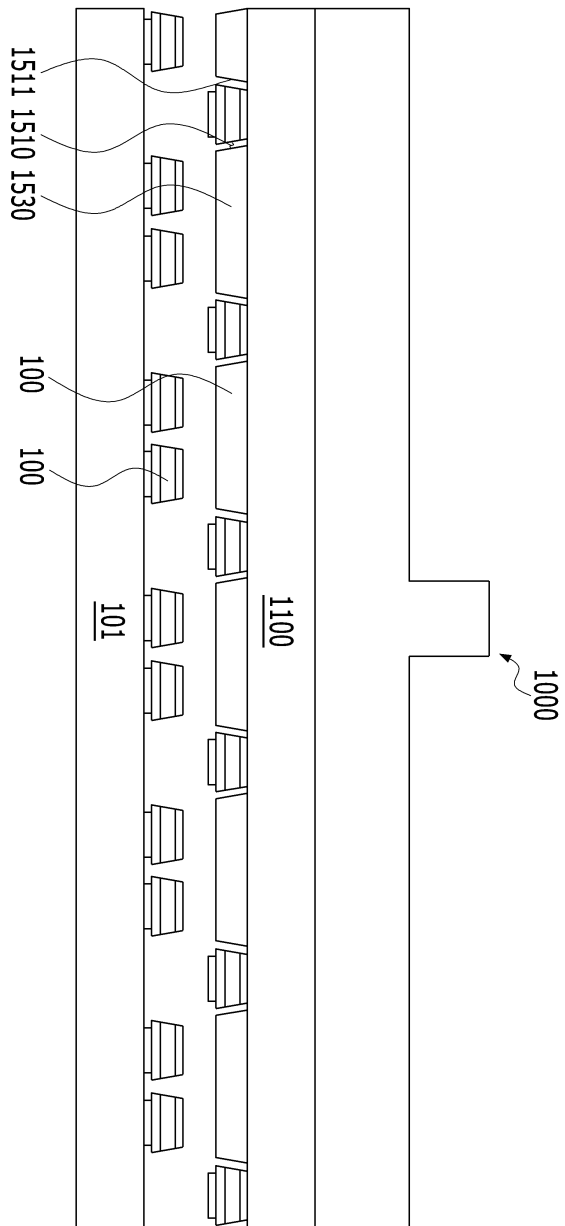
도면5c



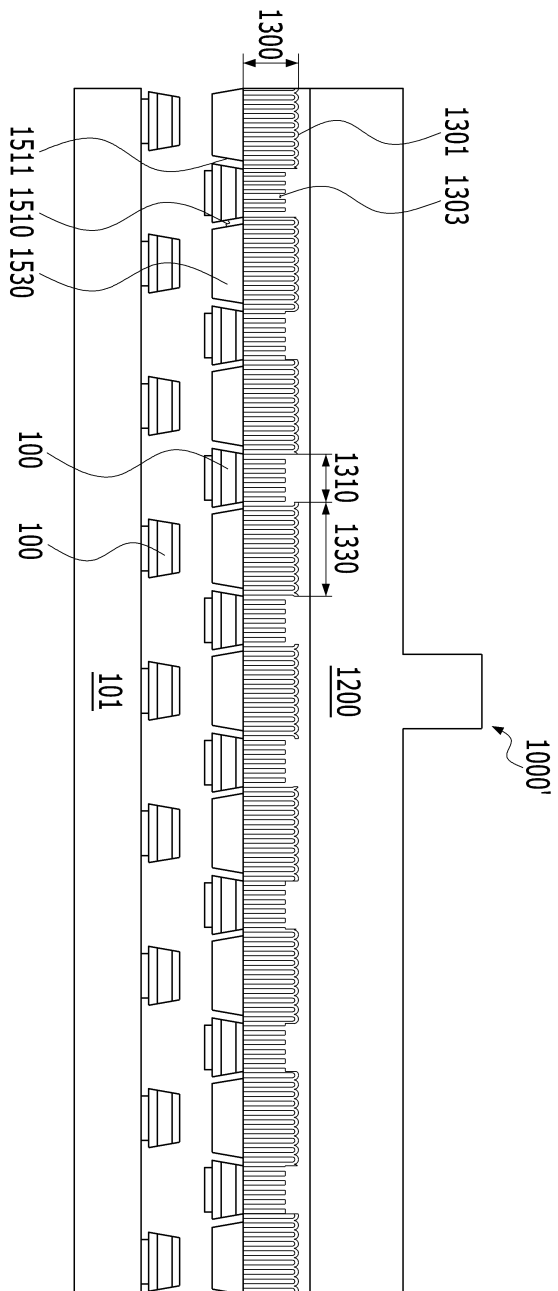
도면5d



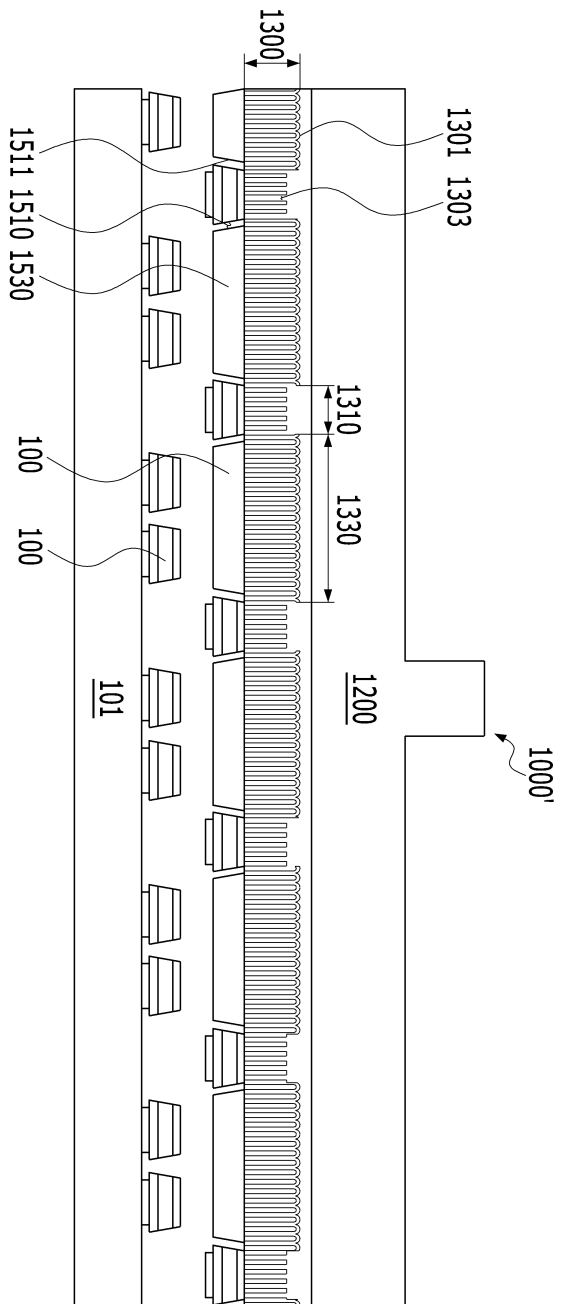
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	Micro LED转换头		
公开(公告)号	KR1020190114330A	公开(公告)日	2019-10-10
申请号	KR1020180036862	申请日	2018-03-29
[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		
发明人	안범모 박승호		
IPC分类号	H01L21/67 H01L21/677 H01L25/075		
CPC分类号	H01L21/67144 H01L21/67712 H01L21/67721 H01L25/0753 H01L21/683 H01L21/6833 H01L21/6838 H01L33/0095 B65G47/92 H01L29/78681 H01L33/62 B25J15/0616 B65G47/91 H01L27/1214		
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，其吸收微型LED并将其传送到显示基板，特别是涉及一种微型LED传送头，其可以解决由传送时产生的位置误差引起的问题。在转移微型LED时，在微型LED的上表面不与微型LED转移头的吸收表面接触的状态下，通过吸收微型LED来解决微型LED和损害微型LED的问题。

