(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0169585
(43) 공개일자 2023년12월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/15 (2006.01) *H01L 25/075* (2006.01)
H01L 27/12 (2006.01) *H01L 33/42* (2010.01)
H01L 33/54 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/156 (2013.01)
H01L 25/0753 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0069907
(22) 출원일자 2022년06월09일
심사청구일자 2022년06월09일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이인환
서울특별시 성북구 종암로23길 35, 205동 1403호 (종암동, 래미안세레니티)
조영훈
서울특별시 성북구 고려대로28길 12-9, JS하우스 403호(안암동5가)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

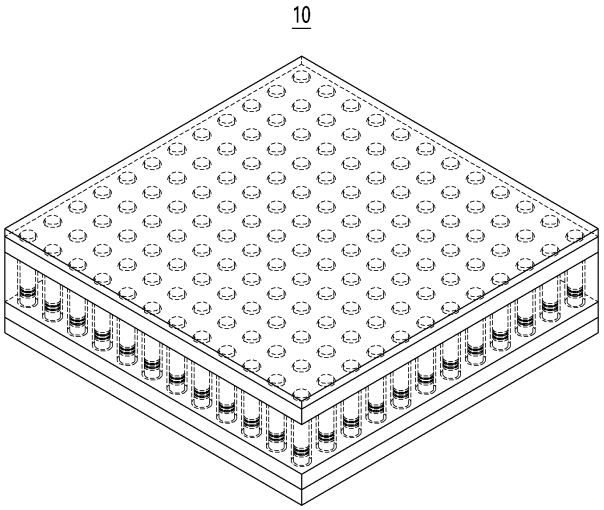
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **LED 로드가 선택적으로 정렬된 LED 수직 정렬 구조체 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체는 기판, 상기 기판 상에 형성되는 하부전극, 상기 하부전극 상에 형성되는 절연체층, 상기 절연체층 상에 형성되는 상부전극, 상기 절연체층 및 상기 상부전극을 관통하는 정렬홀, 및 상기 정렬홀에 수직 정렬되는 LED 로드를 포함할 수 있다. 상기 하부전극 및 상기 상부전극은 상기 정렬홀 내부에 유전영동력을 발생시키는 유전영동 전극 쌍일 수 있다. 상기 LED 로드는 상기 유전영동력에 의해 상기 정렬홀에 선택적으로 수직 정렬될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 27/124 (2013.01)
H01L 27/1259 (2013.01)
H01L 33/42 (2013.01)
H01L 33/54 (2013.01)
H01L 2933/0016 (2013.01)
(72) 발명자
김태환
서울특별시 성북구 안암로9가길 72, 104호(안암동5가)
장필규
경기도 광명시 디지털로 63, 1212동 304호(철산동, 철산12단지주공아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711162745
과제번호 2020R1A2B5B03001603
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 (이공)중견연구자지원-중견연구(후속)
연구과제명 고도로 플렉시블한 생체친화형 InGaN/GaN 나노로드 LED 면광원 개발
기 여 율 50/100
과제수행기관명 고려대학교
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415179754
과제번호 20019235
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업기술알키미스트프로젝트
연구과제명 안경 클립형 DIVA 글래스
기 여 율 50/100
과제수행기관명 고려대학교
연구기간 2022.04.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판;

상기 기판 상에 형성되는 하부전극;

상기 하부전극 상에 형성되는 절연체층;

상기 절연체층 상에 형성되는 상부전극;

상기 절연체층 및 상기 상부전극을 관통하는 정렬홀; 및

상기 정렬홀에 수직 정렬되는 LED 로드를 포함하고,

상기 하부전극 및 상기 상부전극은 상기 정렬홀 내부에 유전영동력을 발생시키는 유전영동 전극 쌍이고,

상기 LED 로드는,

상기 유전영동력에 의해 상기 정렬홀에 수직 정렬되는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 LED 로드는,

유체 내에서 상기 유전영동력, 중력, 부력, 및 전기 삼투압 중 적어도 하나의 힘에 의해 이동되는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 LED 로드의 직경, 상기 정렬홀의 크기, 유전영동 전압, 및 유전영동 주파수에 따라 상기 정렬홀에 수직 정렬되는 상기 LED 로드의 개수가 조절되는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 LED 로드와 상기 절연체층 사이, 및 상기 LED 로드와 상기 상부전극 사이에 형성되고, 상기 LED 로드를 고정하고, 상기 LED 로드를 보호하는 충진재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 상부전극 및 상기 LED 로드 상부에 형성되고, 상기 LED 로드에서 방출된 광원이 외부로 출력될 수 있도록 투명성을 가지는 투명전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 LED 로드는,

R-Pixel LED 로드, G-Pixel LED 로드, 및 B-Pixel LED 로드를 포함하고,

상기 R-Pixel LED 로드는 상기 기판 상의 R-Pixel 영역에 수직 정렬되고,

상기 G-Pixel LED 로드는 상기 기판 상의 G-Pixel 영역에 수직 정렬되고,

상기 B-Pixel LED 로드는 상기 기판 상의 B-Pixel 영역에 수직 정렬되는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 R-Pixel LED 로드, 상기 G-Pixel LED 로드, 및 상기 B-Pixel LED 로드는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률이 서로 상이한 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 LED 로드는,

유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률에 기초하여 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 상기 R-Pixel 영역, 상기 R-Pixel 영역, 및 상기 R-Pixel 영역 중 어느 하나의 영역에 선택적으로 수직 정렬되는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체.

청구항 9

기판 상에 하부전극을 형성하는 단계;

상기 하부전극 상에 절연체층을 형성하는 단계;

상기 절연체층 상에 상부전극을 형성하는 단계;

상기 절연체층 및 상기 상부전극을 관통하는 정렬홀을 형성하는 단계; 및

상기 정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬하는 단계를 포함하고,

상기 하부전극 및 상기 상부전극은 상기 정렬홀 내부에 유전영동력을 발생시키는 유전영동 전극 쌍이고,

상기 정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬하는 단계는,

상기 유전영동력을 이용하여 상기 정렬홀에 상기 LED 로드를 수직 정렬하는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬하는 단계는,

유체 내에서 상기 유전영동력, 중력, 부력, 및 전기 삼투압 중 적어도 하나의 힘을 이용하여 상기 LED 로드를 이동시키는 단계; 및

상기 LED 로드의 직경, 상기 정렬홀의 크기, 유전영동 전압, 및 유전영동 주파수에 따라 상기 정렬홀에 수직 정

렬되는 상기 LED 로드의 개수를 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

LED 로드 수직 정렬 구조체의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 LED 수직 정렬 구조체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유전영동력을 이용하여 LED 로드가 선택적으로 정렬된 LED 수직 정렬 구조체 및 상기 LED 수직 정렬 구조체의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미국 애플사에서는 2014년 마이크로 발광소자 전문업체인 Ruxvue Technology를 인수하였고, 일본 Sony와 중국 Baco사의 마이크로 발광소자 픽셀 TV 시제품 출시로 인한 마이크로 발광소자의 디스플레이 적용 가능성 현실화되고 있다. 향후 고속 전사 공정/장비가 개발된다면 마이크로 발광소자를 능가하는 차세대 플렉시블 조명 및 디스플레이가 될 것으로 기대되고 있다.

[0003] 이러한 디스플레이에 사용되는 마이크로/나노 마이크로 발광소자는 화학적으로 안정되고 bio-compatible 하여 인체에 부착하거나 체내에 삽입하여 세포자극, 광유전학 치료, 상처치료 및 진단 등의 다양한 바이오 메디컬 분야에 적용 가능하다. 또한 스마트 섬유, 바이오 콘택 렌즈, head mounted display, 의료용 패치뿐만 아니라 생체조직과 일체화된 전자장치에 이식되어 웨어러블 광 보조 장치로 활용이 가능하다.

[0004] 플렉시블 마이크로/나노 마이크로 발광소자를 제작하기 위해는 분리된 마이크로 발광소자 칩을 원하는 배열로 기판에 전사하는 공정이 필수이다. 현재 Ruxvue Technology사가 개발한 정전기 픽업 방식과 UIUC 대학의 Rogers 그룹에서 보고한 탄성 고분자 재료를 프린터 헤드로 사용한 픽업 방식이 주된 개발 방향이지만, 칩 손상 및 낮은 throughput 문제점이 내재되어 pick-and-place 방식은 근본적 한계가 있다. 또한, 무기물 GaN 기반의 마이크로 발광소자 전사공정을 양산수준으로 상용화한 기업은 세계적으로 전무하다.

[0005] 따라서, 칩 손상 이슈가 없으며 간단한 기판 구조 패터닝을 통해 발광 소자를 원하는 위치에 전사할 수 있는 정렬 방법에 관한 기술 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1682915호 “투명전극 기반의 유전영동 소자 제조 방법”

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-2347063호 “복수의 홀을 구비한 수직 나노 갭 전극을 구비한 미세먼지 포집용 필터 및 이를 구비한 공기 조화 장치”

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 유전영동력을 이용하여 LED 로드를 타겟 위치에 정확히 전사한 LED 수직 정렬 구조체를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 복수의 정렬홀을 포함하고, 각각의 정렬홀에 정렬되는 LED 로드의 개수를 조절한 LED 수직 정렬 구조체를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 상기 LED 정렬 구조체의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 언급된 과제에 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체는 기판, 상기 기판 상에 형성되는 하부전극, 상기 하부전극 상에 형성되는 절연체층, 상기 절연체층 상에 형성되는 상부전극, 상기 절연체층 및 상기 상부전극을 관통하는 정렬홀, 및 상기 정렬홀에 수직 정렬되는 LED 로드를 포함할 수 있다. 상기 하부전극 및 상기 상부전극은 상기 정렬홀 내부에 유전영동력을 발생시키는 유전영동 전극 쌍일 수 있다. 상기 LED 로드는 상기 유전영동력에 의해 상기 정렬홀에 수직 정렬될 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 LED 로드는 유체 내에서 상기 유전영동력, 중력, 부력, 및 전기 삼투압 중 적어도 하나의 힘에 의해 이동될 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 LED 로드의 직경, 상기 정렬홀의 크기, 유전영동 전압, 및 유전영동 주파수에 따라 상기 정렬홀에 수직 정렬되는 상기 LED 로드의 개수가 조절될 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, LED 로드 수직 정렬 구조체는 상기 LED 로드와 상기 절연체층 사이, 및 상기 LED 로드와 상기 상부전극 사이에 형성되고, 상기 LED 로드를 고정하고, 상기 LED 로드를 보호하는 충진재를 더 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, LED 로드 수직 정렬 구조체는 상기 상부전극 및 상기 LED 로드 상부에 형성되고, 상기 LED 로드에서 방출된 광원이 외부로 출력될 수 있도록 투명성을 가지는 투명전극을 더 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 LED 로드는 R-Pixel LED 로드, G-Pixel LED 로드, 및 B-Pixel LED 로드를 포함할 수 있다. 상기 R-Pixel LED 로드는 상기 기판 상의 R-Pixel 영역에 수직 정렬되고, 상기 G-Pixel LED 로드는 상기 기판 상의 G-Pixel 영역에 수직 정렬되고, 상기 B-Pixel LED 로드는 상기 기판 상의 B-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 R-Pixel LED 로드, 상기 G-Pixel LED 로드, 및 상기 B-Pixel LED 로드는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률이 서로 상이할 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 LED 로드는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률에 기초하여 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 상기 R-Pixel 영역, 상기 R-Pixel 영역, 및 상기 R-Pixel 영역 중 어느 하나의 영역에 선택적으로 수직 정렬될 수 있다.

[0019] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체의 제조 방법은 기판 상에 하부전극을 형성하는 단계, 상기 하부전극 상에 절연체층을 형성하는 단계, 상기 절연체층 상에 상부전극을 형성하는 단계, 상기 절연체층 및 상기 상부전극을 관통하는 정렬홀을 형성하는 단계, 및 상기 정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 하부전극 및 상기 상부전극은 상기 정렬홀 내부에 유전영동력을 발생시키는 유전영동 전극 쌍일 수 있다. 상기 정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬하는 단계는 상기 유전영동력을 이용하여 상기 정렬홀에 상기 LED 로드를 수직 정렬할 수 있다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬하는 단계는 유체 내에서 상기 유전영동력, 중력, 부력, 및 전기 삼투압 중 적어도 하나의 힘을 이용하여 상기 LED 로드를 이동시키는 단계, 및 상기 LED 로드의 직경, 상기 정렬홀의 크기, 유전영동 전압, 및 유전영동 주파수에 따라 상기 정렬홀에 수직 정렬되는 상기 LED 로드의 개수를 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체는 유전영동력을 이용하여 LED 로드가 타겟 위치에 전사됨으로써, LED 로드가 빠르고 정확하게 정렬될 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체는 LED 로드의 크기 및 질량을 반영하여 각각의 정렬홀에 정렬되는 LED 로드의 개수를 조절할 수 있다.

[0023] 다만, 본 발명의 효과는 상술한 효과에 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위에서 다양하게 확장될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체를 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1의 LED 로드 수직 정렬 구조체의 적층 구조를 나타내는 단면도이다.

도 3은 도 1의 LED 로드 수직 정렬 구조체의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.

도 4는 LED 로드가 수직 정렬되기 전, 정렬홀이 형성된 LED 로드 수직 정렬 구조체를 나타내는 단면도이다.

도 5는 도 4의 정렬홀이 형성된 LED 로드 수직 정렬 구조체를 나타내는 사시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드를 나타내는 도면이다.

도 7은 LED 로드가 정렬홀에 수직 정렬되는 것을 나타내는 도면이다.

도 8은 LED 로드가 수직 정렬된 후, LED 로드 수직 정렬 구조체를 나타내는 단면도이다.

도 9는 LED 로드가 정렬홀에 수직 정렬된 예시를 나타내는 도면이다.

도 10은 정렬홀에 수직 정렬된 LED 로드를 나타내는 광학 이미지이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0026] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0027] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0028] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0029] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)를 나타내는 도면이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 복수의 정렬홀(AH)에 수직 정렬된 LED 로드(500)를 포함할 수 있다.

[0033] 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 유전영동력(DEP Force)을 이용하여 LED 로드(500)가 타겟 위치에

전사됨으로써, LED 로드(500)가 빠르고 정확하게 정렬될 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 LED 로드(500)의 크기 및 질량을 반영하여 각각의 정렬홀(AH)에 정렬되는 LED 로드(500)의 개수를 조절할 수 있다.

[0035] 도 2는 도 1의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)의 적층 구조를 나타내는 단면도이고, 도 3은 도 1의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)의 제조 방법을 나타내는 순서도이다.

[0036] 도 2 및 3을 참조하면, LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 기판(100), 하부전극(200), 절연체층(300), 상부전극(400), 정렬홀(AH), LED 로드(500)를 포함할 수 있다.

[0037] 또한, LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 충진재(600) 및 투명전극(700)을 더 포함할 수 있다.

[0038] 구체적으로, LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 기판(100) 상에 하부전극(200)을 형성(S100)하고, 상기 하부전극(200) 상에 절연체층(300)을 형성(S200)하며, 상기 절연체층(300) 상에 상부전극(400)을 형성(S300)하고, 상기 절연체층(300) 및 상기 상부전극(400)을 관통하는 정렬홀(AH)을 형성(S400)하며, 상기 정렬홀(AH)에 LED 로드(500)를 수직 정렬(S500)하는 공정을 통해 제조될 수 있다.

[0039] 또한, LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 상기 LED 로드(500)와 상기 절연체층(300) 사이, 및 상기 LED 로드(500)와 상기 상부전극(400) 사이에 충진재(600)를 형성하고, 상기 상부전극(400) 및 상기 LED 로드(500) 상부에 투명전극(700)을 형성하는 공정을 통해 제조될 수 있다.

[0040] 기판(100)은 유리 기판, 쿼츠 기판, 스테인리스 스틸 기판, 및 고분자 기판 중 적어도 하나일 수 있다.

[0041] 하부전극(200)은 상기 기판(100) 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 하부전극(200)은 Ag, Al, Au, Pt, Rh, 및 Cr 중 적어도 하나로 구성될 수 있다.

[0042] 절연체층(300)은 하부전극(200) 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 절연체층(300)은 SiO_2, TiO_2, ZrO_2, 및 Al_2O_3 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0043] 상부전극(400)은 절연체층(300) 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상부전극(400)은 Ag, Al, Au, Pt, Rh, 및 Cr 중 적어도 하나로 구성될 수 있다.

[0044] 정렬홀(AH)은 상기 절연체층(300) 및 상기 상부전극(400)을 관통할 수 있다.

[0045] 정렬홀(AH)은 LED 로드(500)가 수직 정렬될 수 있도록 로드 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 정렬홀(AH)은 원기둥 및 사각기둥 등 기둥 형상을 포함할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 정렬홀(AH)은 마이크로 단위의 크기를 가질 수 있다. 다른 예를 들어, 정렬홀(AH)은 나노 단위의 크기를 가질 수 있다.

[0047] 일 실시예에서, 상기 하부전극(200) 및 상기 상부전극(400)은 유전영동력을 발생시킬 수 있다.

[0048] 예를 들어, 상기 하부전극(200) 및 상기 상부전극(400)은 전기가 인가되는 경우, 유전영동 전극 쌍으로서, 상기 정렬홀(AH) 내부에 유전영동력을 발생시킬 수 있다.

[0049] LED 로드(500)는 상기 정렬홀(AH)에 수직 정렬될 수 있다.

[0050] LED 로드(500) 마이크로 단위의 크기 또는 나노 단위의 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, LED 로드(500)는 나노 로드(Nano-Rod)일 수 있다.

[0051] 상기 LED 로드(500)는 유체 내에서 상기 유전영동력, 중력, 부력, 및 전기 삼투압 중 적어도 하나의 힘에 의해 이동될 수 있다.

[0052] 예를 들어, 상기 LED 로드(500)는 상기 유전영동력에 의해 상기 정렬홀(AH)에 선택적으로 수직 정렬될 수 있다.

[0053] 충진재(600)는 상기 LED 로드(500)와 상기 절연체층(300) 사이, 및 상기 LED 로드(500)와 상기 상부전극(400) 사이에 형성될 수 있다.

[0054] 충진재(600)는 상기 LED 로드(500)와 상기 절연체층(300) 사이, 및 상기 LED 로드(500)와 상기 상부전극(400) 사이를 충진함으로써, 상기 LED 로드(500)를 고정할 수 있다.

[0055] 또한, 충진재(600)는 상기 LED 로드(500)와 상기 절연체층(300) 사이, 및 상기 LED 로드(500)와 상기 상부전극

(400) 사이를 충진함으로써, 상기 LED 로드(500)를 보호할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 충진재(600)는 PAC(Photo Acryl Compound)와 같은 유기물로 구성될 수 있다. 다른 예를 들어, 충진재(600)는 SiO_2, SiNx와 같은 무기물로 구성될 수 있다.

[0057] 투명전극(700)층은 상기 상부전극(400) 및 상기 LED 로드(500) 상부에 형성될 수 있다.

[0058] 투명전극(700)은 LED 로드(500)에서 출력되는 광을 상부로 통과시킬 수 있도록 투명 도전성 물질을 포함할 수 있다.

[0059] 구체적으로, 투명전극(700)은 상기 LED 로드(500)에서 방출된 광원이 외부로 출력될 수 있도록 투명성을 가지는 물질로 구성될 수 있다.

[0060] 예를 들어, 투명 전극은 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), IZTO(Indium Zinc Tin Oxide), ICO(Indium Cesium Oxide), IWO(Indium Tungsten Oxide), 알루미늄이 첨가된 ZnO(Zinc Oxide), PEDOT:PSS, 폴리아닐린(Polyaniline), 및 폴리티오펜(Polythiophen) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0061] 투명 전극은 상부전극(400)과 전기적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 투명 전극은 오믹 전극을 통해 상부전극(400)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0062] 도 4는 LED 로드(500)가 수직 정렬되기 전, 정렬홀(AH)이 형성된 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)를 나타내는 단면도이고, 도 5는 도 4의 정렬홀(AH)이 형성된 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)를 나타내는 사시도이다.

[0063] 도 4 및 5를 참조하면, LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 정렬홀(AH)을 포함할 수 있다.

[0064] 정렬홀(AH)은 LED 로드(500)가 수직 정렬될 수 있도록 로드 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 정렬홀(AH)은 원기둥 및 사각기둥 등 기둥 형상을 포함할 수 있다.

[0065] 예를 들어, 정렬홀(AH)은 마이크로 단위의 크기 또는 나노 단위의 크기를 가질 수 있다.

[0066] 정렬홀(AH)은 상기 절연체층(300) 및 상기 상부전극(400)을 수직 방향으로 관통하여 형성될 수 있다.

[0067] 예를 들어, 정렬홀(AH)은 절연체층(300) 및 상부전극(400)이 적층된 면에 대해서 수직 방향으로 형성될 수 있다. 정렬홀(AH)은 수직 방향으로 상기 기판(100) 상에 일정한 배열로 반복하여 형성될 수 있다.

[0068] 정렬홀(AH)을 형성하는 공정에서, 절연체층(300) 및 상부전극(400)의 선택적 제거를 위하여 나노 패터닝 기술을 이용한 선택적 에칭 공정이 사용될 수 있다.

[0069] 예를 들어, 정렬홀(AH) 형성 공정은 건식 에칭법(dry etching)을 이용하여 선택적 에칭을 수행할 수 있다.

[0070] 구체적으로, 정렬홀(AH)을 형성하는 공정은 반응성 이온 에칭법(reactive ion etching; RIE), 유도 결합 플라즈마 반응성 이온 에칭(inductively coupled plasma reactive ion etching; ICP-RIE), 화학적 이온 빔 에칭(chemically assisted ion beam etching; CAIBE) 등을 이용하여 선택적 에칭을 수행할 수 있다.

[0071] 예를 들어, 유도 결합 플라즈마 반응성 이온 에칭(ICP-RIE)을 이용하는 경우에는 선택비(selectivity), 식각률(etch rate) 등의 공정 파라미터를 적절히 조절하여 절연체층(300) 및 상부전극(400)을 에칭할 수 있다.

[0072] 정렬홀(AH)은 절연체층(300) 및 상부전극(400)을 관통하는 깊이로 형성될 수 있다. 예를 들어, 정렬홀(AH)은 절연체층(300)을 관통하고, 하부전극(200)의 상부까지 형성될 수 있다.

[0073] 도 6은 본 발명의 실시예들에 따른 LED 로드(500)를 나타내는 도면이고, 도 7은 LED 로드(500)가 정렬홀(AH)에 수직 정렬되는 것을 나타내는 도면이다.

[0074] 도 6을 참조하면, LED 로드(500)는 제1 도전형 반도체층, 활성층, 및 제2 도전형 반도체층을 포함할 수 있다.

[0075] 제1 도전형 반도체층 및 제2 도전형 반도체층은 GaN, AlGaN, InGaN 등의 물질로 구성될 수 있다. 예를 들어, n형 불순물로 Si, Ge, Se, Te 등이 사용될 수 있다. 예를 들어, p형 불순물로 Mg, Zn, Be 등이 사용될 수 있다.

[0076] 예를 들어, 제1 도전형 반도체층 및 제2 도전형 반도체층은 p-GaN 및 n-GaN 중 어느 하나일 수 있다.

[0077] 제1 도전형 반도체층 및 제2 도전형 반도체층은 MOCVD, MBE, HVPE 공정을 통해 형성될 수 있다.

[0078] 활성층은 전자와 정공의 재결합에 의해 소정의 에너지를 갖는 광을 방출할 수 있다.

[0079] 예를 들어, 활성층은 InGaN 등의 단일 물질로 이루어진 층일 수 있다. 다른 예를 들어, 활성층은 양자장벽층과 양자우물층이 서로 교대로 배치된 다중 양자우물(MQW) 구조로 형성될 수 있다.

[0080] 도 7을 참조하면, LED 로드(500)는 상기 정렬홀(AH)에 수직 정렬될 수 있다.

[0081] 상기 LED 로드(500)는 유체 내에서 상기 유전영동력, 중력, 부력, 및 전기 삼투압 중 적어도 하나의 힘에 의해 이동될 수 있다.

[0082] 상기 LED 로드(500)가 유체 내에서 받는 힘을 수식으로 표현하면, 아래 [수식]과 같이 나타낼 수 있다.

[0083] [수식] $F_{total} = F_{DEP} + F_{grav} + F_{buoy} + F_{ACEO}$

[0084] (여기서, F_{total}는 LED 로드(500)가 유체 내에서 받는 전체 힘이고, F_{DEP}는 유전영동력이고, F_{grav}는 중력이고, F_{buoy}는 부력이고, F_{ACEO}는 전기 삼투압이다.)

[0085] 상기 하부전극(200) 및 상기 상부전극(400)은 상기 정렬홀(AH) 내부에 유전영동력을 발생시키는 유전영동 전극쌍일 수 있다.

[0086] 도 7에서 보듯이, 상기 LED 로드(500)는 상기 하부전극(200) 및 상기 상부전극(400)이 발생시킨 상기 유전영동력(DEP force)에 의해 상기 정렬홀(AH)에 선택적으로 수직 정렬될 수 있다.

[0087] 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 유체 내에서 상기 LED 로드(500)의 이동 속도 및 이동 방향이 조절될 수 있다.

[0088] 예를 들어, 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 상기 LED 로드(500)가 정렬홀(AH) 내부로 정확히 삽입될 수 있다.

[0089] 도 8은 LED 로드(500)가 수직 정렬된 후, LED 로드 수직 정렬 구조체(10)를 나타내는 단면도이다.

[0090] 도 8에서 보듯이, LED 로드(500)가 수직 정렬된 후, 충진재(600)가 상기 LED 로드(500)와 상기 절연체층(300) 사이, 및 상기 LED 로드(500)와 상기 상부전극(400) 사이에 형성될 수 있다.

[0091] 충진재(600)는 상기 LED 로드(500)와 상기 절연체층(300) 사이, 및 상기 LED 로드(500)와 상기 상부전극(400) 사이를 충진함으로써, LED 로드(500)를 고정하고, LED 로드(500)를 보호할 수 있다.

[0092] 또한, LED 로드(500)가 수직 정렬된 후, 투명전극(700)층이 상기 상부전극(400) 및 상기 LED 로드(500) 상부에 형성될 수 있다.

[0093] 투명전극(700)은 LED 로드(500)에서 출력되는 광을 상부로 통과시킬 수 있도록 투명 도전성 물질을 포함할 수 있다.

[0094] 이와 같이, 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)에서는, 유전영동력을 이용하여 LED 로드(500)가 타겟 위치에 전사됨으로써, LED 로드(500)를 빠르고 정확하게 정렬될 수 있다.

[0095] 도 9는 LED 로드(500)가 정렬홀(AH)에 수직 정렬된 예시를 나타내는 도면이고, 도 10은 정렬홀(AH)에 수직 정렬된 LED 로드(500)를 나타내는 광학 이미지이다.

[0096] 도 9 및 10을 참조하면, 상기 LED 로드(500)의 직경, 상기 정렬홀(AH)의 크기, 유전영동 전압, 및 유전영동 주파수에 따라 상기 정렬홀(AH)에 수직 정렬되는 상기 LED 로드(500)의 개수가 조절될 수 있다.

[0097] 예를 들어, 도 9(a)와 같이, 각각의 정렬홀(AH)에는 1개의 LED 로드(500)가 수직 정렬될 수 있다.

[0098] 예를 들어, 도 9(b)와 같이, 각각의 정렬홀(AH)에는 복수개의 LED 로드(500)가 수직 정렬될 수 있다. 예컨대, 하나의 정렬홀(AH)에는 4개의 LED 로드(500)가 삽입될 수 있다.

[0099] 정렬홀(AH)에 삽입되는 LED 로드(500)의 개수는 도 10과 같이, 실제 광학 이미지를 통해서 확인할 수 있다.

[0100] 도 10(a)는 정렬홀(AH)의 직경을 5㎛로 하고, LED 로드(500)의 직경을 1.5㎛ 로 하고, LED 로드(500)의 길이를 4㎛로 설계한 경우, 광학 이미지를 나타낸다.

[0101] 도 10(a)에서는, 하나의 정렬홀(AH)에 1개 내지 2개의 LED 로드(500)이 삽입되는 것을 알 수 있다.

[0102] 도 10(b)는 정렬홀(AH)의 직경을 7㎛로 하고, LED 로드(500)의 직경을 1.5㎛ 로 하고, LED 로드(500)의 길이

를 4㎛로 설계한 경우, 광학 이미지를 나타낸다.

[0103] 도 10(b)에서는, 하나의 정렬홀(AH)에 2개 내지 4개의 LED 로드(500)이 삽입되는 것을 알 수 있다.

[0104] 이와 같이, 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 LED 로드(500)의 크기 및 질량을 반영하여 각각의 정렬홀(AH)에 정렬되는 LED 로드(500)의 개수를 조절할 수 있다.

[0105] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)를 나타내는 도면이다.

[0106] 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 R-Pixel 영역, G-Pixel 영역, 및 B-Pixel 영역을 포함할 수 있다.

[0107] LED 로드(500)는 R-Pixel 영역, G-Pixel 영역, 및 B-Pixel 영역 중 적어도 하나에 선택적으로 정렬될 수 있다.

[0108] 예를 들어, 상기 LED 로드(500)는 R-Pixel LED 로드(500), G-Pixel LED 로드(500), 및 B-Pixel LED 로드(500)를 포함할 수 있다.

[0109] 상기 R-Pixel LED 로드(500)는 상기 기판(100) 상의 R-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0110] 상기 G-Pixel LED 로드(500)는 상기 기판(100) 상의 G-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0111] 상기 B-Pixel LED 로드(500)는 상기 기판(100) 상의 B-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0112] 일 실시예에서, 상기 R-Pixel LED 로드(500), 상기 G-Pixel LED 로드(500), 및 상기 B-Pixel LED 로드(500)는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률이 서로 상이할 수 있다.

[0113] 상기 LED 로드(500)는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률에 기초하여 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, R-Pixel 영역, G-Pixel 영역, 및 B-Pixel 영역 중 적어도 하나에 선택적으로 정렬될 수 있다.

[0114] 예를 들어, 상기 R-Pixel LED 로드(500)는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률에 기초하여 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 상기 R-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0115] 예를 들어, 상기 G-Pixel LED 로드(500)는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률에 기초하여 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 상기 G-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0116] 예를 들어, 상기 B-Pixel LED 로드(500)는 유전율, 직경, 질량, 반응속도, 및 반응률에 기초하여 상기 유전영동력이 제어됨에 따라, 상기 B-Pixel 영역에 수직 정렬될 수 있다.

[0117] 이와 같이, 본 발명의 LED 로드 수직 정렬 구조체(10)는 유전영동력을 제어하여 R-Pixel LED 로드(500), G-Pixel LED 로드(500), 및 B-Pixel LED를 선택적으로 정렬함으로써, 로드풀 컬러 픽셀 구조(FULL COLOR PIXEL STRUCTURE)를 구현할 수 있다.

[0118] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0119] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0120] 10: LED 로드 수직 정렬 구조체 100: 기판

200: 하부전극 300: 절연체층

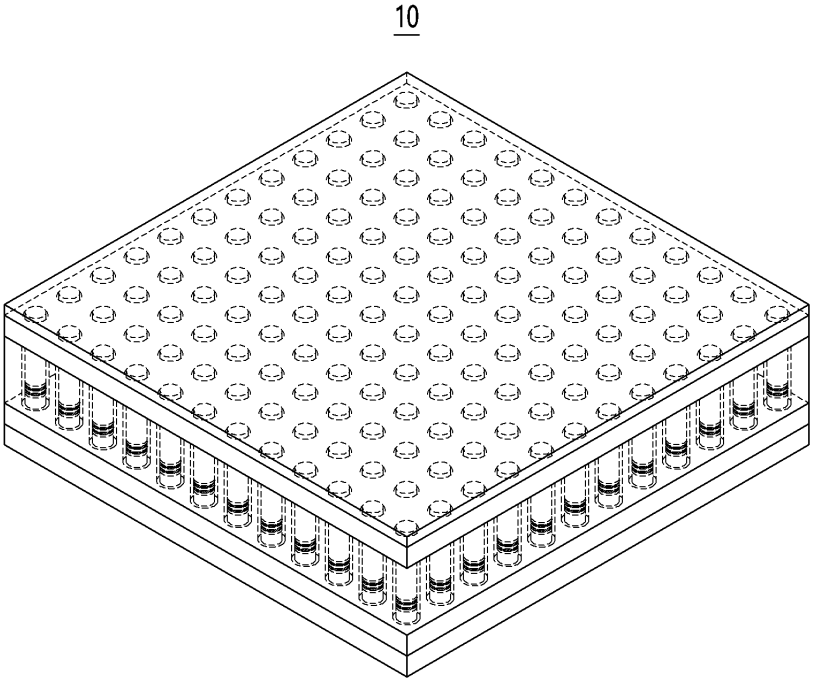
400: 상부전극 500: LED 로드

600: 충진재 700: 투명전극

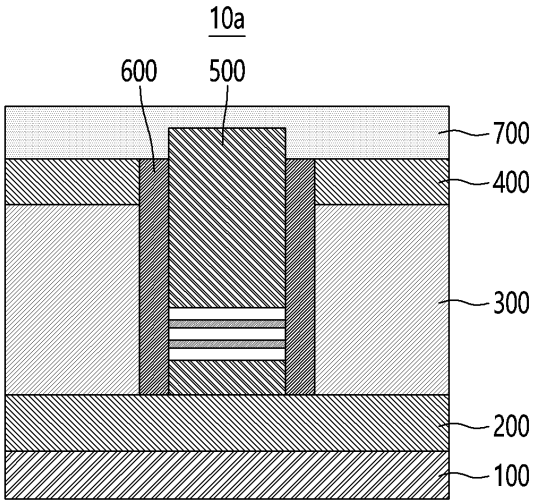
AH: 정렬홀

도면

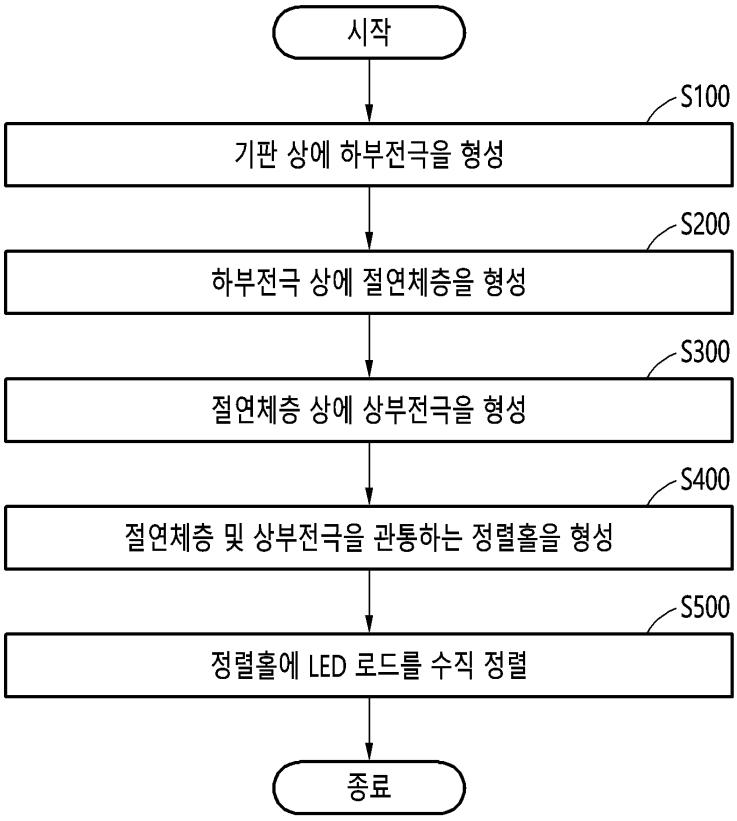
도면1



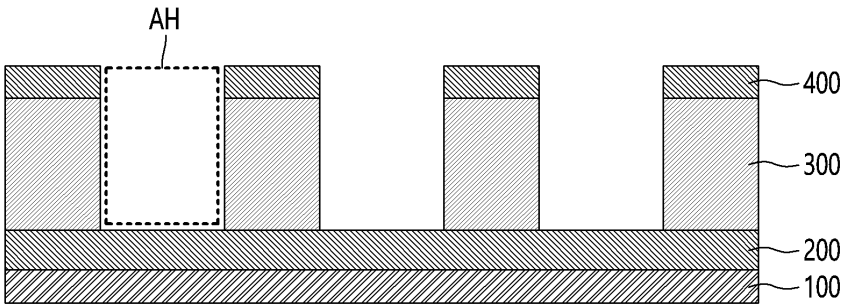
도면2



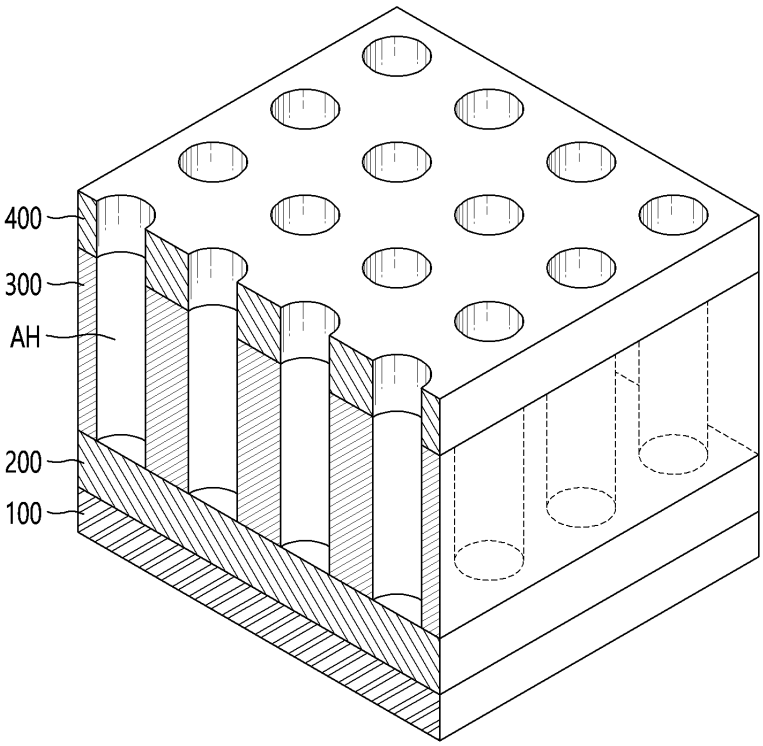
도면3


시작
S100
기판 상에 하부전극을 형성
S200
하부전극 상에 절연체층을 형성
S300
절연체층 상에 상부전극을 형성
S400
절연체층 및 상부전극을 관통하는 정렬홀을 형성
S500
정렬홀에 LED 로드를 수직 정렬
종료

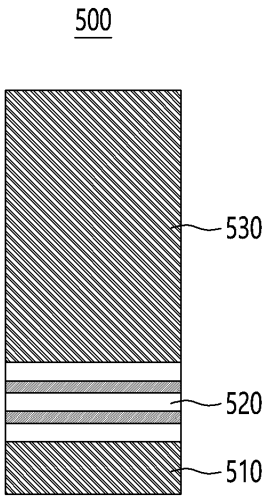
도면4


AH
400
300
200
100

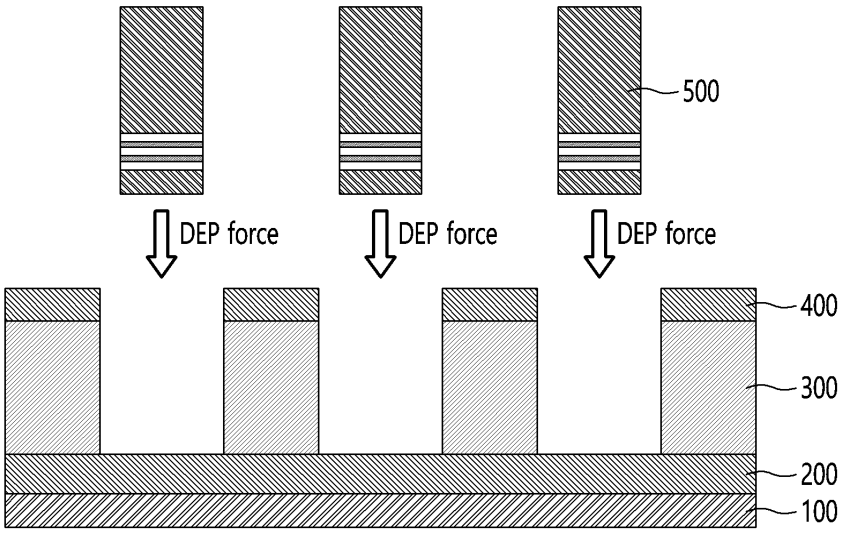
도면5



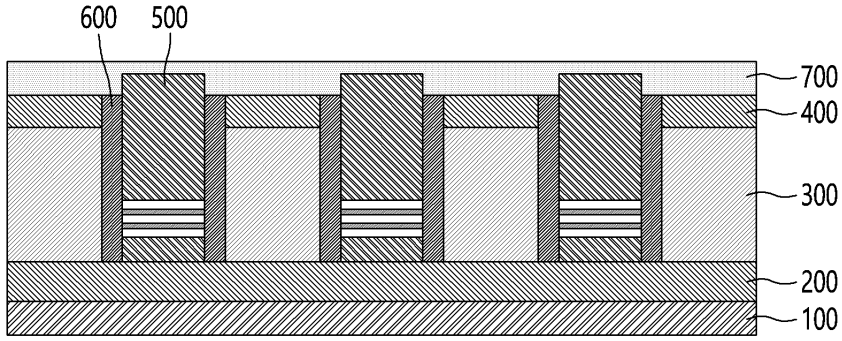
도면6



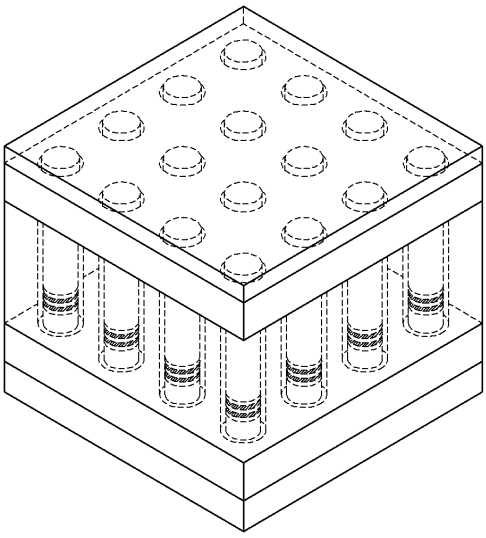
도면7


500
DEP force
DEP force
DEP force
400
300
200
100

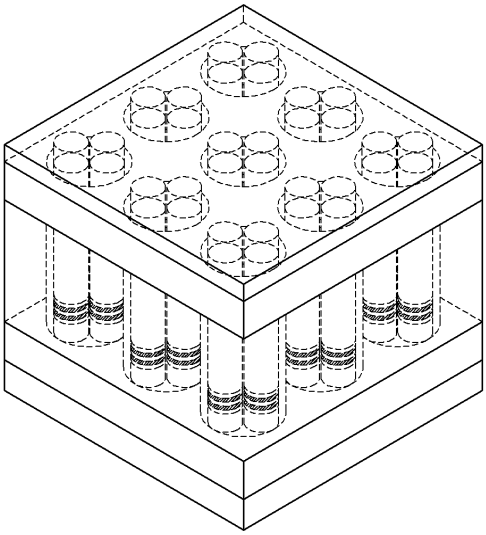
도면8


600
500
700
400
300
200
100

도면9

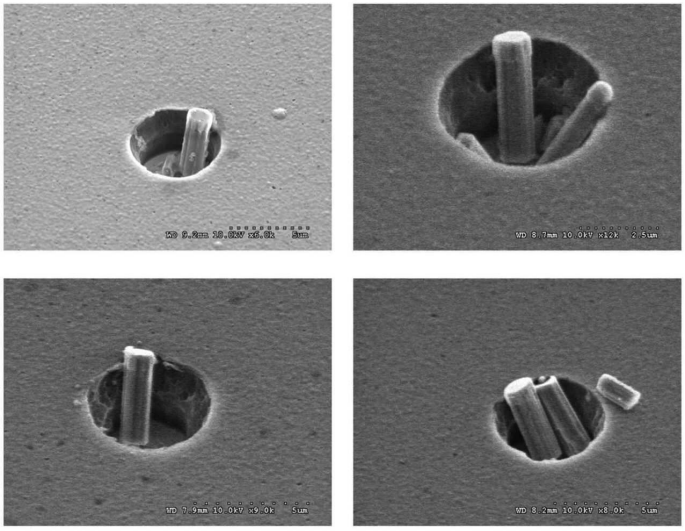


(a)

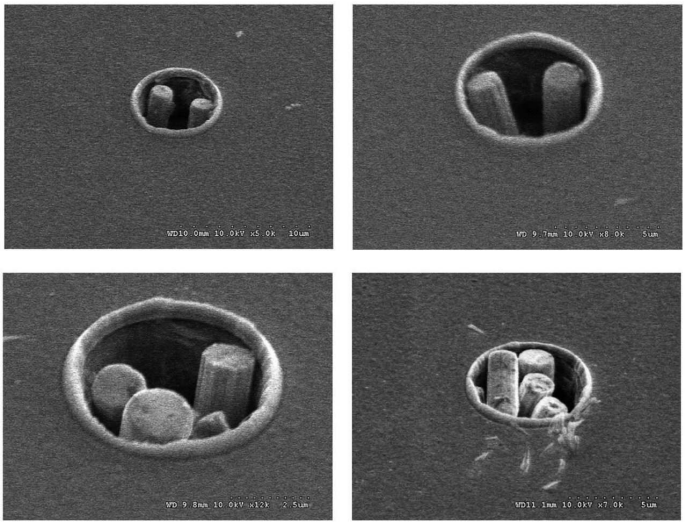


(b)

도면10



(a)



(b)

도면11

