



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0122367
(43) 공개일자 2019년10월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67144 (2013.01)
H01L 21/67092 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0046032
(22) 출원일자 2018년04월20일
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

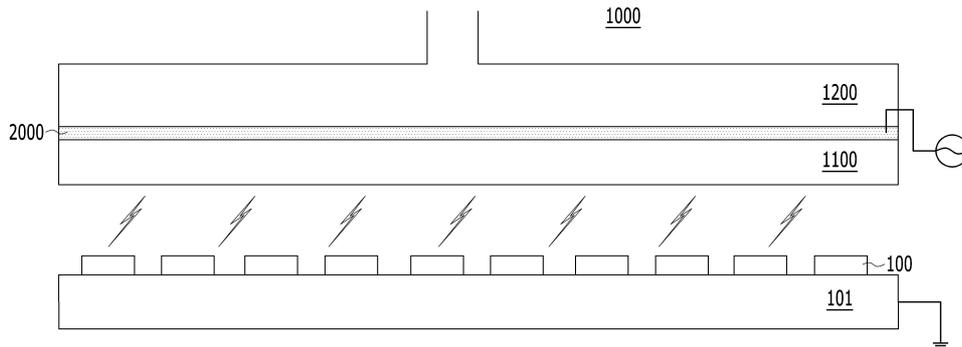
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로 LED 전사 시스템**

(57) 요약

본 발명은 전사헤드가 마이크로 LED를 흡착 및 탈착할 때 흡착 및 탈착을 방해하는 방해요인들을 효과적으로 제거하여 마이크로 LED를 보다 효율적으로 전사할 수 있는 마이크로 LED 전사 시스템을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류
H05H 1/46 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드; 및

상기 전사헤드 하면에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 2

제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드; 및

상기 제1기판의 상면에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 3

제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드; 및

상기 제1기판 및 상기 전사헤드 사이에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전사헤드는 기공을 갖는 다공성 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로 LED 전사 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

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

청구항 6

제4항에 있어서,

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

발명의 설명

기술분야

본 발명은 마이크로 LED 전사 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

- [0002] 현재 디스플레이 시장은 아직은 LCD가 주류를 이루고 있는 가운데 OLED가 LCD를 빠르게 대체하며 주류로 부상하고 있는 상황이다. 디스플레이 업체들의 OLED 시장 참여가 러시를 이루고 있는 상황에서 최근 Micro LED(이하, '마이크로 LED' 라 함) 디스플레이가 또 하나의 차세대 디스플레이로 부상하고 있다. LCD와 OLED의 핵심소재가 각각 액정(Liquid Crystal), 유기재료인데 반해 마이크로 LED 디스플레이는 1~100마이크로미터(μm) 단위의 LED 칩 자체를 발광재료로 사용하는 디스플레이이다.
- [0003] Cree사가 1999년에 "광 적출을 향상시킨 마이크로-발광 다이오드 어레이"에 관한 특허를 출원하면서(등록특허공보 등록번호 제0731673호), 마이크로 LED 라는 용어가 등장한 이래 관련 연구 논문들이 잇달아 발표되면서 연구 개발이 이루어지고 있다. 마이크로 LED를 디스플레이에 응용하기 위해 해결해야 할 과제로 마이크로 LED 소자를 Flexible 소재/소자를 기반으로 하는 맞춤형 마이크로 칩 개발이 필요하고, 마이크로 미터 사이즈의 LED 칩의 전사(transfer)와 디스플레이 픽셀 전극에 정확한 실장(Mounting)을 위한 기술이 필요하다.
- [0004] 특히, 마이크로 LED 소자를 표시 기판에 이송하는 전사(transfer)와 관련하여, LED 크기가 1~100 마이크로미터(μm) 단위까지 작아짐에 따라 기존의 픽애플레이스(pick & place) 장비를 사용할 수 없고, 보다 고정밀도로 이송하는 전사 헤드기술이 필요하게 되었다. 이러한 전사 헤드 기술과 관련하여, 이하에서 살펴보는 바와 같은 몇 가지의 구조들이 제안되고 있으나 각 제안 기술은 몇 가지의 단점들을 가지고 있다.
- [0005] 미국의 Luxvue사는 정전헤드(electrostatic head)를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(공개특허공보 공개번호 제2014-0112486호, 이하 '선행발명1' 이라 함). 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). 한국광기술원은 섬모 접촉구조 헤드를 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1754528호, 이하 '선행발명3' 이라 함). 한국기계연구원은 롤러에 접촉제를 코팅하여 마이크로 LED를 전사하는 방법을 제안하였다(등록특허공보 등록번호 제1757404호, 이하 '선행발명4' 라 함). 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). 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).
- [0006] 위와 같은 선행발명 1 내지 6은, 마이크로 LED를 어떻게 전사할 것인지에만 초점을 두고 있다. 그러나 마이크로 LED를 제1기판에서 제2기판으로 전사함에 있어서 전사헤드가 마이크로 LED를 흡착 및 탈착할 때 흡착 및 탈착을 방해하는 방해요인들을 어떻게 제거할 것인지에 대해서는 제안하지 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (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

[0009] 이에 본 발명은 전사헤드가 마이크로 LED를 흡착 및 탈착할 때 흡착 및 탈착을 방해하는 방해요인들을 효과적으로 제거하여 마이크로 LED를 보다 효율적으로 전사할 수 있는 마이크로 LED 전사 시스템을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 이러한 본 발명의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드; 및 상기 전사헤드 하면에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 한편, 본 발명에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드; 및 상기 제1기판의 상면에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 한편, 본 발명에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 제1기판에서 제2기판으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드; 및 상기 제1기판 및 상기 전사헤드 사이에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 전사헤드는 기공을 갖는 다공성 부재를 포함한다.

[0015] 또한, 상기 다공성 부재는 다공질 세라믹을 포함한다.

[0016] 또한, 상기 다공성 부재는 양극산화막을 포함한다.

발명의 효과

[0018] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의한 마이크로 LED 전사 시스템은, 마이크로 LED를 흡착 및 탈착할 때 흡착 및 탈착을 방해하는 방해요인들을 효과적으로 제거하여 마이크로 LED를 보다 효율적으로 전사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예들의 이송대상이 되는 마이크로 LED를 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 실시예들에 의해 표시기판에 이송되어 실장된 마이크로 LED 구조체의 도면.
- 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템의 도면.
- 도 5a는 본 발명의 제1실시예의 제1변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 5b는 본 발명의 제1실시예의 제1변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 7은 도 6의 'A'부분의 확대도.
- 도 8a는 본 발명의 제2실시예의 제1변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 8b는 본 발명의 제2실시예의 제2변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 8c는 본 발명의 제2실시예의 제3변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.
- 도 9a는 본 발명의 제2실시예의 제4변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드

의 도면.

도 9b는 본 발명의 제2실시예의 제5변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.

도 9c는 본 발명의 제2실시예의 제6변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면.

도 10은 본 발명의 제3실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템의 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 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.
- [0022] 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.
- [0023] 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.
- [0024] 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.
- [0025] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 전사헤드의 흡착 대상이 되는 복수의 마이크로 LED(100)를 도시한 도면이다. 마이크로 LED(100)는 성장 기관(101) 위에서 제작되어 위치한다.
- [0027] 성장 기관(101)은 전도성 기관 또는 절연성 기관으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 성장 기관(101)은 사파이어, SiC, Si, GaAs, GaN, ZnO, Si, GaP, InP, Ge, 및 Ga₂O₃ 중 적어도 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] 제1 반도체층(102)은 예를 들어, p형 반도체층으로 구현될 수 있다. p형 반도체층은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGa_n, InGa_n, InN, InAlGa_n, AlInN 등에서 선택될 수 있으며, Mg, Zn, Ca, Sr, Ba 등의 p형 도펀트가 도핑될 수 있다. 제2 반도체층(104)은 예를 들어, n형 반도체층을 포함하여 형성될 수 있다. n형 반도체층은 In_xAl_yGa_{1-x-y}N (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ x+y ≤ 1)의 조성식을 갖는 반도체 재료, 예를 들어 GaN, AlN, AlGa_n, InGa_n, InNInAlGa_n, AlInN 등에서 선택될 수 있으며, Si, Ge, Sn 등의 n형 도펀트가 도핑될 수 있다.
- [0031] 다만, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 제1 반도체층(102)이 n형 반도체층을 포함하고, 제2 반도체층(104)이 p형 반도체층을 포함할 수도 있다.
- [0032] 활성층(103)은 전자와 정공이 재결합되는 영역으로, 전자와 정공이 재결합함에 따라 낮은 에너지 준위로 천이하

며, 그에 상응하는 파장을 가지는 빛을 생성할 수 있다. 활성층(103)은 예를 들어, $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)의 조성식을 가지는 반도체 재료를 포함하여 형성될 수 있으며, 단일 양자 우물 구조 또는 다중 양자 우물 구조(MQW: Multi Quantum Well)로 형성될 수 있다. 또한, 양자선(Quantum wire)구조 또는 양자점(Quantum dot)구조를 포함할 수도 있다.

- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0035] 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.
- [0036] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로 LED 전사헤드에 의해 표시 기판으로 이송되어 실장됨에 따라 형성된 마이크로 LED 구조체를 도시한 도면이다.
- [0037] 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.
- [0038] 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.
- [0039] 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.
- [0040] 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.
- [0041] 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(310), 게이트 전극(320), 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)을 포함할 수 있다.
- [0042] 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.
- [0043] 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.
- [0044] 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.

- [0045] 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.
- [0046] 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.
- [0047] 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.
- [0048] 게이트 전극(320)상에는 층간 절연막(315)이 형성된다. 층간 절연막(315)은 소스 전극(330a) 및 드레인 전극(330b)과 게이트 전극(320)을 절연한다. 층간 절연막(315)은 무기 물질로 이루어진 막이 다층 또는 단층으로 형성될 수 있다. 예컨대 무기 물질은 금속 산화물 또는 금속 질화물일 수 있으며, 구체적으로 무기 물질은 실리콘산화물(SiO₂), 실리콘질화물(SiNx), 실리콘산질화물(SiON), 알루미늄산화물(Al₂O₃), 티타늄산화물(TiO₂), 탄탈산화물(Ta₂O₅), 하프늄산화물(HfO₂), 또는 아연산화물(ZrO₂) 등을 포함할 수 있다.
- [0049] 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.
- [0050] 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, 아미드계 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.
- [0051] 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.
- [0052] 뱅크층(400)은 제1 뱅크층(410) 상부의 제2 뱅크층(420)를 더 포함할 수 있다. 제1 뱅크층(410)과 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(550)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.
- [0053] 일 예로, 제1 뱅크층(410) 및 제2 뱅크층(420)는 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에테르설폰, 폴리비닐부티랄, 폴리페닐렌에테르, 폴리아미드, 폴리에테르이미드, 노보넨계(norbornene system) 수

지, 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.

[0054] 다른 예로, 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 SiO_x, SiN_x, SiN_xO_y, AlO_x, TiO_x, TaO_x, ZnO_x 등의 무기산화물, 무기질화물 등의 무기 절연 물질로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 실시예에서, 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 블랙 매트릭스(black matrix) 재료와 같은 불투명 재료로 형성될 수 있다. 절연성 블랙 매트릭스 재료로는 유기 수지, 글래스 페이스트(glass paste) 및 흑색 안료를 포함하는 수지 또는 페이스트, 금속 입자, 예컨대 니켈, 알루미늄, 몰리브덴 및 그의 합금, 금속 산화물 입자(예를 들어, 크롬 산화물), 또는 금속 질화물 입자(예를 들어, 크롬 질화물) 등을 포함할 수 있다. 변형예에서 제1 बैं크층(410) 및 제2 बैं크층(420)는 고반사율을 갖는 분산된 브래그 반사체(DBR) 또는 금속으로 형성된 미러 반사체일 수 있다.

[0055] 오목부에는 마이크로 LED(100)가 배치된다. 마이크로 LED(100)는 오목부에서 제1 전극(510)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0056] 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 전사헤드에 의해 성장 기관(101) 상에서 픽업(pick up)되어 표시 기관(300)에 전사됨으로써 표시 기관(300)의 오목부에 수용될 수 있다.

[0057] 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.

[0058] 제1 전극(510)은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 반사막 상에 형성된 투명 또는 반투명 전극층을 구비할 수 있다. 투명 또는 반투명 전극층은 인듐틴옥사이드(ITO; indium tin oxide), 인듐징크옥사이드(IZO; indium zinc oxide), 징크옥사이드(ZnO; zinc oxide), 인듐옥사이드(In₂O₃; indium oxide), 인듐갈륨옥사이드(IGO; indium gallium oxide) 및 알루미늄징크옥사이드(AZO; aluminum zinc oxide)를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 하나 이상을 구비할 수 있다.

[0059] 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), 폴리이미드, 아크릴레이트, 에폭시 및 폴리에스테르 등으로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0060] 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.

[0061] 제2 전극(530)은 마이크로 LED(100)와 패시베이션층(520)상에 배치될 수 있다. 제2 전극(530)은 ITO, IZO, ZnO 또는 In₂O₃ 등의 투명 전도성 물질로 형성될 수 있다.

[0063] **제1실시예**

[0064] 도 3은 본 발명의 바람직한 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 도시한 도면이다. 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는, 기공을 갖는 다공성 부재(1100)를 포함하고, 다공성 부재(1100)의 기공에 진공을 가하거나 기공에 가해진 진공을 해제하여 마이크로 LED(100)를 흡착하거나 탈착할 수 있다.

[0065] 다공성 부재(1100)의 상부에는 진공 챔버(1200)가 구비된다. 진공 챔버(1200)는 진공을 공급하거나 진공을 해제하는 진공포트에 연결된다. 진공 챔버(1200)는 진공포트의 작동에 따라 다공성 부재(1100)의 다수의 기공에 진공을 가하거나 기공에 가해진 진공을 해제하는 기능을 한다. 진공 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.

- [0066] 마이크로 LED(100)의 진공 흡착 시, 진공 챔버(1200)에 가해진 진공은 다공성 부재(1100)의 다수의 기공에 전달되어 마이크로 LED(100)에 대한 진공 흡착력이 발생한다. 한편, 마이크로 LED(100)의 탈착 시에는, 진공 챔버(1200)에 가해진 진공이 해제됨에 따라 다공성 부재(1100)의 다수의 기공에도 진공이 해제되어 마이크로 LED(100)에 대한 진공 흡착력이 제거된다.
- [0067] 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 매크로(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 일정 배열로 형성되는 양극산화막을 포함한다. 다공성 부재(1100)는 형상의 측면에서 분말, 코팅막, 벌크가 가능하고, 분말의 경우 구형, 중공구형, 화이버, 튜브형 등 다양한 형상이 가능하며, 분말을 그대로 사용하는 경우도 있지만, 이를 출발물질로 코팅막, 벌크 형상을 제조하여 사용하는 것도 가능하다.
- [0068] 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 공기 유로를 형성하게 된다. 한편, 다공성 부재(1100)의 기공이 수직 형상의 기공구조를 갖는 경우에는, 다공성 부재(1100)의 내부는 수직 형상의 기공에 의해 다공성 부재(1100)의 상, 하로 관통되면서 공기 유로를 형성할 수 있도록 한다.
- [0069] 다공성 부재(1100)는 마이크로 LED(100)를 흡착하는 흡착영역(1310)과 마이크로 LED(100)를 흡착하지 않는 비흡착영역(1330)을 포함한다. 흡착영역(1310)은 진공 챔버(1200)의 진공이 전달되어 마이크로 LED(100)를 흡착하는 영역이고, 비흡착영역(1330)은 진공 챔버(1200)의 진공이 전달되지 않음에 따라 마이크로 LED(100)를 흡착하지 않는 영역이다.
- [0070] 비흡착영역(1330)은 다공성 부재(1100)의 적어도 일부 표면에 차폐부가 형성함으로써 구현될 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.
- [0071] 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.
- [0072] 각각의 흡착영역(1310)의 수평 면적의 크기는 마이크로 LED(100)의 상부면의 수평 면적의 크기보다 작게 형성될 수 있고, 이를 통해 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하면서 진공의 누설을 방지하여 진공 흡착이 보다 용이하게 할 수 있다.
- [0073] 전사헤드(1000)는 진공 챔버(1200)의 진공도를 모니터링하는 모니터링부가 구비될 수 있다. 모니터링부는 진공 챔버(1200)에 형성되는 진공도를 모니터링하며, 제어부는 진공 챔버(1200)의 진공도의 정도에 따라 진공 챔버(1200)의 진공도를 제어할 수 있다. 모니터링부에서 진공 챔버(1200)의 진공도가 기 설정된 진공도의 범위보다 낮은 진공도로 형성될 경우에는, 제어부는 다공성 부재(1100)에 진공 흡착되어야 하는 마이크로 LED(100) 중 일부가 진공 흡착되지 않은 경우로 판단하거나 일부에서 진공의 누설이 있는 것으로 판단하여 전사헤드(1000)의 재작동을 명령할 수 있다. 이처럼 진공 챔버(1200) 내부의 진공도의 정도에 따라 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 오류 없이 이송하도록 한다.
- [0074] 또한 전사헤드(1000)에는 다공성 부재(1100)와 마이크로 LED(100)간의 접촉을 완충시키기 위하여 완충 부재가 구비될 수 있다. 이러한 완충 부재는 다공성 부재(1100)와 마이크로 LED(100)간의 접촉을 완충하면서 탄성 복원력을 갖는 것이라면 그 재질에는 제한이 없다. 완충 부재는 다공성 부재(1100)와 진공 챔버(1200)의 사이에 형성될 수 있으나, 완충 부재의 설치 위치는 이에 한정되는 것은 아니다. 다공성 부재(1100)와 마이크로 LED(100)간의 접촉을 완충시킬 수 있는 위치라면, 완충 부재는 전사헤드(1000)의 어느 위치에 설치되어도 무관하다.
- [0075] 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템은, 제1기판(예컨대, 성장 기판)에서 제2기판(예컨대, 임

시기관 또는 표시기관)으로 마이크로 LED를 전사하는 전사헤드 및 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 생성부를 포함한다.

- [0076] 플라즈마 생성부는 전사헤드의 하면에 플라즈마를 발생시키거나, 제1기관의 상면에 플라즈마를 발생시키거나, 제1기관 및 전사헤드 사이에 플라즈마를 발생시킬 수 있는 구성으로 이루어진다.
- [0077] 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 도시한 도면으로서, 플라즈마 생성부는 제1기관 및 전사헤드 사이에서 플라즈마를 발생시키는 것을 도시하고 있다.
- [0078] 전사헤드(1000)에는 전극(2000)이 구비된다. 전극(2000)을 통해 인가되는 플라즈마 생성부의 전원으로는 직류, 펄스화된 직류, RF 또는 마이크로웨이브뿐 아니라 수 kHz~수십 kHz의 낮은 주파수대의 교류가 사용될 수 있다. 한편, 제1기관(101)은 그라운드 역할을 한다.
- [0079] 전극(2000)은 전사헤드(1000)의 다공성 부재(1100)의 상부에 위치할 수 있다. 이 경우 다공성 부재(1100)는 유전체로서의 특성을 갖는 것이 바람직하다. 전극(2000)을 통해 인가되는 전원에 의해 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에는 플라즈마가 생성된다.
- [0080] 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마는 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착하는데 방해가 되는 방해 요인을 제거한다.
- [0081] 여기서 방해 요인은 정전기일 수 있다. 마이크로 LED(100)를 전사하는 과정에서 마이크로 LED 전사헤드(1000), 마이크로 LED(100) 및 표시 기관(300)간의 사이에서 두 부재간의 접촉, 마찰, 박리 등의 이유 및 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 진공 흡입력으로 흡착하는 과정에서 기공 내부에 발생하는 공기의 흐름 등의 이유로 정전기가 발생할 수 있다. 정전기력을 이용하여 마이크로 LED(100)를 흡착하는 경우에 있어서는 정전기가 적극적으로 유도되어야 하지만, 정전기력을 이용하지 않는 경우에는 정전기력은 마이크로 LED(100)를 흡착함에 있어서는 제거되어야할 부정적인 것이다. 본 발명의 제1실시예에 따른 마이크로 LED 전사헤드는 기공을 갖는 다공성 부재(1100)를 이용하여 흡입력에 의해 마이크로 LED를 흡착 및 탈착하는 것이므로, 마이크로 LED 전사헤드는 정전기가 제거되어야만 하는 부정적인 요소가 된다.
- [0082] 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마는 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 정전기를 제거할 수 있다. 여기서, 정전기는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 흡착면에 형성된 정전기일 수 있고, 마이크로 LED(100)의 상면에 형성된 정전기 일 수 있으며, 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이 공간에 존재하는 정전기일 수 있다. 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마에 의해 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착 및 탈착할 때 방해가 되는 정전기를 제거됨에 따라, 마이크로 LED(100)를 보다 효과적으로 전사할 수 있게 된다.
- [0083] 한편, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED를 흡착하는데 방해가 되는 방해 요인은 이물질일 수 있다. 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 다공성 부재(1100)는 미세한 많은 기공을 포함하고 있기 때문에 전사 과정에서 이물질이 다공성 부재(1100)의 표면에 달라 붙어 기공을 막는 문제를 야기할 수 있다. 이물질이 다공성 부재(1100)의 기공을 막게 되면, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 흡착력이 저하된다. 또한 이물질이 다공성 부재(1100)의 일부영역의 기공을 막게 되면 해당 일부 영역에서의 마이크로 LED(100)에 대한 흡착력이 불균일해진다 는 문제를 야기할 수 있다. 따라서 이러한 이물질은 다공성 부재(1100)의 표면에서 제거되어야 하는 방해요인이 된다.
- [0084] 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마는 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 이물질을 제거할 수 있다. 예컨대, 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마는 이물질은 태워서 제거할 수 있다. 여기서, 이물질은 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 흡착면에 형성된 이물질일 수 있고, 마이크로 LED(100)의 상면에 형성된 이물질일 수 있으며, 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이 공간에 존재하는 이물질일 수 있다. 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마에 의해 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착 및 탈착할 때 방해가 되는 이물질이 제거됨에 따라, 마이크로 LED(100)를 보다 효과적으로 전사할 수 있게 된다.
- [0085] 도 5a는 본 발명의 제1실시예의 제1변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다. 제1실시예의 제1변형례는, 플라즈마 생성과 관련된 전극(2100, 2300)이 모두 전사헤드(1000)에 구비된다는 점에서 제1실시예의 구성과 차이가 있다. 2개의 전극(2100, 2300) 사이의 다공성 부재(1100)는 유전체로서의 특성을 갖는 재질로 구성된다.

- [0086] 위와 같은 구성을 통해, 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 마이크로 LED(100)를 전사하는 기능 뿐만 아니라 마이크로 LED 전사헤드(1000) 자체만으로 플라즈마를 생성하는 기능을 동시에 수행할 수 있게 된다. 제1실시예의 제1변형례의 구성에 따르면, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 제1기판(101) 상에 위치하지 않더라도, 이동 중에도 플라즈마 생성이 가능하다. 마이크로 LED 전사 헤드(1000)가 제1기판(101)에서 제2기판(300)으로 마이크로 LED(100)를 전사한 이후에, 다시 제1기판(101)으로 복귀하는 과정에서 플라즈마를 생성시켜 흡착 및 탈착의 방해요인을 제거할 수 있으므로 단위 시간당 공정속도가 향상되는 효과를 발휘할 수 있게 된다.
- [0087] 도 5b는 본 발명의 제1실시예의 제2변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다. 제1실시예의 제2변형례는, 플라즈마 생성과 관련된 전극(2000)이 전사헤드(1000)의 흡착면에 형성되는 구성을 채택하고 있다. 위와 같은 구성을 통해, 마이크로 LED 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에서 플라즈마를 보다 쉽게 생성할 수 있게 되므로, 마이크로 LED 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에 생성된 흡착 및 탈착의 방해 요인을 보다 쉽게 제거할 수 있게 된다.
- [0089] **제2실시예**
- [0090] 이하, 본 발명의 제2실시예에 대해 살펴본다. 단, 이하 설명되는 실시예는 제1실시예와 비교하여 특징적인 구성요소들을 중심으로 설명하겠으며, 제1실시예와 동일하거나 유사한 구성요소들에 대한 설명들은 생략한다.
- [0091] 도 6은 본 발명의 바람직한 제2실시예에 따른 마이크로 LED 전사시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드(1000)를 도시한 도면이고, 도 7은 도 6의 'A' 부분을 확대한 도면이다.
- [0092] 제2실시예에 따른 마이크로 LED 전사헤드(1000)는, 제1실시예에서 설명한 다공성 부재(1100)가 금속을 양극산화하여 형성된 기공을 갖는 양극산화막(1300)인 것을 특징으로 한다.
- [0093] 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 배리어층(1301)과, 내부에 기공(1303)이 형성된 다공층으로 구분된다. 배리어층(1301)은 모재의 상부에 위치하고, 다공층은 배리어층(1301)의 상부에 위치한다. 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.
- [0094] 양극산화막(1300)은, 지름이 균일하고, 수직인 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 수직인 방향으로 진공압을 형성하는 것이 용이하게 된다.
- [0095] 양극산화막(1300)의 내부는 수직 형상의 기공(1303)에 의해 수직인 형태의 공기 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 $30\mu m \times 30\mu m$ 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. 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.
- [0096] 양극산화막(1300)의 상부에는 진공 챔버(1200)가 구비된다. 진공 챔버(1200)는 진공을 공급하는 진공포트에 연결된다. 진공 챔버(1200)는 진공포트의 작동에 따라 양극산화막(1300)의 다수의 수직 형상의 기공에 진공을 가하거나 진공을 해제하는 기능을 한다.
- [0097] 마이크로 LED(100)의 흡착 시, 진공 챔버(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, 진공 챔버(1200)에 가해진 진공이 해제됨에 따라 양극산화막(1300)의 다수의 기공(1303)에도 진공이 해제되어 마이크로 LED(100)에 대한 진공 흡착력이 제거된다.

- [0098] 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 진공 챔버(1200)의 진공이 전달되어 마이크로 LED(100)를 진공 흡착하는 영역이고, 비흡착영역(1330)은 진공 챔버(1200)의 진공이 전달되지 않음에 따라 마이크로 LED(100)를 흡착하지 않는 영역이다.
- [0099] 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.
- [0100] 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.
- [0101] 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.
- [0102] 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.
- [0103] 도 6에는, 배리어층(1301)이 양극산화막(1300)의 상부에 위치하고 기공(1303)이 있는 다공층(1305)이 하부에 위치하는 것으로 도시되어 있으나, 배리어층(1301)이 양극산화막(1300)의 하부에 위치하도록 도 6에 도시된 양극산화막(1300)이 상, 하 반전되어 비흡착영역(1330)을 구성할 수 있다.
- [0104] 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.
- [0105] 도 6에 도시된 전사헤드(1000)는, 비흡착영역(1330)의 상부에 전극(2000)이 형성된다. 여기서 전극(2000)은 비흡착영역(1330)의 상부에 추가로 형성될 수 있다.
- [0106] 한편, 이와는 다르게, 양극산화 시 사용된 금속 재질의 모재가 제거되지 않고 배리어층(1301)의 상부에 구비되면서 금속 재질의 모재가 전극(2000)이 될 수 있다. 도 7을 참조하면, 비흡착영역(1330)에서는 금속 재질의 모재(전극, 2000), 배리어층(1301) 및 기공(1303)이 형성된 다공층(1305)이 모두 구비된 채로 형성되고, 흡착영역(1310)은 금속 재질의 모재(전극, 2000) 및 배리어층(1301)이 제거됨에 따라 기공(1303)의 상, 하가 관통되도록 형성된다. 또한, 금속 재질의 모재(전극, 2000)가 비흡착영역(1330)에 구비되어 양극산화막(1300)의 강성을 확보할 수 있게 된다. 이와 같이 양극산화 시 사용된 금속 재질의 모재를 그대로 전극(2000)으로 이용할 수 있게 되므로, 플라즈마 생성을 위한 전극 형성이 보다 쉽다. 또한, 전극(2000)이 비흡착영역(1330)에 구비됨에 따라 비록 전극(2000)이 구비된다고 하더라도 마이크로 LED(100)의 흡착 및 탈착시 진공 형성에 영향을 미치지 않는다.
- [0107] 전극(2000)은 전사헤드(1000)의 양극산화막(1330)의 상부에 위치할 수 있다. 이 경우 양극산화막(1330)은 유전체로서의 특성을 갖는 것이 바람직하다. 전극(2000)을 통해 인가되는 전원에 의해 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에는 플라즈마가 생성된다.
- [0108] 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마는 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착하는데 방해가 되는 방해 요인을 제거한다.
- [0109] 여기서 방해 요인은 정전기일 수 있다. 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마는 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 정전기를 제거할 수 있다. 여기서, 정전기는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 흡착면에 형성된 정전기일 수 있고, 마이크로 LED(100)의 상면에 형성된 정전기 일 수 있으며, 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이 공간에 존재하는 정전기일 수 있다. 전사헤드(1000)와 제1기관(101) 사이에 생성된 플라즈마에 의해 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착 및 탈착할 때 방해가 되는 정전

기를 제거됨에 따라, 마이크로 LED(100)를 보다 효과적으로 전사할 수 있게 된다.

- [0110] 한편, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED를 흡착하는데 방해가 되는 방해 요인은 이물질일 수 있다. 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 양극산화막(1330)은 미세한 많은 기공을 포함하고 있기 때문에 전사 과정에서 이물질이 양극산화막(1330)의 표면에 달라 붙어 기공을 막는 문제를 야기할 수 있다. 이물질이 양극산화막(1330)의 기공을 막게 되면, 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 흡착력이 저하된다. 또한 이물질이 양극산화막(1330)의 일부영역의 기공을 막게 되면 해당 일부 영역에서의 마이크로 LED(100)에 대한 흡착력이 불균일해진다 는 문제를 야기할 수 있다. 따라서 이러한 이물질은 다공성 부재(1100)의 표면에서 제거되어야 하는 방해요인이 된다.
- [0111] 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에 생성된 플라즈마는 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에 생성된 이물질을 제거할 수 있다. 예컨대, 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에 생성된 플라즈마는 이물질은 태워서 제거할 수 있다. 여기서, 이물질은 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 흡착면에 형성된 이물질일 수 있고, 마이크로 LED(100)의 상면에 형성된 이물질일 수 있으며, 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이 공간에 존재하는 이물질일 수 있다. 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에 생성된 플라즈마에 의해 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 마이크로 LED(100)를 흡착 및 탈착할 때 방해가 되는 이물질이 제거됨에 따라, 마이크로 LED(100)를 보다 효과적으로 전사할 수 있게 된다.
- [0112] 도 8a는 본 발명의 제2실시예의 제1변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다. 제2실시예의 제1변형례는, 제2실시예의 배리어층(1301)이 제거되고 전극(2000)이 양극산화막(1300)의 상부면의 기공을 막으면서 형성되는 구성이라는 점에서 제2실시예의 구성과 차이가 있다.
- [0113] 전극(2000)은 배리어층이 제거되어 기공의 상,하가 관통되는 구성을 갖는 양극산화막(1300)의 상면에 스퍼터링(sputtering)공정을 통해 형성되며, 증착되는 전극(2000)을 두께를 소정의 두께 이상으로 두껍게 함으로써 전극(2000)의 양극산화막(1300)의 기공을 막으면서 형성된다.
- [0114] 제2실시예의 제1변형례는 전극(2000)을 패턴화하여 구성될 수 있다는 점에서 제2실시예의 배리어층(1301)의 상부에 형성되는 전극 구성에 비해 전극(2000) 구성의 설계 제한을 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0115] 도 8b는 본 발명의 제2실시예의 제2변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다. 제2실시예의 제2변형례는, 양극산화막(1300)의 상면에 형성되는 플라즈마 생성 전극(2000)이 양극산화막(1300)의 기공을 막지 않는 구성으로 형성된다는 점에서 제2실시예의 제1변형례의 구성과 차이가 있다.
- [0116] 전극(2000)은 배리어층이 제거되어 기공의 상,하가 관통되는 구성을 갖는 양극산화막(1300)의 상면에 스퍼터링(sputtering)공정을 통해 형성되며, 증착되는 전극(2000)을 두께를 소정의 두께 이하로 얇게 함으로써 전극(2000)의 양극산화막(1300)의 기공을 막지 않도록 하면서 기공 주변부 상면에 증착되도록 한다.
- [0117] 위와 같은 구성을 통해, 제2실시예의 제2변형례는 마이크로 LED 전사 헤드(1000)의 전체 면을 통해 마이크로 LED(100)를 흡착할 수 있는 구성이 되면서 플라즈마를 전체적으로 균일하게 생성할 수 있는 구성이 된다. 이를 통해 마이크로 LED(100)의 흡착 및 탈착에 방해가 되는 방해요인을 전체적으로 제거할 수 있는 효과를 발휘하게 된다.
- [0118] 도 8c는 본 발명의 제2실시예의 제3변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다. 제2실시예의 제3변형례는, 전극(2000)이 양극산화막(1300)의 하부면에 형성된다는 점에서 제2실시예의 구성과 차이가 있다.
- [0119] 전극(2000)은 양극산화막(1300)의 하면에 스퍼터링(sputtering)공정을 통해 형성되며, 증착되는 전극(2000)을 두께를 소정의 두께 이하로 얇게 함으로써 전극(2000)의 양극산화막(1300)의 기공을 막지 않도록 하면서 기공 주변부 상면에 증착되도록 한다.
- [0120] 위와 같은 구성을 통해, 제2실시예의 제3변형례는, 마이크로 LED 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에서 플라즈마를 보다 쉽게 생성할 수 있게 되므로, 마이크로 LED 전사헤드(1000)와 제1기판(101) 사이에 생성된 흡착 및 탈착의 방해 요인을 보다 쉽게 제거할 수 있게 된다.
- [0121] 도 9a는 본 발명의 제2실시예의 제4변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다. 도 9b는 본 발명의 제2실시예의 제5변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이며, 도 9c는 본 발명의 제2실시예의 제6변형례에 따른 마이크로 LED 전사 시스템을 구성

하는 마이크로 LED 전사헤드의 도면이다.

[0122] 제2실시예의 제4 내지 제6변형례는 양극산화막(1300)의 상, 하면에 플라즈마 생성 전극(2100, 2300)이 형성된다. 다시 말해 제2실시예의 제4 내지 제6변형례는 제1전극(2100)이 양극산화막(1300)의 상면에 형성되고, 제2전극(2300)은 양극산화막(1300)의 하면에 형성된다. 구체적으로는, 제2실시예의 제4변형례는 제2실시예의 구성에 양극산화막(1300)의 하면에 추가로 형성되는 제2전극(2300)을 갖고, 제2실시예의 제5변형례는 제2실시예의 제1변형례의 구성에 양극산화막(1300)의 하면에 추가로 형성되는 제2전극(2300)을 가지며, 제2실시예의 제6변형례는 제2실시예의 제2변형례의 구성에 양극산화막(1300)의 하면에 추가로 형성되는 제2전극(2300)을 갖는다. 여기서, 제2전극(2300)은 양극산화막(1300)의 하면에 스퍼터링(sputtering)공정을 통해 형성되며, 증착되는 제2전극(2300)을 두께를 소정의 두께 이하로 얇게 함으로써 제2전극(2300)의 양극산화막(1300)의 기공을 막지 않도록 하면서 기공 주변부 상면에 증착되도록 한다.

[0123] 위와 같은 구성을 통해, 제2실시예의 제4 내지 제6변형례의 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 마이크로 LED(100)를 전사하는 기능 뿐만 아니라 마이크로 LED 전사헤드(1000) 자체만으로 플라즈마를 생성하는 기능을 동시에 수행할 수 있게 된다. 제2실시예의 제4변형례의 구성에 따르면, 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 제1기판(101) 상에 위치하지 않더라도, 이동 중에도 플라즈마 생성이 가능하다. 마이크로 LED 전사헤드(1000)가 제1기판(101)에서 제2기판(300)으로 마이크로 LED(100)를 전사한 이후에, 다시 제1기판(101)으로 복귀하는 과정에서 플라즈마를 생성시켜 흡착 및 탈착의 방해요인을 제거할 수 있으므로 단위 시간당 공정속도가 향상되는 효과를 발휘할 수 있게 된다.

[0125] **제3실시예**

[0126] 이하, 본 발명의 제3실시예에 대해 살펴본다.

[0127] 제1,2실시예는 플라즈마를 발생시키기 위한 전극 중 적어도 하나가 마이크로 LED 전사헤드(1000)에 구비되는 구성인 반면에, 제3실시예는 마이크로 LED 전사헤드(1000)에는 플라즈마를 발생시키는 전극이 별도로 형성되지 않고, 플라즈마 생성부(3000)가 마이크로 LED 전사헤드(1000)와는 별도로 구비된다는 점에서 차이가 있다.

[0128] 제3실시예에 따른 플라즈마 생성부(3000)는 플라즈마를 생성하기 위한 전극(3100)이 구비되며, 플라즈마 생성부(3000)를 통해 발생한 플라즈마는 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하부 표면에 조사된다. 이를 통해 마이크로 LED 전사헤드(1000)는 마이크로 LED를 전사하는 고유 기능을 수행하고, 별도의 플라즈마 생성부(3000)를 구비하여 마이크로 LED 전사헤드(1000)의 하부 표면에 부착된 흡착 및 탈착의 방해요인을 제거할 수 있게 된다.

[0130] 이상의 실시예 및 그 변형례들은 마이크로 LED 전사헤드의 구성은 기공을 갖는 다공성 부재인 것을 예시하여 흡입력을 이용하여 마이크로 LED를 전사하는 구성인 것으로 설명하고 있으나, 본 발명의 마이크로 LED 전사헤드는 기공을 갖는 다공성 부재에 한정되는 것은 아니고 마이크로 LED를 흡착하여 전사할 수 있는 구성이라는 모두 포함된다 할 것이다. 예컨대, 마이크로 LED 전사헤드가 마이크로 LED를 흡착하는 흡착력에는 정전기력, 자기력, 흡입력 중 적어도 어느 하나 일 수 있다.

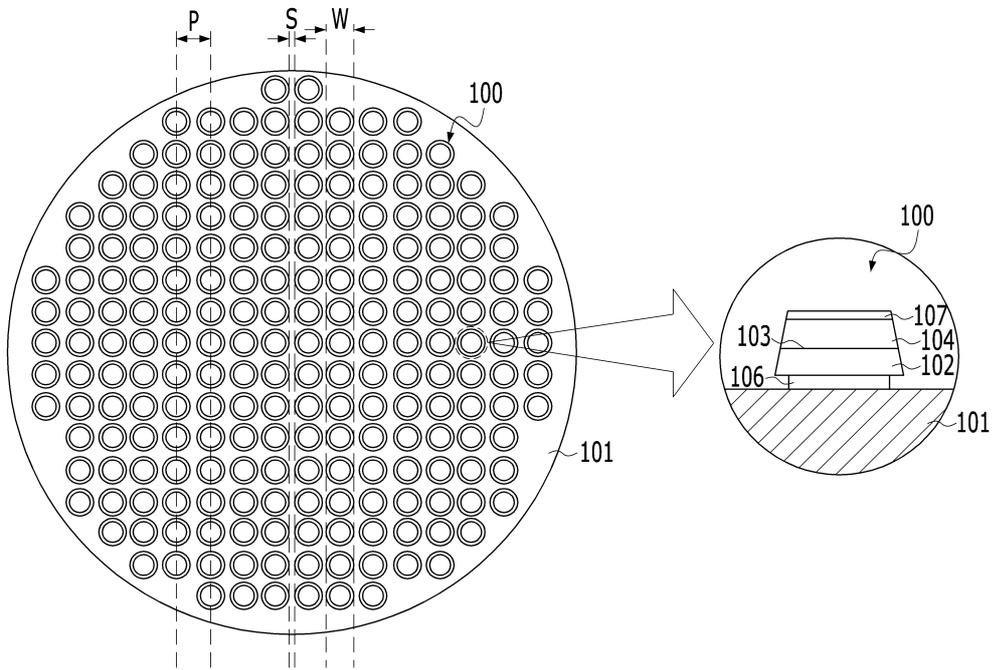
[0132] 전술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 참조하여 설명 하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

부호의 설명

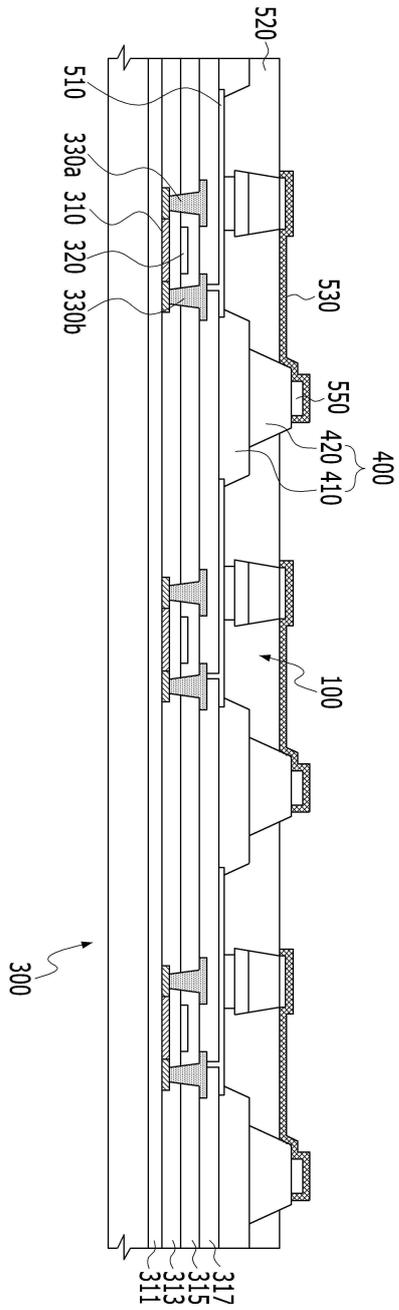
[0134] 100: 마이크로 LED 101: 성장기판
300: 표시기판 1000: 전사헤드

도면

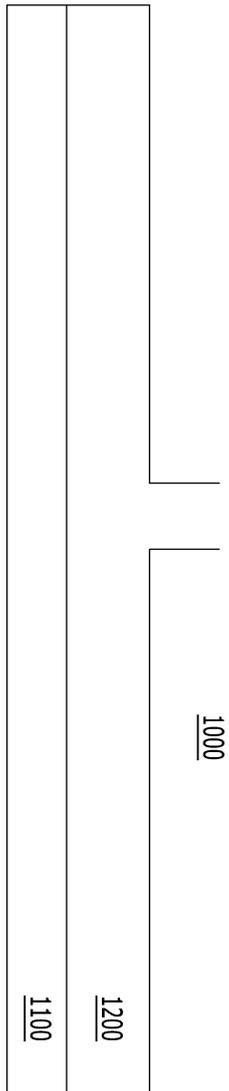
도면1



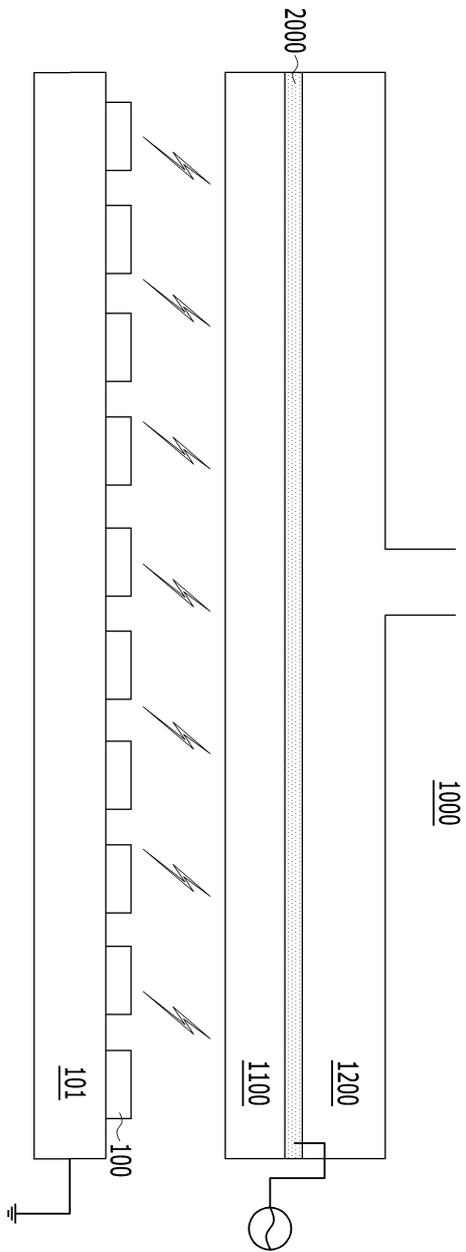
도면2



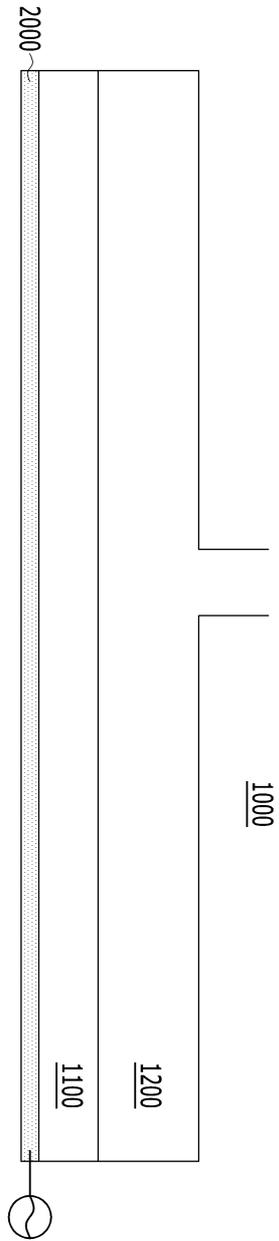
도면3



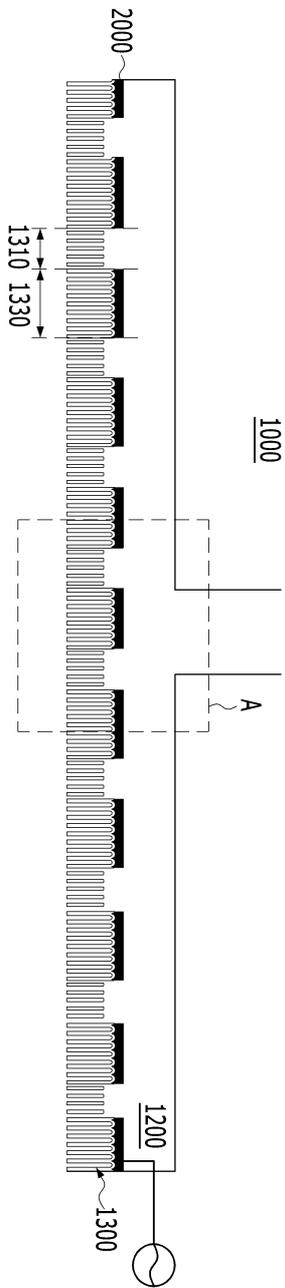
도면4



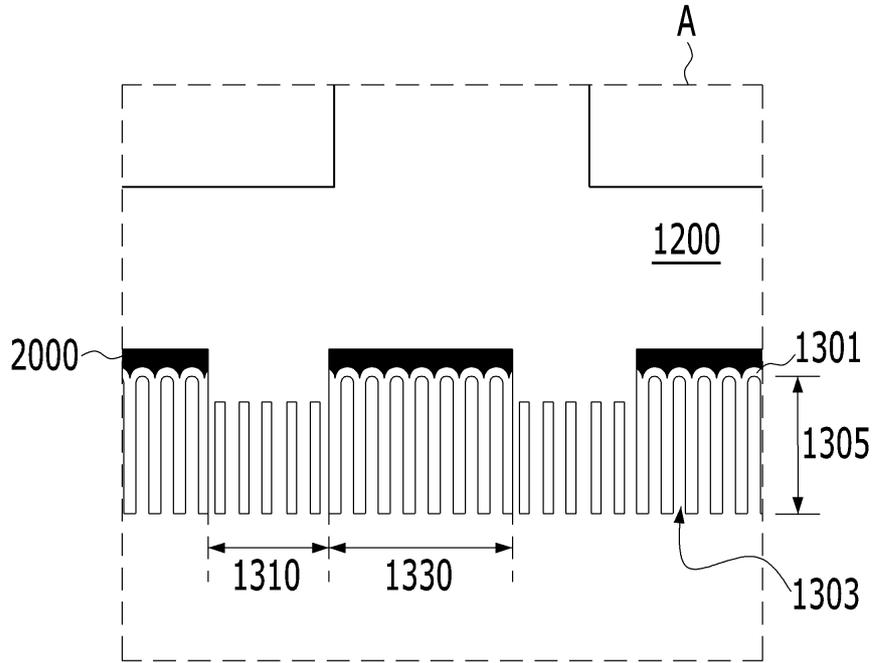
도면5b



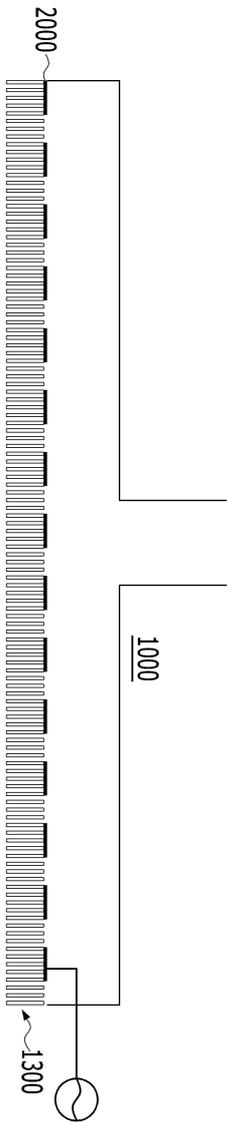
도면6



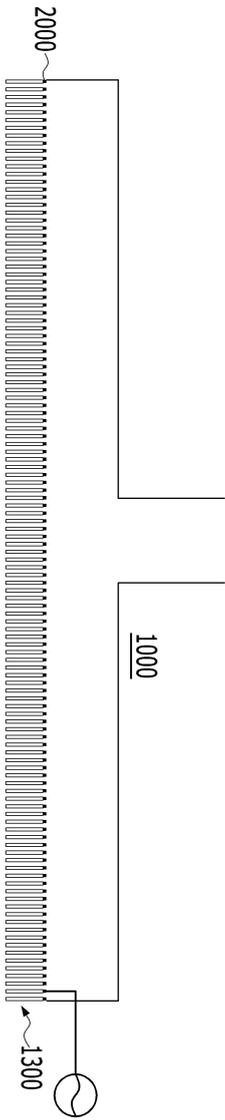
도면7



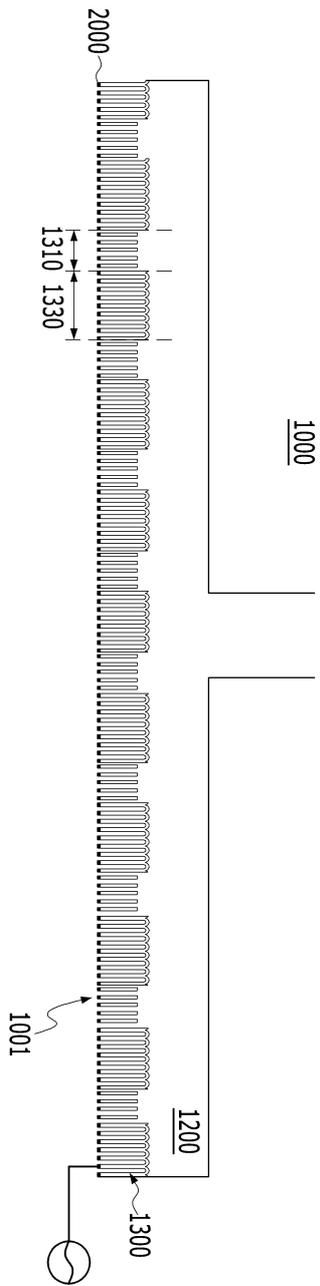
도면8a



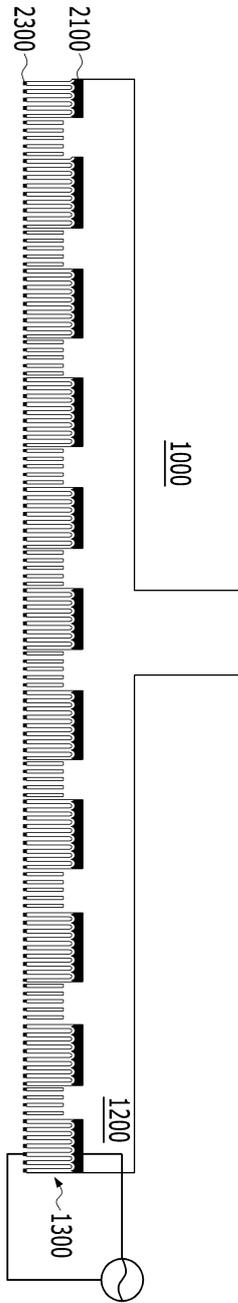
도면8b



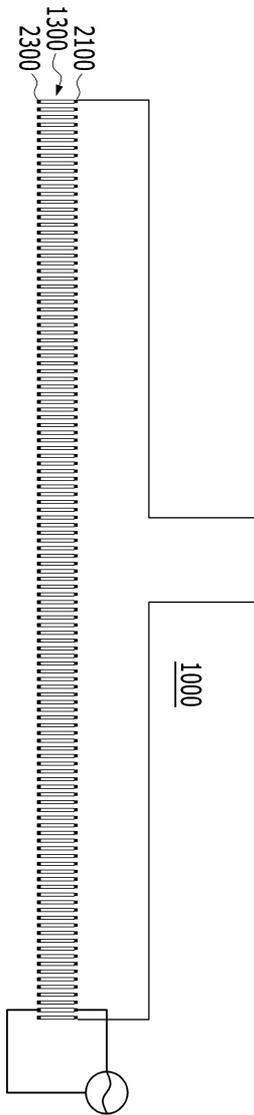
도면8c



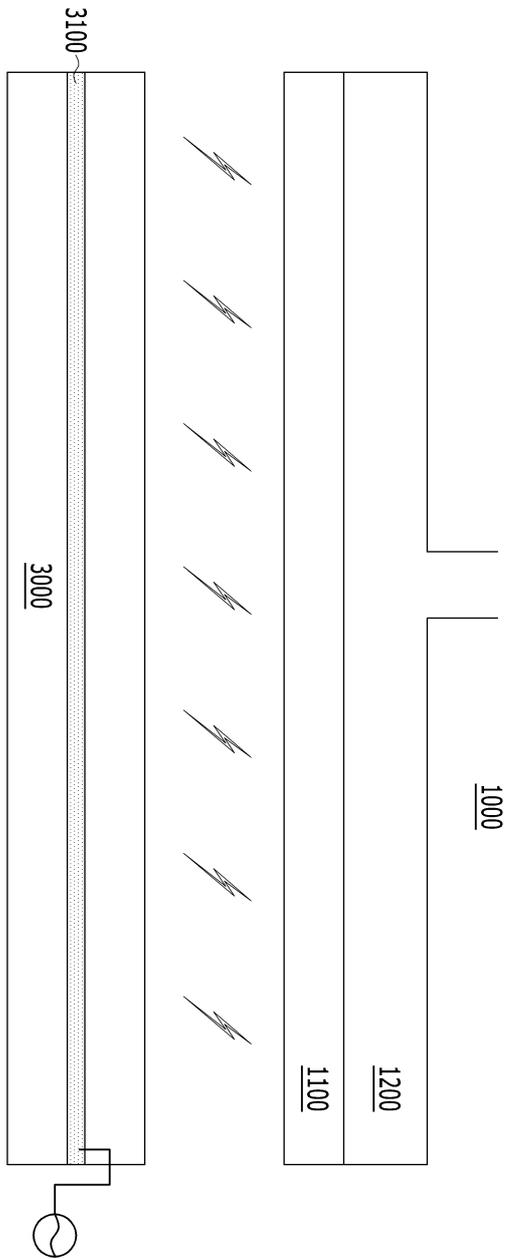
도면9a



도면9c



도면10



专利名称(译)	微型LED传输系统		
公开(公告)号	KR1020190122367A	公开(公告)日	2019-10-30
申请号	KR1020180046032	申请日	2018-04-20
[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	AHN BUM MO 안범모 PARK SEUNG HO 박승호 BYUN SUNG HYUN 변성현		
发明人	안범모 박승호 변성현		
IPC分类号	H01L21/67 H05H1/46		
CPC分类号	H01L21/67144 H05H1/46 H01L21/67092		
代理人(译)	Choegwangseok		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种微型LED传送系统，其可以通过在传送头吸收和解吸微型LED时有效地去除干扰吸附和解吸的障碍物来有效地传送微型LED。

