(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0131305
(43) 공개일자 2019년11월26일

(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 10-2018-0056013
(22) 출원일자 2018년05월16일
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

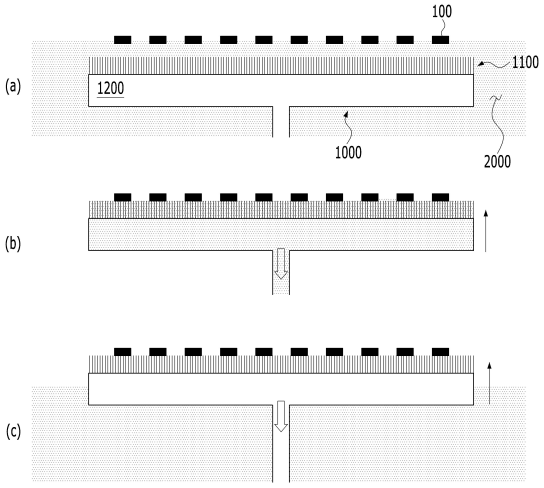
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로 LED 전사 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 용액에 투하된 마이크로 LED를 보다 효율적으로 전사할 수 있는 마이크로 LED 전사 헤드를 제공한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01L 21/67721 (2013.01)
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 33/0004 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

용액에 투하된 마이크로 LED; 및

상기 용액 내부에 설치되며 기공을 갖는 다공성 부재를 포함하여 상기 기공이 형성된 흡착면으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 마이크로 LED 흡착체를 포함하는 것을 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마이크로 LED 흡착체는 상기 기공에 가해진 흡입력으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 마이크로 LED 흡착체가 상승하여 상기 흡착면이 상기 마이크로 LED와 밀착시켜 상기 흡입력으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 마이크로 LED 흡착체의 상기 흡입력에 의해 상기 용액에 투하된 상기 마이크로 LED가 하강하여 상기 마이크로 LED가 상기 마이크로 LED 흡착체의 흡착면으로 유인되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 마이크로 LED 흡착체에는 전기삼투펌프가 설치되고, 상기 전기삼투펌프의 작동에 따라 상기 마이크로 LED 흡착체가 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전기삼투펌프는,

상기 다공성 부재의 일면에 형성된 제1전극;

상기 다공성 부재의 타면에 형성된 제2전극; 및

상기 제1,2전극과 연결되어 전압을 인가하는 전원부를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 전기삼투펌프는 상기 용액이 상기 다공성 부재의 내부로 유입되는 흐름을 생성하여 상기 마이크로 LED를 상기 마이크로 LED 흡착체의 흡착면으로 유인하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 전기삼투펌프는 상기 다공성 부재의 내부에 충진된 전해액의 유동을 제어하여 상기 마이크로 LED 흡착체가 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 전기삼투펌프는, 펄스파 구동되는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 용액의 하강력이 상승력보다 크도록 상기 펄스파를 제어하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

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

청구항 12

제1항에 있어서,

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

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 다공성 부재의 상부면은 상기 마이크로 LED가 안착되는 가이드경사부가 형성된 안착홈과 상기 안착홈 주변으로 형성되는 차폐부가 구비된 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마이크로 LED 전사 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[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(㎛) 단위의 LED 칩 자체를 발광재료로 사용하는 디스플레이다.

[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 연구개발이 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(㎛) 단위까지 작아짐에 따라 기존의 픽앤플레이스(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 접착면에 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) 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 현재까지 제안된 마이크로 LED 전사시스템의 문제점을 해결하고 용액에 투하된 마이크로 LED를 보다 효율적으로 전사할 수 있는 마이크로 LED 전사 헤드를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 이러한 본 발명의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 용액에 투하된 마이크로 LED; 및 상기 용액 내부에 설치되며 기공을 갖는 다공성 부재를 포함하여 상기 기공이 형성된 흡착면으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 마이크로 LED 흡착체를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 마이크로 LED 흡착체는 상기 기공에 가해진 흡입력으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 마이크로 LED 흡착체가 상승하여 상기 흡착면이 상기 마이크로 LED와 밀착시켜 상기 흡입력으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 마이크로 LED 흡착체의 상기 흡입력에 의해 상기 용액에 투하된 상기 마이크로 LED가 하강하여 상기 마이크로 LED가 상기 마이크로 LED 흡착체의 흡착면으로 유인되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 마이크로 LED 흡착체에는 전기삼투펌프가 설치되고, 상기 전기삼투펌프의 작동에 따라 상기 마이크로 LED 흡착체가 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 전기삼투펌프는, 상기 다공성 부재의 일면에 형성된 제1전극; 상기 다공성 부재의 타면에 형성된 제2전극; 및 상기 제1,2전극과 연결되어 전압을 인가하는 전원부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 전기삼투펌프는 상기 용액이 상기 다공성 부재의 내부로 유입되는 흐름을 생성하여 상기 마이크로 LED를 상기 마이크로 LED 흡착체의 흡착면으로 유인하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 상기 전기삼투펌프는 상기 다공성 부재의 내부에 충진된 전해액의 유동을 제어하여 상기 마이크로 LED 흡착체가 상기 마이크로 LED를 흡착하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 전기삼투펌프는, 펄스파 구동되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 용액의 하강력이 상승력보다 크도록 상기 펄스파를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 상기 다공성 부재는 다공질 세라믹을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 상기 다공성 부재는 양극산화막을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 상기 다공성 부재의 상부면은 상기 마이크로 LED가 안착되는 가이드경사부가 형성된 안착홈과 상기 안착홈 주변으로 형성되는 차폐부가 구비된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크로 LED 전사 시스템은, 용액에 투하된 마이크로 LED를 보다 효율적으로 전사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 실시예의 이송 대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 의해 표시기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도면.

도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 전사시스템을 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례을 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 전사시스템의 제2변형례을 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 전사시스템의 제3변형례을 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 전사시스템을 도시한 도면.

도 8는 본 발명의 제2실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례을 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 전사시스템의 제2변형례을 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 전사시스템의 제3변형례을 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 제2실시예에 따른 전사시스템의 전기삼투펌프에 인가되는 전압 그래프.

도 12 내지 20은 제1,2실시예의 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0037] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템의 이송 대상이 되는 복수의 마이크로

LED(100)를 도시한 도면이다. 마이크로 LED(100)는 성장 기판(101) 위에서 제작되어 위치한다.

[0038] 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 Ga_2O_3 중 적어도 어느 하나로 형성될 수 있다.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 제1 반도체층(102)은 예를 들어, p형 반도체층으로 구현될 수 있다. p형 반도체층은 InxAlyGa1-x-yN ($0\leq x\leq 1$, $0\leq y\leq 1$, $0\leq x+y\leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGaN, InGaN, InN, InAlGaN, 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 InxAlyGa1-x-yN ($0\leq x\leq 1$, $0\leq y\leq 1$, $0\leq x+y\leq 1$)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGaN, InGaN, InNInAlGaN, AlInN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.

[0042] 다만, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 제1 반도체층(102)이 n형 반도체층을 포함하고, 제2 반도체층(104)이 p형 반도체층을 포함할 수도 있다.

[0043] 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, InxAlyGa1-x-yN ($0\leq x\leq 1$, $0\leq y\leq 1$, $0\leq x+y\leq 1$)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.

[0044] 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.

[0045] 성장 기판(101) 위에 형성된 복수의 마이크로 LED(100)를 커팅 라인을 따라 레이저 등을 이용하여 커팅하거나 에칭 공정을 통해 낱개로 분리하고, 레이저 리프트 오프 공정으로 복수의 마이크로 LED(100)를 성장 기판(101)으로부터 분리 가능한 상태가 되도록 할 수 있다.

[0046] 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.

[0047] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템에 의해 표시 기판으로 이송되어 실장됨에 따라 형성된 마이크로 LED 구조체를 도시한 도면이다.

[0048] 표시 기판(300)은 다양한 소재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 표시 기판(300)은 SiO_2를 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, polyethyelenen napthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이드(PET, polyethyeleneterepthalate), 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.

[0049] 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.

[0050] 금속으로 표시 기판(300)을 형성할 경우 표시 기판(300)은 철, 크롬, 망간, 니켈, 티타늄, 몰리브덴, 스테인레

스 스틸(SUS), Invar 합금, Inconel 합금 및 Kovar 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0051] 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 옥시나이트라이드, 알루미늄옥사이드, 알루미늄나이트라이드, 티타늄옥사이드 또는 티타늄나이트라이드 등의 무기물이나, 폴리이미드, 폴리에스테르, 아크릴 등의 유기물을 함유할 수 있고, 예시한 재료들 중 복수의 적층체로 형성될 수 있다.

[0052] 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(310), 게이트 전극(320), 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)을 포함할 수 있다.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 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, Polystylene(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.

[0062] 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)를 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.

[0063] 뱅크층(400)은 제1 뱅크층(410) 상부의 제2 뱅크층(420)를 더 포함할 수 있다. 제1 뱅크층(410)와 제2 뱅크층(420)는 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)는 생략되고, 제1 뱅크층(410) 상에 전도층(550)이 배치될 수 있다. 또는, 제2 뱅크층(420) 및 전도층(500)을 생략하고, 제2 전극(530)을 픽셀(P)들에 공통인 공통전극으로서 기판(301) 전체에 형성할 수도 있다. 제1 뱅크층(410) 및 제2 뱅크층(420)는 광의 적어도 일부를 흡수하는 물질, 또는 광 반사 물질, 또는 광 산란물질을 포함할 수 있다. 제1 뱅크층(410) 및 제2 뱅크층(420)는 가시광(예를 들어, 380nm 내지 750nm 파장 범위의 광)에 대해 반투명 또는 불투명한 절연 물질을 포함할 수 있다.

[0064] 일 예로, 제1 뱅크층(410) 및 제2 뱅크층(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.

[0065] 다른 예로, 제1 뱅크층(410) 및 제2 뱅크층(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 제2 뱅크층(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 제1 뱅크층(410) 및 제2 뱅크층(420)는 고반사율을 갖는 분산된 브래그 반사체(DBR) 또는 금속으로 형성된 미러 반사체일 수 있다.

[0066] 오목부에는 마이크로 LED(100)가 배치된다. 마이크로 LED(100)는 오목부에서 제1 전극(510)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0067] 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 ㎛ 내지 100 ㎛ 의 크기를 갖는다. 마이크로 LED(100)는 개별적으로 또는 복수 개가 본 발명의 실시예에 따른 전사 헤드에 의해 성장 기판(101) 상에서 픽업(pick up)되어 표시 기판(300)에 전사됨으로써 표시 기판(300)의 오목부에 수용될 수 있다.

[0068] 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.

[0069] 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.

[0070] 패시베이션층(520)은 오목부 내의 마이크로 LED(100)를 둘러싼다. 패시베이션층(520)은 뱅크층(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), 폴리이미드, 아크릴레이트, 에폭시 및 폴리에스테르 등으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0071] 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.

[0072] 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.

[0073] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 용액에 투하된 마이크로 LED; 및 상기 용액 내부에 설치되며 기공을 갖는 다공성 부재를 포함하여 상기 기공이 형성된 흡착면으로 상기 마이크로 LED를 흡착하는 마이크로 LED 흡착체를 포함한다. 이하에서 본 발명의 바람직한 제1,2실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템를 상세한 설명한다.

[0075] **제1실시예**

[0076] 이하, 도 3 내지 6을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 설명한다.

[0077] 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)는 성장기판(101)에서 분리된 다음 적어도 1회 이상의 전사 과정을 거쳐 표시기판(300)으로 이송된다.

[0078] 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)가 표시기판(300)으로 전사되기 이전에 먼저 용액(2000)이 담긴 저장조에 투하한다.

[0079] 마이크로 LED(100)와 용액(2000)간의 상대적인 밀도 차이에 따라 마이크로 LED(100)는 용액(2000)에서 부유될 수 있고, 또는 용액(2000) 내부로 가라앉을 수도 있다. 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은 마이크로 LED(100)와 용액(2000)간의 밀도 차이와는 관계없이 그대로 적용될 수 있거나 또는 균등하게 적용될 수 있는 구조를 포함한다. 다만 설명의 편의상 하나의 예로서 마이크로 LED(100)가 용액(2000)에서 부유되는 것을 예시하여 이하에서는 설명한다.

[0080] 용액(2000)의 내부에는 마이크로 LED 흡착체(1000)가 설치된다. 마이크로 LED 흡착체(1000)는 기공을 갖는 다공성 부재(1100)를 구비한다.

[0081] 다공성 부재(1100)는 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 부재(1100)의 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 부재(1100)는 그 구성 성분에 따라서 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재로 구분이 가능하다. 다공성 부재(1100)는 기공이 일정하게 배열되지 않은 다공질 세라믹 또는 기공이 일정 배열로 형성되는 양극산화막을 포함한다. 다공성 부재(1100)는 형상의 측면에서 분말, 코팅막, 벌크가 가능하고, 분말의 경우 구형, 중공구형, 화이버, 튜브형등 다양한 형상이 가능하며, 분말을 그대로 사용하는 경우도 있지만, 이를 출발물질로 코팅막, 벌크 형상을 제조하여 사용하는 것도 가능하다.

[0082] 다공성 부재(1100)의 기공이 무질서한 기공구조를 갖는 경우에는, 다공성 부재(1100)의 내부는 다수의 기공들이 서로 연결되면서 다공성 부재(1100)의 상, 하를 연결하는 유로를 형성하게 된다. 한편, 다공성 부재(1100)의 기공이 수직 형상의 기공구조를 갖는 경우에는, 다공성 부재(1100)의 내부는 수직 형상의 기공에 의해 다공성 부재의 상, 하로 관통되면서 유로를 형성할 수 있도록 한다.

[0083] 다공성 부재(1100)의 적어도 일부 표면에 차폐부가 형성될 수 있다. 위와 같은 차폐부는 다공성 부재(1100)의 적어도 일부 표면에 형성된 기공을 막도록 형성된다. 차폐부는 다공성 부재(1100)의 상, 하 표면 중에서 적어도 일부 표면에 형성될 수 있고, 특히 다공성 부재(1100)의 기공 구조가 무질서한 기공 구조인 경우에는 다공성 부재(1100)의 상, 하 표면 모두에 형성될 수 있다.

[0084] 차폐부는 다공성 부재(1100)의 표면의 기공을 막는 기능을 수행할 수 있는 것이라면 그 재질, 형상, 두께에는

한정이 없다. 바람직하게는 포토레지스트(PR, Dry Film PR포함) 또는 금속 재질로 추가로 형성될 수 있고, 다공성 부재(1100)를 이루는 자체 구성에 의해서도 형성 가능하다. 여기서 다공성 부재(1100)를 이루는 자체 구성으로는, 예를 들어 후술하는 다공성 부재(1100)가 양극산화막으로 구성될 경우에는, 차폐부는 배리어층 또는 금속 모재일 수 있다.

[0085] 다공성 부재(1100)의 하부에는 챔버(1200)가 구비된다. 챔버(1200)는 진공펌프(미도시)에 연결된다. 챔버(1200)는 진공펌프의 작동에 따라 다공성 부재(1100)의 다수의 기공에 진공을 가하거나 기공에 가하진 진공을 해제하는 기능을 한다. 챔버(1200)를 다공성 부재(1100)에 결합하는 구조는 다공성 부재(1100)에 진공을 가하거나 가해진 진공을 해제함에 있어서 다른 부위로의 진공의 누설을 방지하는데 적절한 구조라면 이에 대한 한정은 없다.

[0086] 마이크로 LED(100)가 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면에 밀착되면, 마이크로 LED 흡착체(1000)는 기공에 가해진 흡입력으로 마이크로 LED(100)를 흡착하게 된다. 한편, 마이크로 LED(100)의 탈착 시에는, 챔버(1200)에 가해진 진공이 해제됨에 따라 다공성 부재(1100)의 다수의 기공에도 진공이 해제되어 마이크로 LED(100)에 대한 흡착력이 제거된다.

[0087] 이하, 도 3을 참조하여 제1실시예에 따른 전사시스템을 보다 상세히 설명한다.

[0088] 먼저 도 3a에 도시된 바와 같이, 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)는 용액(2000)에 투하된다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치를 조절할 수 있다. 이에 따라 성장기판(101)에서 제조될 당시의 피치간격은 유속의 제어를 통해 조절된다.

[0089] 마이크로 LED 흡착체(1000)의 챔버(1200) 내부는 소정의 공기압이 유지되어 용액(2000)이 기공을 통해 챔버(1200) 내부로 유입되지 않도록 할 수 있다. 물론 마이크로 LED 흡착체(1000)의 표면에서의 표면장력에 의해 용액(2000)이 기공을 통해 챔버(1200) 내부로 유입되지 않도록 다공성 부재(1100)의 기공 크기를 구성할 수 있다.

[0090] 다음으로 도 3b에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 상승시켜 마이크로 LED(100)의 하면이 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면에 밀착되도록 한다. 다음으로 진공펌프를 작동시켜 챔버(1200) 내부에 있는 내부 공기를 배기부(미도시)를 통해 외부로 배출시킴으로써, 마이크로 LED 흡착체(1000)는 기공에 가해진 흡입력으로 마이크로 LED(100)를 흡착한다.

[0091] 그 다음 도 3c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다. 마이크로 LED 흡착체(1000)는 마이크로 LED(100)를 다음 공정으로 이송하기 전까지 진공 흡입력을 이용하여 마이크로 LED(100)를 흡착하여 고정시킨다.

[0092] 이 때에 다공성 부재(1100)의 상부 표면에 있던 용액(2000)의 일부는 흡입력에 의해 챔버(1200) 내부로 유입될 수 있으며, 챔버(1200) 내부로 유입된 용액(2000)은 배수부(미도시)를 통해 외부로 유출될 수 있다.

[0093] 이하, 도 4을 참조하여 제1실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례을 보다 상세히 설명한다. 제1실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례는, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 용액(2000)에 부유된 마이크로 LED(100)를 유인하여 흡착한다는 점에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 상승하여 마이크로 LED(100)를 흡착하는 제1실시예에 따른 전사시스템의 구성과 차이가 있다.

[0094] 먼저 도 4a에 도시된 바와 같이, 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)를 용액(2000)에 투하한다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치 간격이 조절될 수 있다.

[0095] 다음으로 도 4b에 도시된 바와 같이, 진공펌프를 작동시켜 마이크로 LED 흡착체(1000)의 챔버(1200)를 통해 내부 공기를 외부로 배출시키게 된다. 이에 따라 용액(2000)에 부유된 마이크로 LED(100)에는 하강력이 작용하게 되며, 하강력에 의해 마이크로 LED(100)는 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면으로 유인된다. 이처럼 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡입력에 의해 마이크로 LED(100)가 하강하여 마이크로 LED(100)가 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면으로 유인된다.

[0096] 그 이후에도 진공펌프를 작동시켜 지속적으로 챔버(1200)를 통해 내부 공기를 외부로 배출시키면, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면은 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하게 된다. 여기서 용액(2000)의 일부가 챔버(1200) 내부로 유입되며, 챔버(1200) 내부로 유입된 용액(2000)은 배수부(미도시)를 통해 외부로 유출될 수 있다.

[0097] 다음으로 도 4c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 기공에 가하진 진공 흡입력으로 마이크로

LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다. 마이크로 LED(100)를 다음 공정으로 이송하기 전까지 마이크로 LED 흡착체(1000)는 진공 흡입력을 이용하여 마이크로 LED(100)를 흡착하여 고정시킨다.

[0098] 이하, 도 5을 참조하여 제1실시예에 따른 전사시스템의 제2변형례을 보다 상세히 설명한다.

[0099] 도 5는 도 3에 도시된 제1실시예에 따른 전사시스템과는 달리, 다공성 부재(1100)의 상부면은 마이크로 LED(100)가 안착되는 가이드경사부(1002)가 형성된 안착홈(1001)과 안착홈(1001) 주변으로 형성되는 차폐부(1003)가 구비된다는 점에서만 구성상의 차이가 있고, 나머지 구성은 동일하다.

[0100] 안착홈(1001)의 바닥면에는 기공이 노출되어 챔버(1200) 내부와 연통되며, 안착홈(1001)의 가장자리에는 마이크로 LED(100)의 안착을 가이드하는 가이드경사부(1002)가 형성된다. 가이드경사부(1002)의 경사각도는 20° ~ 40° 인 것이 바람직하다.

[0101] 위와 같은 가이드경사부(1002)의 구성에 따르면, 마이크로 LED(100)가 안착홈(1001)에 안착되어질 때, 마이크로 LED(100)가 약간 어긋나게 안착되더라도 가이드경사부(1002)가 마이크로 LED(100)의 부드러운 진입을 안내하는 역할을 하게 된다.

[0102] 따라서 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)의 정렬이 무질서하더라도, 가이드경사부(1002)를 통해 안착홈(1001)의 바닥면으로 진입하면서 마이크로 LED(100)의 배치가 정렬화된다. 이처럼 가이드경사부(1002)가 형성된 안착홈(1001)은 마이크로 LED(100)를 정렬화시키는 기능을 수행하게 된다.

[0103] 도 5a를 참조하면, 먼저 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)를 용액(2000)에 투하한다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치간격이 조절될 수 있다.

[0104] 다음으로 도 5b를 참조하면, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 상승시켜 마이크로 LED(100)가 안착홈(1001)의 내부로 진입하도록 한다. 이때 안착홈(1001)의 가이드경사부(1002)가 마이크로 LED(100)의 안착홈(1001)의 진입을 가이드하게 되며, 용액(2000) 내에서 흐트러졌던 정렬이 안착홈(1001)으로 삽입되면서 재정렬된다.

[0105] 다음으로 도 5c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다.

[0106] 이하, 도 6을 참조하여 제1실시예에 따른 전사시스템의 제3변형례을 보다 상세히 설명한다.

[0107] 도 6은 도 4에 도시된 제1실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례와는 달리, 다공성 부재(1100)의 상부면은 마이크로 LED(100)가 안착되는 가이드경사부(1002)가 형성된 안착홈(1001)과 안착홈(1001) 주변으로 형성되는 차폐부(1003)가 구비된다는 점에서만 구성상의 차이가 있고, 나머지 구성은 동일하다.

[0108] 도 6a를 참조하면, 먼저 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)를 용액(2000)에 투하한다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치 간격이 조절될 수 있다.

[0109] 다음으로 도 6b를 참조하면, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 챔버(1200)를 통해 내부 공기를 외부로 배출시키게 된다. 이에 따라 용액(2000)에 부유된 마이크로 LED(100)에는 하강력이 작용하게 되며, 하강력에 의해 마이크로 LED(100)는 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면으로 유인된다. 이때 안착홈(1001)의 가이드경사부(1002)가 마이크로 LED(100)의 안착홈(1001)의 진입을 가이드하게 되며, 용액(2000) 내에서 흐트러졌던 정렬이 안착홈(1001)의 피치간격으로 재정렬된다.

[0110] 그 이후에도 진공펌프를 작동시켜 지속적으로 챔버(1200)를 통해 내부 공기를 외부로 배출시키면, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면은 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하게 된다. 여기서 용액(2000)의 일부가 챔버(1200) 내부로 유입되며, 챔버(1200) 내부로 유입된 용액(2000)은 배수부(미도시)를 통해 외부로 유출될 수 있다.

[0111] 다음으로 도 6c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 기공에 가하진 진공 흡입력으로 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다.

[0113] **제2실시예**

[0114] 이하, 도 7 내지 10을 참조하여 본 발명의 제2실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 설명한다.

[0115] 제2실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 마이크로 LED 흡착체(1000)에는 전기삼투펌프가 설치되고, 전기삼투펌프의 작동에 따라 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착한다는 점에서 진공펌프를 작동시켜 마이크로 LED(100)를 흡착하는 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템과 차이가 있다.

[0116] 전기삼투펌프(Electro-Osmetic Pump, 약칭으로 E.O 펌프라 함)는 다공성 부재(1100)에 구비 또는 형성된 전극에 전압(또는 전기)을 걸었을 때 발생하는 전기삼투현상을 이용하여, 유체를 이동시키는 펌프이다. 다공성 부재(1100)는 그 내부에 유체가 유동되도록 기공을 갖는 다공성 재질로 이루어져 있으며, 양측에는 서로 다른 전극이 인가됨으로써, 전기삼투현상이 일어나게 된다.

[0117] 제2실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템에 구비되는 전기삼투펌프는, 다공성 부재(1100)의 일면에 형성된 제1전극, 다공성 부재(1100)의 타면에 형성된 제2전극 및 제1,2전극과 연결되어 전압을 인가하는 전원부를 포함한다.

[0118] 제1, 2전극은 다공성 부재(1100)의 표면에 형성되는 기공을 막지 않으면서 형성되어 다공성 부재(1100)의 기공이 용액(2000) 및 챔버(1200)와 서로 연통되도록 한다. 이러한 제1,2전극은 다공성 부재(1100)의 표면에 스퍼터링(sputtering)공정을 통해 증착되어 형성될 수 있다.

[0119] 이하, 도 7을 참조하여 제2실시예에 따른 전사시스템을 보다 상세히 설명한다.

[0120] 먼저 도 7a에 도시된 바와 같이, 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)는 용액(2000)에 투하된다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치간격이 조절될 수 있다.

[0121] 마이크로 LED 흡착체(1000)의 챔버(1200) 내부에는 전해액(2500)이 충진되어 있고, 전해액(2500)의 일부는 기공의 소정 높이까지 충진된다. 다시 말해 전해액(2500)은 기공의 내측 단부로부터 기공의 외측 단부보다 낮은 높이까지 충진된다. 기공에 충진된 전해액(2500)은 용액(2000)가 서로 섞이지 않는 특성을 갖는 것이 바람직하다. 이와 같은 구성에 기초하여 외부 동력이 없는 경우에는 용액(2000)은 기공 내부로 유입되지 않는다.

[0122] 다음으로 도 7b에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 상승시켜 마이크로 LED(100)의 하면이 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면에 밀착되도록 한다. 다음으로 전기삼투펌프를 작동한다. 전기삼투펌프는 다공성 부재(1100)의 내부에 충진된 전해액(2500)의 유동을 제어하여 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착하도록 한다. 전기삼투펌프는 다공성 부재(1100)의 내부 일부에 충진된 전해액(2500)을 하강시킴으로써, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 기공에 가하진 진공 흡입력으로 마이크로 LED(100)를 흡착한다.

[0123] 위와 같이, 다공성 부재(1100)의 내부 일부에 충진된 전해액(2500)을 전기삼투펌프를 이용하여 하강시키게 되면, 다공성 부재(1100)의 상부 표면에서 마이크로 LED(100)를 진공 흡입력으로 흡착할 수 있다.

[0124] 다음으로 도 7c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다. 마이크로 LED(100)를 다음 공정으로 이송하기 전까지 마이크로 LED 흡착체(1000)는 진공 흡입력을 이용하여 마이크로 LED(100)를 흡착하여 고정시킨다.

[0125] 한편, 전기삼투펌프를 작동시켜 다공성 부재(1100)의 내부 일부에 충진된 전해액(2500)을 전기삼투펌프를 이용하여 상승시키게 되면, 다공성 부재(1100)의 상부 표면에 흡착된 마이크로 LED(100)를 탈착시킬 수 있게 된다.

[0126] 이하, 도 8을 참조하여 제2실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례을 보다 상세히 설명한다.

[0127] 제2실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례는, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 용액(2000)에 부유된 마이크로 LED(100)를 유인한다는 점에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 상승하여 마이크로 LED(100)에 밀착되는 제2실시예에 따른 전사시스템의 구성과 차이가 있다.

[0128] 도 8에 도시된 제2실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례는, 용액(2000)이 전기삼투펌프의 작동에 관여하는 전해액으로서의 특성을 갖는다. 따라서 전기삼투펌프가 작동되면 용액(2000)이 기공을 통해 챔버(1200) 내부로 유입될 수 있다. 다시 말해 전기삼투펌프는 용액(2000)이 다공성 부재(1100)의 내부로 유입되는 흐름을 생성함으로써, 마이크로 LED(100)가 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면으로 하강하여 유인하는 기능을 한다.

[0129] 먼저 도 8a에 도시된 바와 같이, 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)를 용액(2000)에 투하한다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치간격이 조절될 수 있다.

[0130] 다음으로 도 8b에 도시된 바와 같이, 전기삼투펌프를 작동시켜, 다공성 부재(1100)의 상부에 위치하는 용액

(2000)이 기공을 통해 챔버(1200) 내부로 유입되도록 한다. 이에 따라 용액(2000)에 부유된 마이크로 LED(100)에는 하강력이 작용하게 되며, 하강력에 의해 마이크로 LED(100)는 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면으로 유인된다.

[0131] 그 이후에 진공펌프를 작동시켜 챔버(1200)를 통해 내부 공기를 외부로 배출시키면, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면은 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하게 된다. 여기서 용액(2000)의 일부가 챔버(1200) 내부로 유입되며, 챔버(1200) 내부로 유입된 용액(2000)은 배수부(미도시)를 통해 외부로 유출될 수 있다.

[0132] 다음으로 도 8c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다. 마이크로 LED(100)를 다음 공정으로 이송하기 전까지 마이크로 LED 흡착체(1000)는 진공 흡입력을 이용하여 마이크로 LED(100)를 흡착하여 고정시킨다.

[0133] 이하, 도 9을 참조하여 제2실시예에 따른 전사시스템의 제2변형례을 보다 상세히 설명한다.

[0134] 도 9는 도 7에 도시된 제2실시예에 따른 전사시스템과는 달리, 다공성 부재(1100)의 상부면은 마이크로 LED(100)가 안착되는 가이드경사부(1002)가 형성된 안착홈(1001)과 안착홈(1001) 주변으로 형성되는 차폐부(1003)가 구비된다는 점에서만 구성상의 차이가 있고, 나머지 구성은 동일하다.

[0135] 도 9a를 참조하면, 먼저 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)를 용액(2000)에 투하한다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치간격이 조절될 수 있다.

[0136] 다음으로 도 9b를 참조하면, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 상승시켜 마이크로 LED(100)가 안착홈(1001)의 내부로 진입하도록 한다. 이때 안착홈(1001)의 가이드경사부(1002)가 마이크로 LED(100)의 안착홈(1001)의 진입을 가이드하게 되며, 용액(2000) 내에서 흐트러졌던 정렬이 안착홈(1001)의 피치간격으로 재정렬된다.

[0137] 다음으로 도 9c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 기공에 가하진 진공 흡입력으로 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED(100)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다.

[0138] 이하, 도 10을 참조하여 제1실시예에 따른 전사시스템의 제3변형례을 보다 상세히 설명한다.

[0139] 도 10은 도 8에 도시된 제2실시예에 따른 전사시스템의 제1변형례과는 달리, 다공성 부재(1100)의 상부면은 마이크로 LED(100)가 안착되는 가이드경사부(1002)가 형성된 안착홈(1001)과 안착홈(1001) 주변으로 형성되는 차폐부(1003)가 구비된다는 점에서만 구성상의 차이가 있고, 나머지 구성은 동일하다.

[0140] 도 10a를 참조하면, 먼저 성장기판(101)에서 제조된 마이크로 LED(100)를 용액(2000)에 투하한다. 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)들은 용액(2000)의 유속을 제어하여 서로 간의 피치간격이 조절될 수 있다.

[0141] 다음으로 도 10b를 참조하면, 전기삼투펌프를 작동시켜, 다공성 부재(1100)의 상부에 위치하는 용액(2000)이 기공을 통해 챔버(1200) 내부로 유입되도록 한다. 이에 따라 용액(2000)에 부유된 마이크로 LED(100)에는 하강력이 작용하게 되며, 하강력에 의해 마이크로 LED(100)는 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면으로 유인된다.

[0142] 여기서, 전기삼투펌프의 전압은 도 11의 (a)에 도시된 바와 같이 일정 전압일 수 있고, 도 11의 (b)와 같이 펄스파 전압일 수 있다.

[0143] 도 11의 (a)와 같이, 일정 전압이 전기삼투펌프에 적용되는 경우에는 일방향의 유체 흐름만으로 생성할 수 있다. 이를 통해 보다 신속하게 마이크로 LED(100)를 유인할 수 있다.

[0144] 한편, 도 11의 (b)와 같이 펄스파 전압이 전기삼투펌프에 적용되는 경우에는 서로 반대 방향의 2개의 유체 흐름이 생성된다. 하지만 V_1 전압의 절대값은 V_2 전압의 절대값보다 크고, V_1 전압의 유지시간은 V_2 전압의 유지시간보다 크므로, 전체적으로 보았을 때, 유체는 하향의 일방향으로 흐르게 되며, V_2 전압이 인가되는 시점에서는 유체의 일방향에 충격을 주는 효과를 발휘할 수 있게 된다.

[0145] 전기삼투펌프를 펄스파 전압 구동을 하면, 용액(2000)의 하강 흐름과 상승 흐름이 동시에 발생하지만, 용액(2000)의 하강흐름이 상승흐름보다 크도록 제어됨과 동시에 일정 간격으로 마이크로 LED(100)에 상향 충격파를 부여함으로써, 마이크로 LED(100)가 가이드경사부(1002)를 따라 보다 쉽게 안착홈(1001)의 바닥면으로 유인되도록 할 수 있다. 다시 말해 마이크로 LED(100)가 전기삼투펌프에 의해 전체적으로 하강흐름에 의해 아래로 이동하는 과정에서, 중간적으로 상승 흐름을 짧게 인가함으로써 마이크로 LED(100)가 가이드경사부(1002)에 어긋나

게 걸쳐지더라도 어긋난 위치를 벗어나 안착홈(1001) 내부로 쉽게 유인될 수 있게 된다.

[0146] 안착홈(1001)의 가이드경사부(1002)는 마이크로 LED(100)의 안착홈(1001)의 진입을 가이드하게 되며, 용액(2000) 내에서 흐트러졌던 정렬이 안착홈(1001)의 피치간격으로 재정렬된다.

[0147] 그 이후에 진공펌프를 작동시켜 챔버(1200)를 통해 내부 공기를 외부로 배출시키면, 마이크로 LED 흡착체(1000)의 흡착면은 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하게 된다. 여기서 용액(2000)의 일부가 챔버(1200) 내부로 유입되며, 챔버(1200) 내부로 유입된 용액(2000)은 배수부(미도시)를 통해 외부로 유출될 수 있다.

[0148] 다음으로 도 10c에 도시된 바와 같이, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착한 상태에서, 마이크로 LED 흡착체(1000)를 지속적으로 상승시켜 마이크로 LED 흡착체(1000)가 용액(2000) 외부로 노출되도록 한다.

[0150] **다공성 부재에 관한 다른 실시예**

[0151] 도 12는 제1,2실시예의 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다.

[0152] 도 12에 도시된 바와 같이 다공성 부재는, 금속을 양극산화하여 형성된 기공을 갖는 양극산화막(1300)일 수 있다.

[0153] 양극산화막(1300)은 모재인 금속을 양극산화하여 형성된 막을 의미하고, 기공(1303)은 금속을 양극산화하여 양극산화막(1300)을 형성하는 과정에서 형성되는 구멍을 의미한다. 예컨대, 모재인 금속이 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금인 경우, 모재를 양극산화하면 모재의 표면에 양극산화알루미늄(Al_2O_3) 재질의 양극산화막(1300)이 형성된다. 위와 같이, 형성된 양극산화막(1300)은 내부에 기공(1303)이 형성되지 않은 배리어층과, 내부에 기공(1303)이 형성된 다공층으로 구분된다. 배리어층은 모재의 상부에 위치하고, 다공층은 배리어층(1301)의 상부에 위치한다. 이처럼, 배리어층과 다공층을 갖는 양극산화막(1300)이 표면에 형성된 모재에서, 모재를 제거하게 되면, 양극산화알루미늄(Al_2O_3) 재질의 양극산화막(1300)만이 남게 된다.

[0154] 양극산화막(1300)은, 지름이 균일하고, 수직한 형태로 형성되면서 규칙적인 배열을 갖는 기공(1303)을 갖게 된다. 따라서, 배리어층(1301)을 제거하면, 기공(1303)은 상, 하로 수직하게 관통된 구조를 갖게 되며, 이를 통해 수직한 방향으로 진공압을 형성하는 것이 용이하게 된다.

[0155] 양극산화막(1300)의 내부는 수직 형상의 기공(1303)에 의해 수직한 형태로의 유로를 형성할 수 있게 된다. 기공(1303)의 내부 폭은 수 nm 내지 수 백nm의 크기를 갖는다. 예를 들어, 진공 흡착하고자 하는 마이크로 LED의 사이즈가 30㎛ x 30㎛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㎛ x 30㎛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. 마이크로 LED(100)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 양극산화막(1300)의 수만 내지 수 천만개의 기공(1303)을 이용하여 진공 흡착하는 것이 가능한 것이다.

[0156] 도 13은 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 13에 도시된 다공성 부재는, 비흡착영역(1330)의 상부에는 양극산화막(1300)의 강도를 보강하기 위한 지지부(1307)가 추가로 형성된다. 일례로, 지지부(1307)는 금속 재질의 모재가 될 수 있다. 양극산화 시 사용된 금속 재질의 모재가 제거되지 않고 배리어층(1301)의 상부에 구비되면서 금속 재질의 모재가 지지부(1307)가 될 수 있다. 도 8을 참조하면, 비흡착영역(1330)에서는 금속 재질의 모재(1307), 배리어층(1301) 및 기공(1303)이 형성된 다공층(1305)이 모두 구비된 채로 형성되고, 흡착영역(1310)은 금속 재질의 모재(1307) 및 배리어층(1301)이 제거됨에 따라 기공(1303)의 상, 하가 관통되도록 형성된다. 금속 재질의 모재(1307)가 비흡착영역(1330)에 구비되어 양극산화막(1300)의 강성을 확보할 수 있게 된다. 위와 같은 지지부(1307)의 구성에 의하여, 상대적으로 강도가 약한 양극산화막(1300)의 강도를 높일 수 있게 됨에 따라 양극산화막(1300)으로 구성되는 제1,2실시예에 따른 전사헤드(1000)의 크기를 대면적화 할 수 있다.

[0157] 도 14는 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 14에 도시된 전사헤드(1000)는, 양극산화막(1300)의 흡착영역(1310)에는 양극산화막(1300)의 자연발생적으로 형성되는 기공(1303) 이외에 투과홀(1309)이 추가로 형

성된다. 투과홀(1309)은 양극산화막(1300)의 상면과 하면을 관통하도록 형성된다. 투과홀(1309)의 직경은 기공(1303)의 직경보다 더 크게 형성된다. 이러한 투과홀(1309)은 전술한 양극산화막(1300) 및 기공(1303)이 형성된 후, 양극산화막(1300)을 수직방향으로 에칭함으로써 형성될 수 있다.

[0158] 도 15는 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 15에 도시된 전사헤드(1000)는, 양극산화막(1300)의 흡착영역(1310)의 하부에는 확장홈(1310)이 추가로 형성된다. 확장홈(1310)은 전술한 기공(1303) 또는 투과홀(1309)보다 더 큰 수평 면적을 갖으면서도 마이크로 LED(100)의 상면의 수평 면적보다 작은 면적을 갖는다. 이러한 흡착홈(1310)은 전술한 양극산화막(1300) 및 기공(1303)이 형성된 후, 양극산화막(1300)의 일부를 소정의 깊이로 에칭 함으로써 형성될 수 있다.

[0159] 도 16은 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 16에 도시된 전사헤드(1000)는, 양극산화막(1300)의 흡착영역(1310)의 하부에는 안착홈(1311)이 추가로 형성된다. 안착홈(1310)은 마이크로 LED(100)의 상면의 수평 면적보다 더 수평 면적을 갖는다. 이러한 안착홈(1310)은 전술한 양극산화막(1300) 및 기공(1303)이 형성된 후, 양극산화막(1300)의 일부를 소정의 깊이로 에칭 함으로써 형성될 수 있다.

[0160] 도 17은 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 도 17에 도시된 전사헤드(1000)는 양극산화막(1300)의 비흡착영역(1330)의 하부에는 도피홈(1313)이 추가로 형성된다. 도피홈(1313)은, 전사헤드(1000)가 하강하여 특정 위치, 열 또는 행의 마이크로 LED(100)을 진공 흡착할 경우에, 비 흡착 대상의 마이크로 LED(100)와의 간섭을 방지하는 기능을 한다. 도피홈(1313)의 구성에 의해 흡착영역(1310)의 하부에는 돌출부(1315)가 구비된다. 돌출부(1315)는 도피홈(1313)에 비해 하부로 수직방향으로 더 돌출되는 부분이고, 돌출부(1315)의 하부에서 마이크로 LED(100)가 흡착된다. 도피홈(1313)의 수평 면적은 적어도 1개의 마이크로 LED(100)의 수평 면적보다 크게 형성된다. 도 17에는 도피홈(1313)의 가로 방향의 수평 면적이 2개의 마이크로 LED(100)의 수평 면적과 마이크로 LED(100)간의 가로 방향 피치간격의 2배를 더한 만큼의 수평 면적을 갖는 것으로 도시되어 있다. 이를 통해 흡착대상이 되는 마이크로 LED(100)를 흡착하기 위하여, 전사헤드(1000)를 하강시킬 때에 비 흡착 대상이 되는 마이크로 LED(100)과의 간섭을 방지할 수 있게 된다.

[0162] 도 18, 19는 제1,2실시예의 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다.

[0163] 제1다공성 부재(1500)의 상부에는 제2다공성 부재(1600)가 구비된다. 제1,2다공성 부재(1500, 1600)은 서로 다른 다공성의 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1,2다공성 부재(1500, 1600)는 기공의 배열 및 크기, 다공성 부재의 소재, 형상 등에서 서로 다른 특성을 가진다.

[0164] 기공의 배열 측면에서 살펴보면, 제1,2다공성 부재(1500, 1600) 중 하나는 기공이 일정한 배열을 갖는 것이고 다른 하나는 기공이 무질서한 배열을 갖는 것일 수 있다. 기공의 크기 측면에서 살펴보면, 제1,2다공성 부재(1500,1600) 중 어느 하나는 기공의 크기가 다른 하나에 비해 큰 것일 수 있다. 여기서 기공의 크기는 기공의 평균 크기일 수 있고, 기공 중에서의 최대 크기일 수 있다. 다공성 부재의 소재 측면에서 살펴보면, 어느 하나가 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재 중 하나의 소재로 구성되면 다른 하나는 어느 하나의 소재와는 다른 소재로서 유기, 무기(세라믹), 금속, 하이브리드형 다공성 소재 중에서 선택될 수 있다. 다공성 부재의 형상 측면에서 살펴보면, 제1,2다공성 부재(1500, 1600)의 형상은 서로 상이하게 구성될 수 있다.

[0165] 이처럼 제1,2다공성 부재(1500,1600)의 기공의 배열 및 크기, 소재 및 형상 등을 서로 달리함으로써 전사헤드(1000)의 기능을 다양하게 할 수 있고, 제1,2다공성 부재(1500, 1600)의 각각에 대한 상보적인 기능을 수행할 수 있게 할 수 있다. 다공성 부재의 개수는 제1,2다공성 부재처럼 2개로 한정되는 것은 아니며 각각의 다공성 부재가 서로 상보적인 기능을 갖는 것이라면 그 이상으로 구비되는 것도 제3실시예의 범위에 포함된다.

[0166] 도 19를 참조하면, 제1다공성 부재(1500)는 금속을 양극산화하여 형성된 기공을 갖는 양극산화막(1300)으로 구비된다. 제2다공성 부재(1600)는 제1다공성 부재(1500)의 중앙 처짐 현상 방지에 효과를 갖는 경질의 다공성 지지체로 구성될 수 있다. 예컨대, 제2다공성 부재(1600)는 다공성 세라믹 소재일 수 있다.

[0168] 도 20은 제1,2실시예의 다공성 부재의 다른 실시예를 도시한 도면이다. 다공성 부재의 제3실시예는, 다공성 부재(1100)가 제1,2,3다공성부재(1700, 1800, 1900)의 삼중 구조를 포함하여 구성된다는 것을 특징으로 한다.

[0169] 제1다공성 부재(1700)의 상부에는 제2다공성 부재(1800)가 구비되고, 제2다공성 부재(1800)의 상부에는 제3다공성 부재(1900)가 구비된다. 제1다공성 부재(1700)는 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하는 기능을 수행하는 구성

이다. 제2다공성 부재(1800) 및 제3다공성 부재(1900) 중 적어도 하는 경질의 다공성 지지체이고 다른 하나는 연질의 다공성 완충체로 구성될 수 있다.

[0170] 위와 같은 구성에 의하여, 마이크로 LED(100)를 진공 흡착할 수 있고, 제1다공성 부재(1700)의 중앙 처짐 현상을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 마이크로 LED(100)의 손상을 방지할 수 있는 효과를 갖는다.

[0172] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 다음과 효과를 발휘할 수 있다.

[0173] 마이크로 LED 흡착체(1000)가 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)를 진공 흡착력을 흡착하여 전사할 수 있게 되므로, 마이크로 LED 흡착체(10000)가 마이크로 LED(100)를 흡착하기 위한 별도의 전사력이 필요치 않게 된다.

[0174] 마이크로 LED 흡착체(1000)에 구비되는 안착홈(1001)을 이용하여 용액(2000)에 투하된 마이크로 LED(100)의 정렬을 보정할 수 있게 된다.

[0175] 마이크로 LED 흡착체(1000)에 구비되는 전기삼투펌프를 이용하여 마이크로 LED(100)를 흡착면으로 보다 용이하게 유인할 수 있다.

[0176] 용액(2000)에 투하되는 마이크로 LED(100)들은 양품 검사를 사전에 시행하여 불량품을 제외한 양품의 마이크로 LED(100)만이 용액이 투하될 수 있다. 위와 같이 양품의 마이크로 LED(100)만이 용액(2000)에 투하되는 구성에 있어서는, 마이크로 LED 흡착체(1000)가 양품의 마이크로 LED(100)만을 흡착하여 전사할 수 있기 때문에 표시기판(300)에 실장된 마이크로 LED(100) 중 불량품을 선별하여 제거한 후 다시 양품의 마이크로 LED(100)를 불량품의 마이크로 LED(100)가 실장된 자리에 실장시키는 복잡한 과정을 수행하지 않아도 된다. 이에 따라 마이크로 LED(100)의 전사 공정이 보다 효율적으로 이루어 질 수 있다.

[0178] 전술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예를 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.

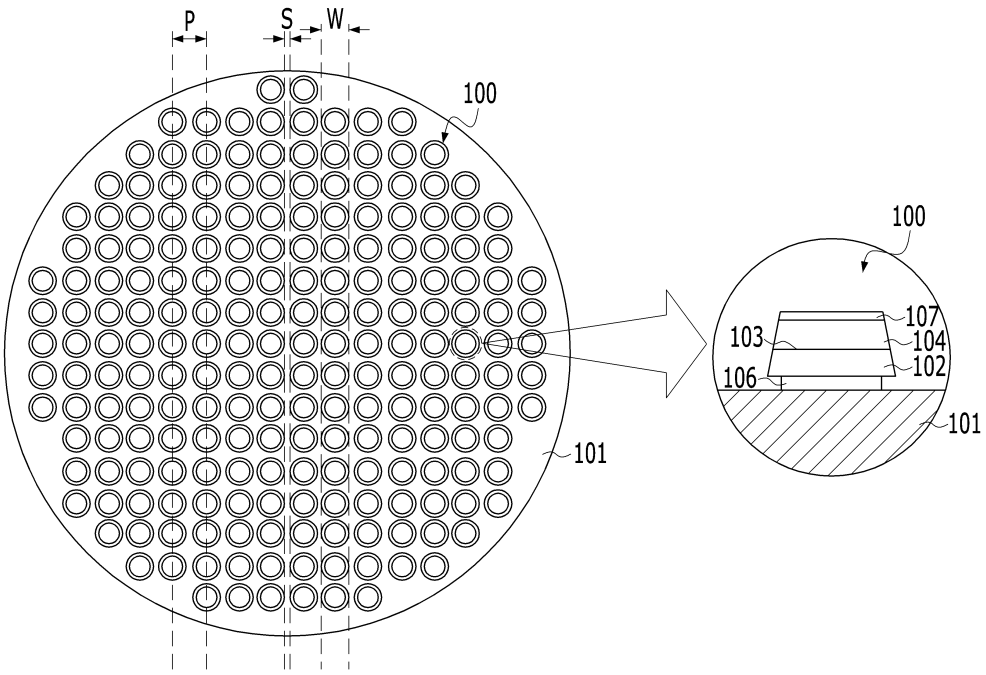
부호의 설명

[0179] 100 : 마이크로 LED 300: 표시기판

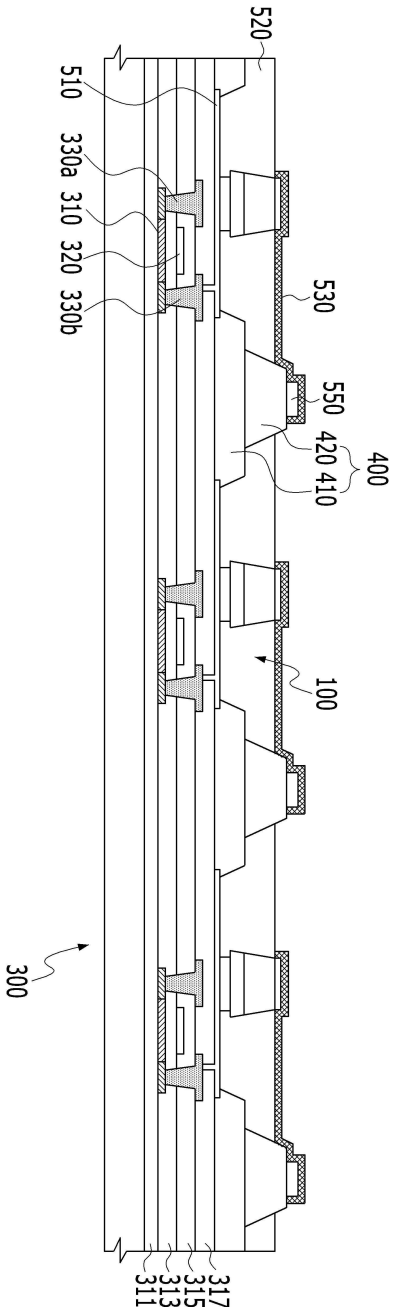
1100 : 다공성 부재 1001: 안착홈

도면

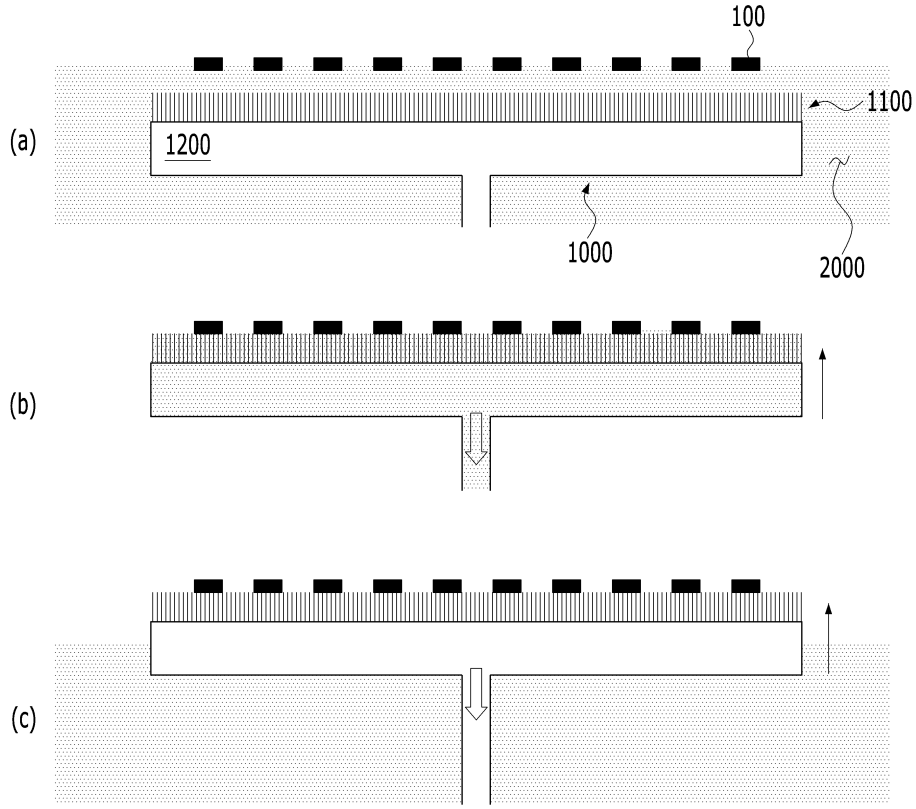
도면1



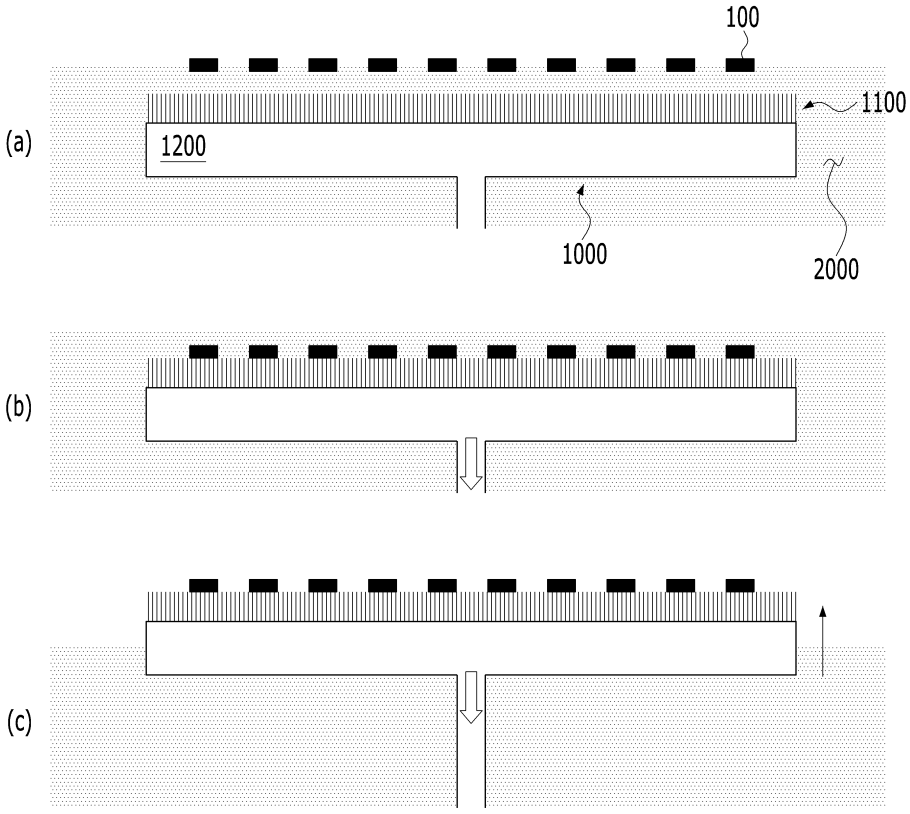
도면2


520
510
330a
310
320
330b
530
550
420
410
400
100
300
311
313
315
317

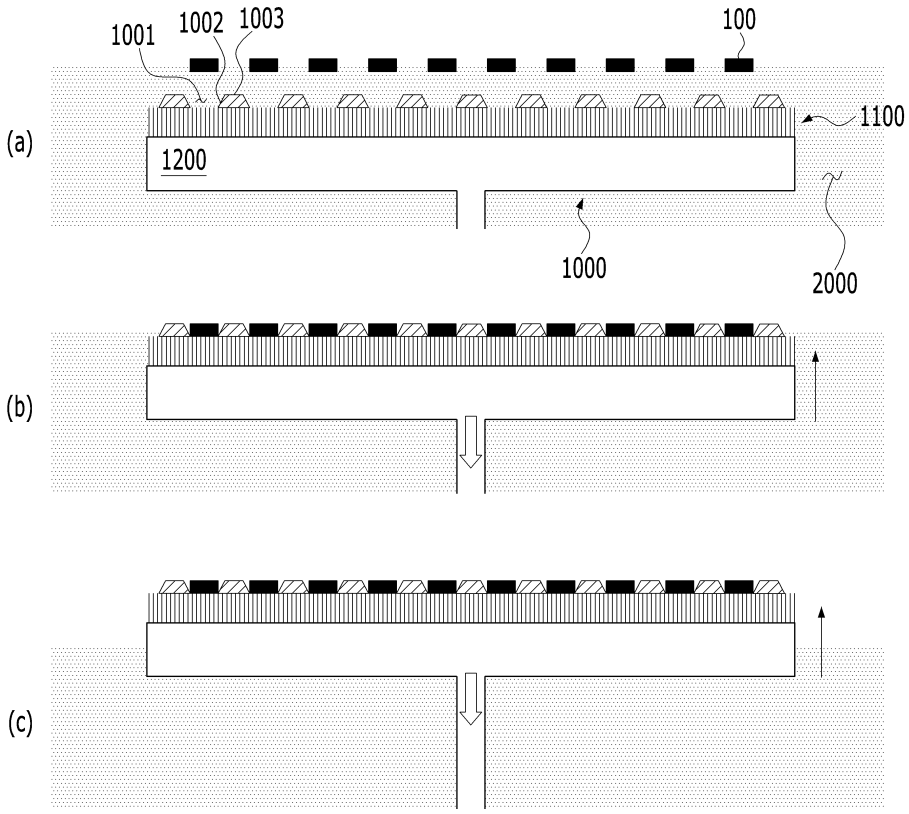
도면3



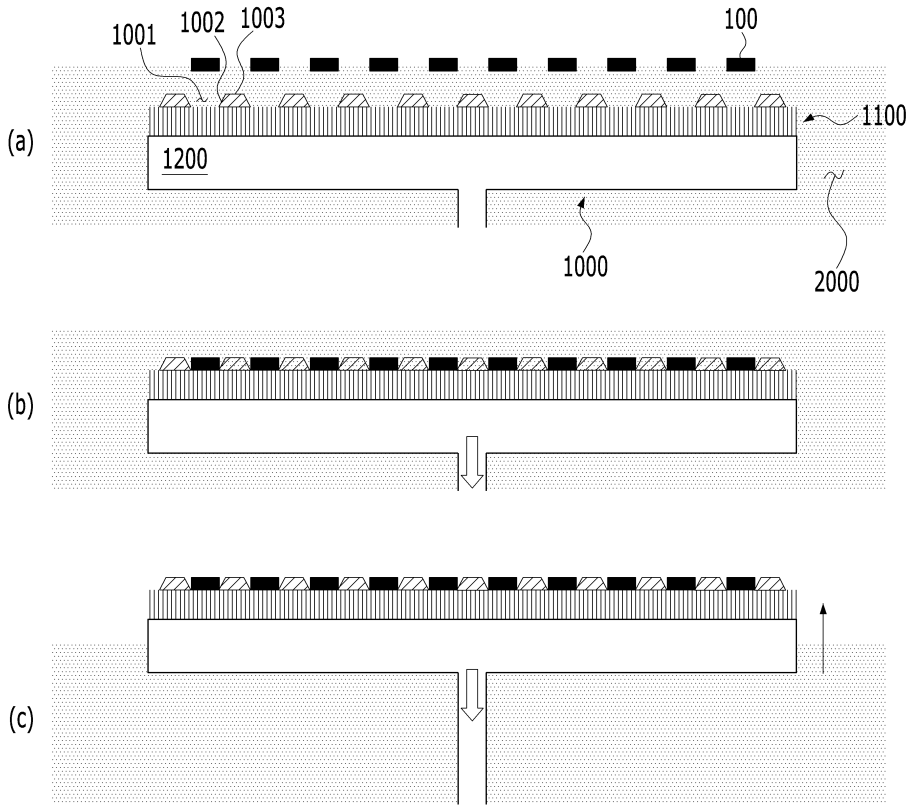
도면4



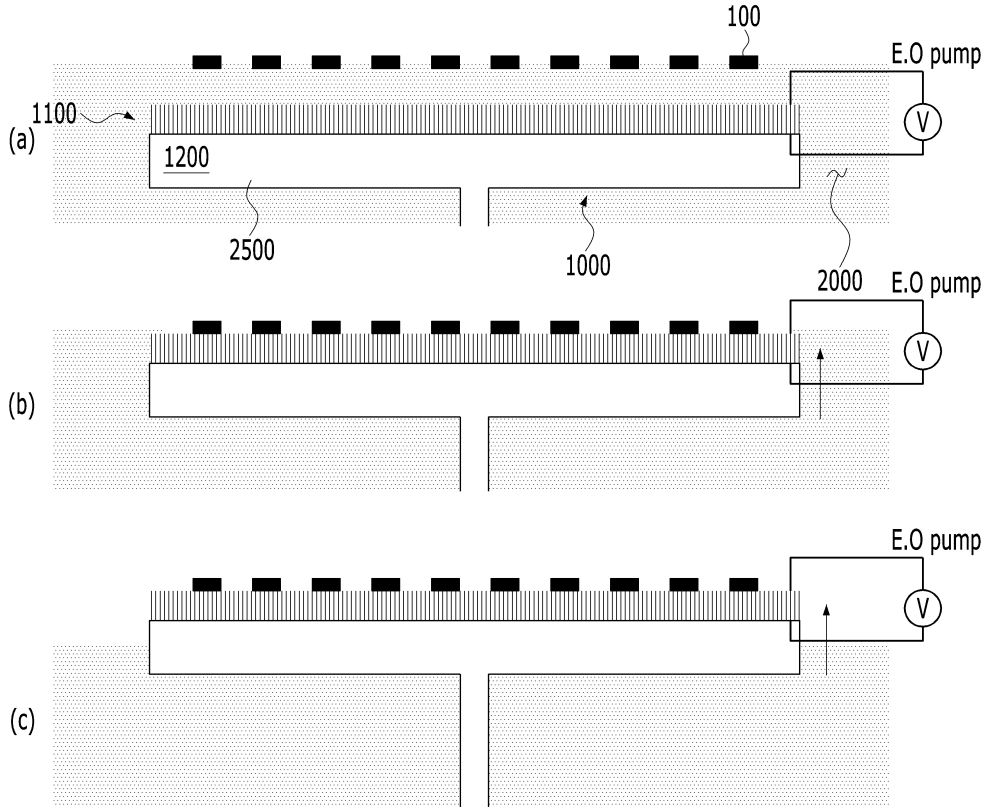
도면5



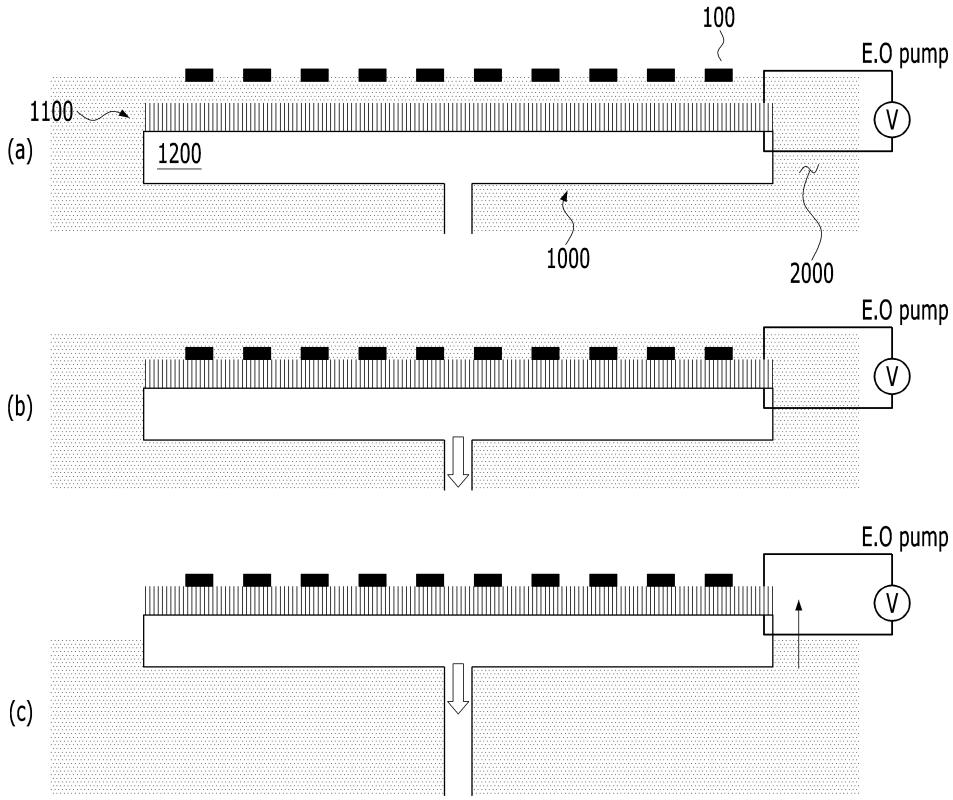
도면6



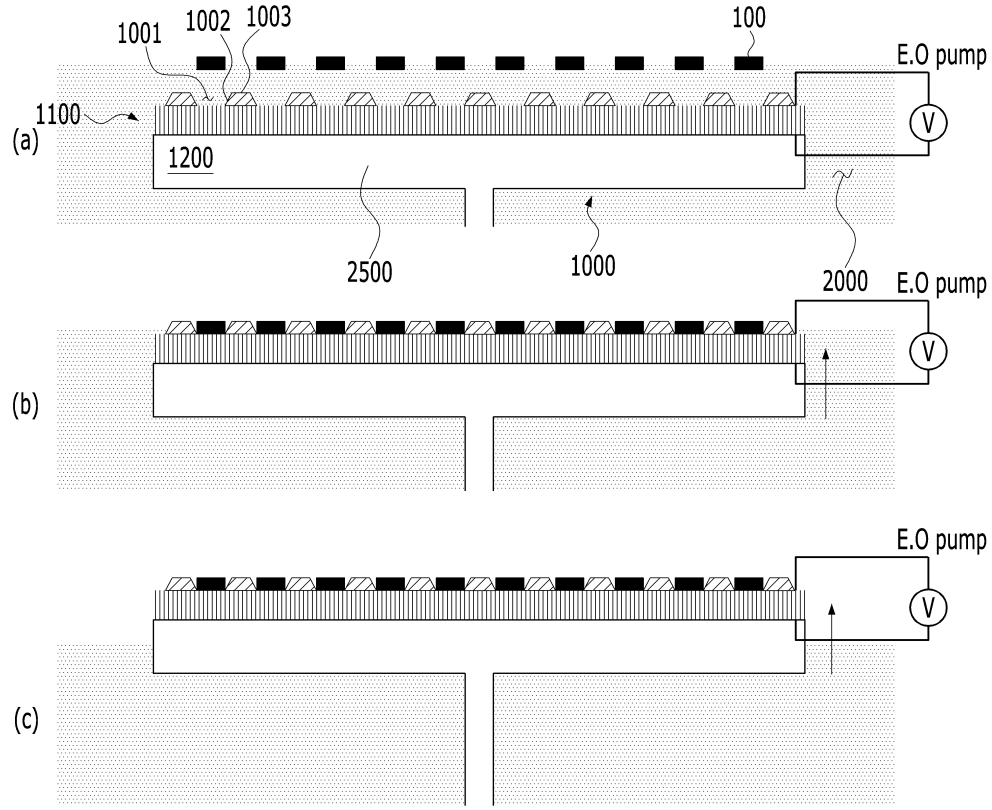
도면7



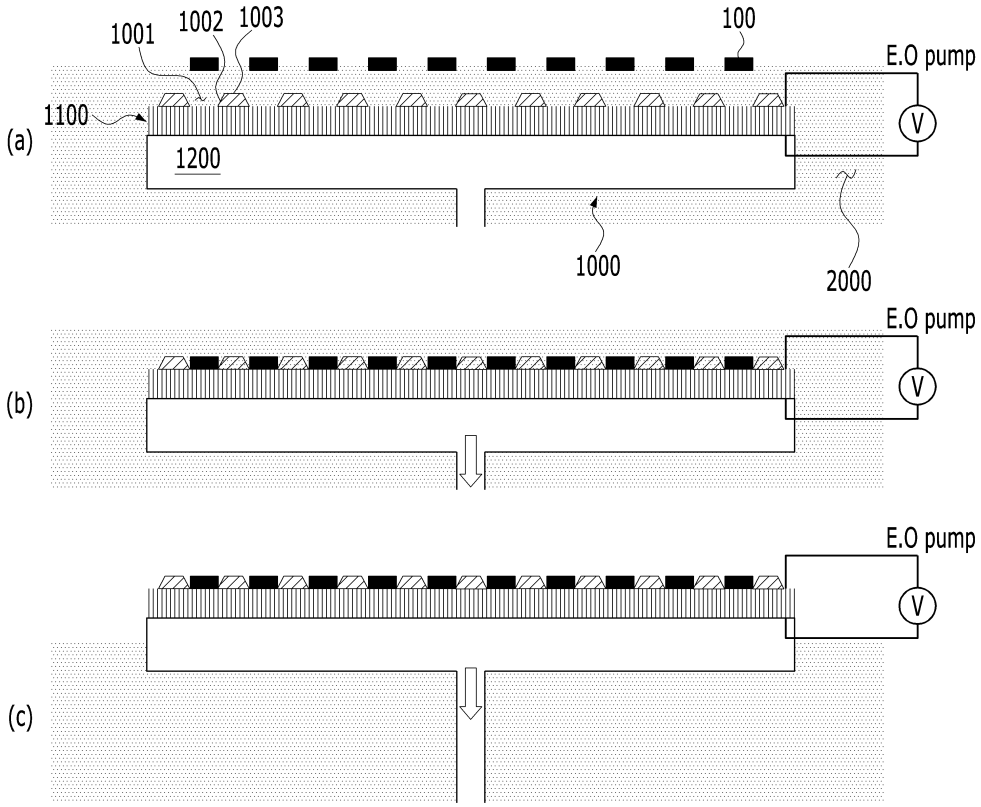
도면8



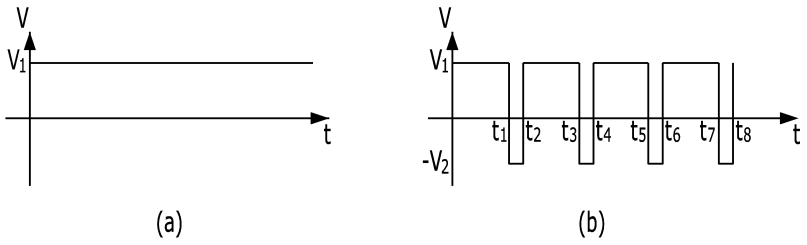
도면9


1001
1002
1003
100
E.O pump
1100
(a)
1200
V
2500
1000
2000
E.O pump
(b)
V
E.O pump
(c)
V

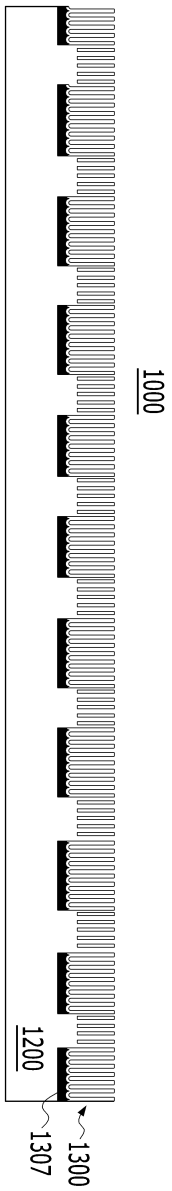
도면10


1001
1002
1003
100
E.O pump
1100
(a)
1200
V
1000
2000
E.O pump
(b)
V
E.O pump
(c)
V

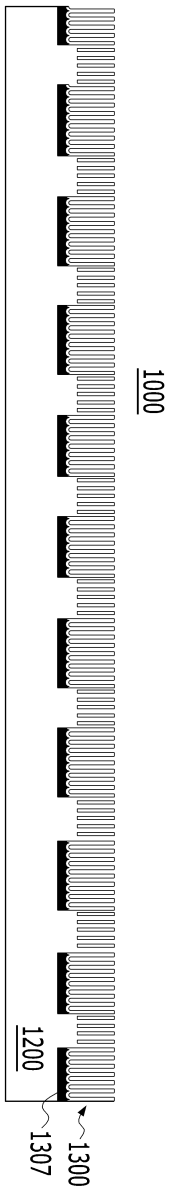
도면11


V
V1
t
(a)
V
V1
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t
-V2
(b)

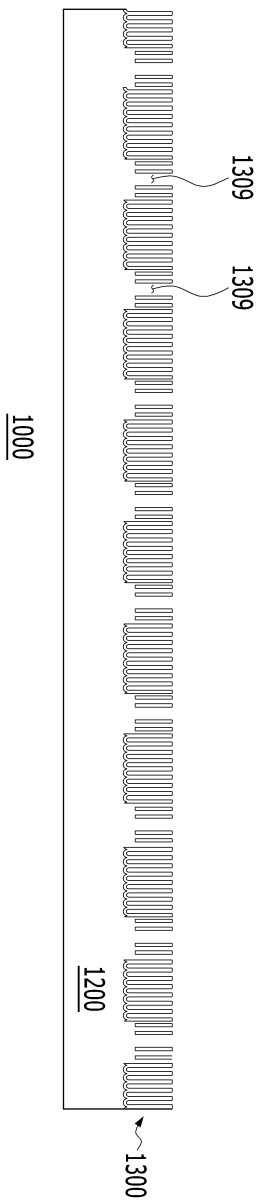
도면12



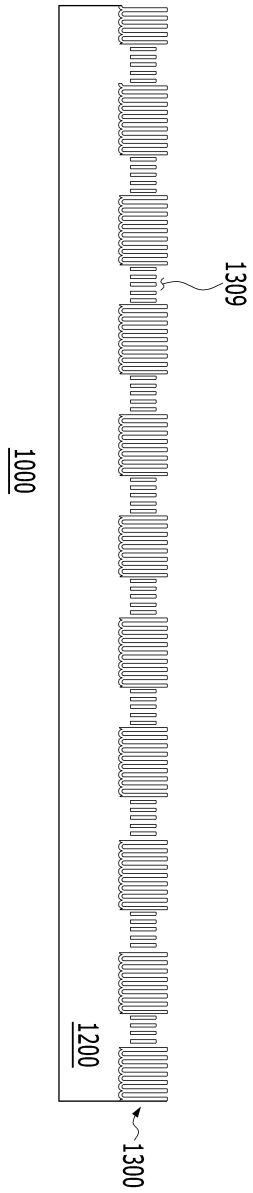
도면13



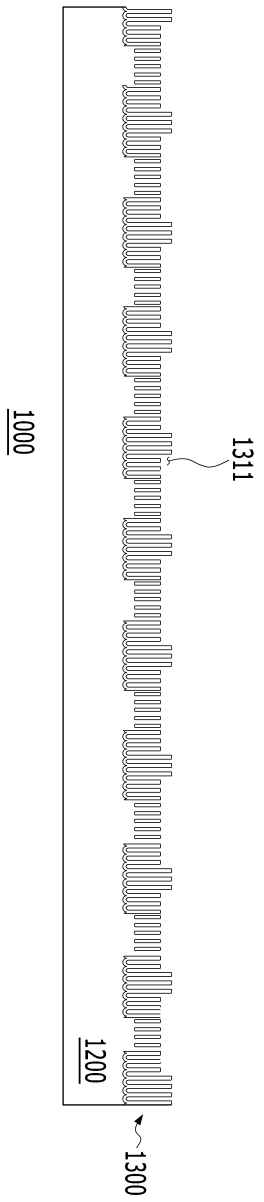
도면14



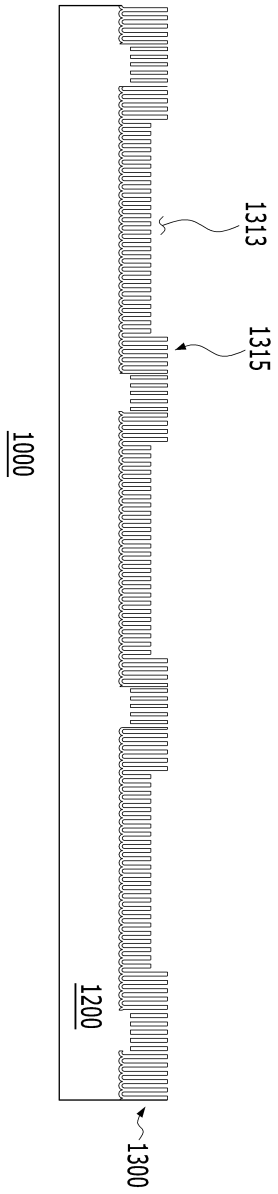
도면15



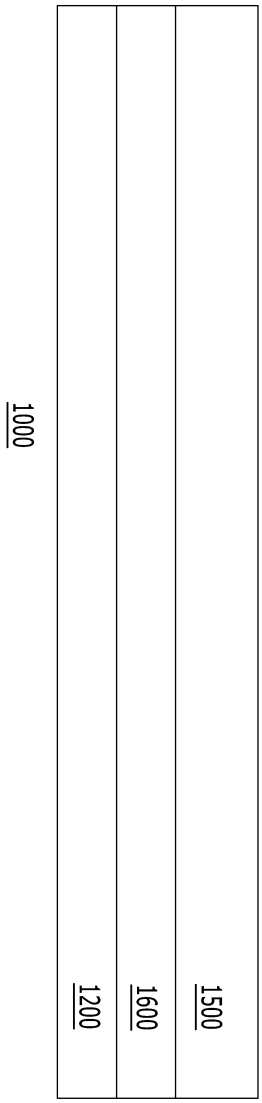
도면16



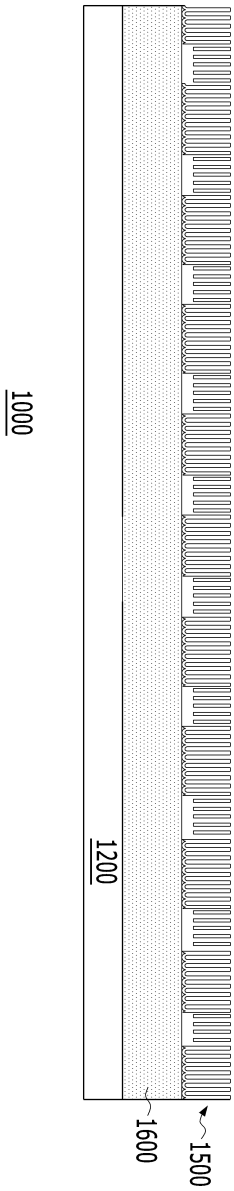
도면17



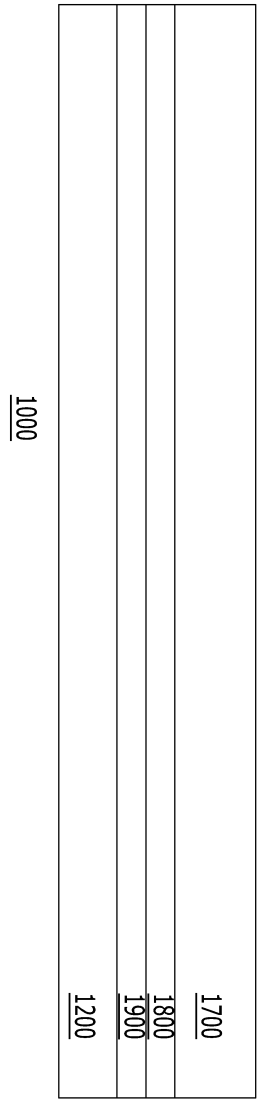
도면18



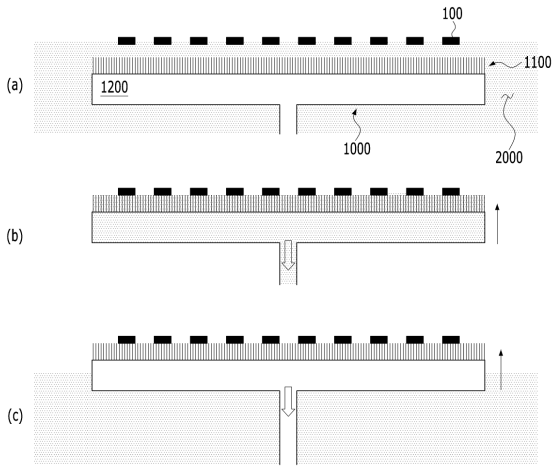
도면19



도면20



专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	KR1020190131305A	公开(公告)日	2019-11-26
申请号	KR1020180056013	申请日	2018-05-16
[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 H01L25/075		
CPC分类号	H01L21/67144 H01L21/67712 H01L21/67721 H01L25/0753 H01L33/0004 H01L21/6838 H01L27/156 H01L33/486 H01L2933/0033 H01L27/3272 H01L33/005 H01L33/08 H01L33/36 H05K13/0409		
代理人(译)	Choegwangseok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种微型LED转移头，其可以更有效地转移溶液中滴下的微型LED。 一种LED传输系统，包括：放置在溶液中的微型LED； 微型LED吸附体被安装在溶液中，该微型LED吸附体包括具有孔的多孔构件，并将微型LED吸收到具有孔的吸附面中。