(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0127458
(43) 공개일자 2023년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 25/075 (2006.01) *H01L 33/00* (2023.01)
(52) CPC특허분류
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 33/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0024772
(22) 출원일자 2022년02월25일
심사청구일자 2022년02월25일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이인환
서울특별시 성북구 종암로23길 35, 205동 1403호 (종암동, 래미안세레니티)
김규철
서울특별시 성북구 화랑로22길 12, 102동 302호(석관동, 혜성스테이 3차)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 14 항

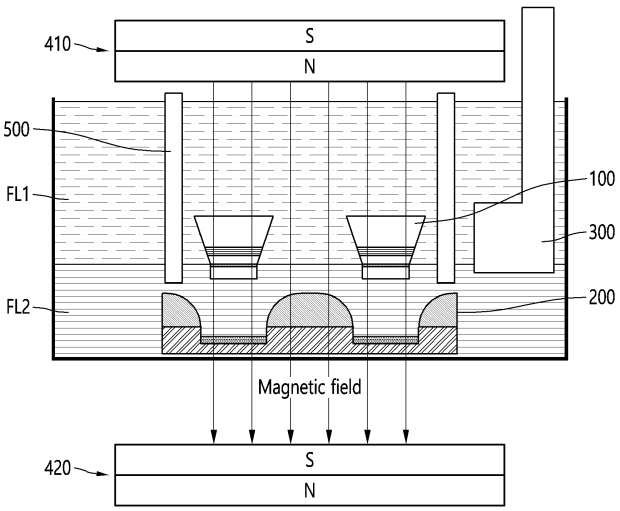
(54) 발명의 명칭 **발광소자 수직 정렬 어셈블리 및 발광소자 수직 정렬 방법**

(57) 요 약

발광소자 수직 정렬 어셈블리는 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 및 자성체층을 포함하는 LED칩, 상기 LED칩이 결합되는 정렬기판 제1 방향의 자기장을 형성하는 자석, 및 유체층에 배치되는 한 쌍의 격벽을 포함할 수 있다. 상기 LED칩은 상기 한 쌍의 격벽 내부로 공급되고, 상기 제1 방향의 균일한 자기장에 의해 상기 정렬기판에 안착되고, 상기 정렬기판과 접합을 형성하여 상기 정렬기판에 결합될 수 있다.

발광소자 수직 정렬 어셈블리는 LED칩과 정렬기판을 포함하는 유체층에 자석을 이용하여 자기장을 형성함으로써, LED칩을 자기장에 의해 정렬기판 상에 빠르고 정확하게 전사할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711129546
과제번호	2020R1A2B5B03001603
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견후속연구(연평균비 2억원~4억원 이내)
연구과제명	고도로 플렉시블한 생체친화형 InGaN/GaN 나노로드 LED 면광원 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 및 자성체층을 포함하는 LED칩;

상기 LED칩이 결합되는 정렬기판;

제1 방향의 자기장을 형성하는 자석; 및

유체층에 배치되는 한 쌍의 격벽을 포함하고,

상기 LED칩은,

상기 한 쌍의 격벽 내부로 공급되고, 상기 제1 방향의 균일한 자기장에 의해 상기 정렬기판에 안착되고, 상기 정렬기판과 접합을 형성하여 상기 정렬기판에 결합되는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자석은 상기 정렬기판의 하부에 배치되고, 상기 제1 방향의 자기장을 형성함으로써 상기 LED칩이 하부로 이동하도록 유도하는 단일 자석인 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자석은 상부 자석 및 하부 자석을 포함하고,

상기 상부 자석 및 상기 하부 자석은 평행하게 배치되고,

상기 상부 자석의 N극 및 상기 하부 자석의 S극은 상기 제1 방향의 자기장을 형성하는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 한 쌍의 격벽 사이의 거리는 상기 자석의 폭보다 짧고,

상기 한 쌍의 격벽은 상기 LED칩이 상기 제1 방향의 균일한 자기장 영역 외부로 이동되는 것을 차단함으로써, 상기 LED칩을 상기 정렬기판에 정확히 안착시키는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 정렬기판은 수평 방향으로 이동하고,

상기 LED칩은 상기 정렬기판이 수평 방향으로 이동함에 따라 상기 정렬 기판의 결합부에 순차적으로 결합되는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자석 및 상기 격벽은 수평 방향으로 이동하고,

상기 LED칩은 상기 자석 및 상기 한 쌍의 격벽이 수평 방향으로 이동함에 따라 상기 정렬기판의 결합부에 순차적으로 결합되는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 LED칩은 ICP 에칭 공정에 따라, 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제2 도전형 반도체층으로 갈수록 폭이 점진적으로 넓어지는 제1 형상을 가지는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 LED칩을 상기 유체층으로 공급하는 공급 노즐을 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 LED칩이 공급되는 상기 유체층은 제1 유체 및 제2 유체를 포함하고,

상기 제1 유체는 소수성 유체이고,

상기 제2 유체는 친수성 유체이고,

상기 제1 유체는 상기 제2 유체의 상부에 위치하는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 LED칩에 표면 처리가 됨에 따라, 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제2 도전형 반도체층은 소수성 물질로 코팅되고, 상기 자성체층은 친수성 물질로 코팅되는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 LED칩은 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 경계면에서,

상기 소수성 물질로 코팅된 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제2 도전형 반도체층은 상기 제1 유체에 놓이도록 회전하고, 상기 친수성 물질로 코팅된 상기 자성체층은 상기 제2 유체에 놓이도록 회전함으로써, 수직 정렬되는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 정렬기판은,

상기 LED칩이 결합되는 결합부;

경사면을 포함하는 결합 유도부; 및

상기 LED칩과 유텍틱 접합을 형성하는 접합 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 결합 유도부는 상기 LED칩의 제1 형상과 형상 특이성을 가지는 제2 형상을 가지고,

상기 LED칩은 상기 결합 유도부의 상기 제2 형상에 의해 상기 결합부 상에 수직 정렬되는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 어셈블리.

청구항 14

LED칩을 제작하는 단계;

상기 LED칩에 표면 처리를 수행하는 단계;

상기 LED칩을 유체 안에서 수직 정렬하는 단계;

접합 금속을 공융 용융하는 단계;

자기장을 이용하여 상기 LED칩을 정렬기판에 안착시키는 단계; 및

상기 LED칩과 상기 접합 금속 사이에 유텍틱 접합을 형성하여 상기 LED칩을 상기 정렬기판에 결합하는 단계를 포함하고,

상기 자기장을 이용하여 상기 LED칩을 정렬기판에 안착시키는 단계는,

제1 방향의 자기장을 형성하고, 상기 제1 방향의 자기장을 이용하여 상기 LED칩을 상기 제1 방향으로 이동시킴으로써, 상기 LED칩을 상기 정렬기판에 안착시키는 것을 특징으로 하는,

발광소자 수직 정렬 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 발광소자를 수직 정렬하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자기장을 이용한 발광소자 수직 정렬 어셈블리, 및 자기장을 이용한 발광소자 수직 정렬 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.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2127559호 "자성 전사 장치, 자성 전사 장치의 제조 방법, 자성 전사 장치를 이용한 반도체 발광 소자 전사 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 목적은 자기장을 이용하여 LED칩을 정렬기판 상에 빠르고 정확하게 전사하는 발광소자 수직 정렬 어셈블리를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 LED칩을 정렬기판 상에 빠르고 정확하게 전사하기 위한 LED칩 구조, 및 정렬기판 구조를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 자기장을 이용하여 LED칩을 정렬기판 상에 빠르고 정확하게 전사하는 발광소자 수직 정렬 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 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

[0010] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 제1 도전형 반도체층, 활성층, 제2 도전형 반도체층, 및 자성체층을 포함하는 LED칩, 상기 LED칩이 결합되는 정렬기판, 제1 방향의 자기장을 형성하는 자석, 및 유체층에 배치되는 한 쌍의 격벽을 포함할 수 있다. 상기 LED칩은 상기 한 쌍의 격벽 내부로 공급되고, 상기 제1 방향의 균일한 자기장에 상기 정렬기판에 안착되고, 상기 정렬기판과 접합을 형성하여 상기 정렬기판에 결합될 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 자석은 상기 정렬기판의 하부에 배치되고, 상기 제1 방향의 자기장을 형성함으로써 상기 LED칩이 하부로 이동하도록 유도하는 단일 자석일 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 자석은 상부 자석 및 하부 자석을 포함할 수 있다. 상기 상부 자석 및 상기 하부 자석은 평행하게 배치될 수 있다. 상기 상부 자석의 N극 및 상기 하부 자석의 S극은 상기 제1 방향의 자기장을 형성할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 한 쌍의 격벽 사이의 거리는 상기 자석의 폭보다 짧을 수 있다. 상기 한 쌍의 격벽은 상기 LED칩이 상기 제1 방향의 균일한 자기장 영역 외부로 이동되는 것을 차단함으로써, 상기 LED칩을 상기 정렬기판에 정확히 안착시킬 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 정렬기판은 수평 방향으로 이동할 수 있다. 상기 LED칩은 상기 정렬기판이 수평 방향으로 이동함에 따라 상기 정렬 기판의 결합부에 순차적으로 결합될 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 자석 및 상기 한 쌍의 격벽은 수평 방향으로 이동할 수 있다. 상기 LED칩은 상기 자석 및 상기 한 쌍의 격벽이 수평 방향으로 이동함에 따라 상기 정렬기판의 결합부에 순차적으로 결합될 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 LED칩은 ICP 에칭 공정에 따라, 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제2 도전형 반도체층으로 갈수록 폭이 점진적으로 넓어지는 제1 형상을 가질 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 LED칩을 상기 유체층으로 공급하는 공급 노즐을 더 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 LED칩이 공급되는 상기 유체층은 제1 유체 및 제2 유체를 포함할 수 있다. 상기 제1 유체는 소수성 유체이고, 상기 제2 유체는 친수성 유체이고, 상기 제1 유체는 상기 제2 유체의 상부에 위치할 수 있

다.

[0019] 일 실시예에서, 상기 LED칩에 표면 처리가 됨에 따라, 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제2 도전형 반도체층은 소수성 물질로 코팅되고, 상기 자성체층은 친수성 물질로 코팅될 수 있다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 LED칩은 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 경계면에서, 상기 소수성 물질로 코팅된 상기 제1 도전형 반도체층, 상기 활성층, 및 상기 제2 도전형 반도체층은 상기 제1 유체에 놓이도록 회전하고, 상기 친수성 물질로 코팅된 상기 자성체층은 상기 제2 유체에 놓이도록 회전함으로써, 수직 정렬될 수 있다.

[0021] 일 실시예에서, 상기 정렬기판은 상기 LED칩이 결합되는 결합부, 경사면을 포함하는 결합 유도부, 상기 LED칩과 유텍틱 접합을 형성하는 접합 금속을 포함할 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 상기 결합 유도부는 상기 LED칩의 제1 형상과 형상 특이성을 가지는 제2 형상을 가질 수 있다. 상기 LED칩은 상기 결합 유도부의 상기 제2 형상에 의해 상기 결합부 상에 수직 정렬될 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 방법은 LED칩을 제작하는 단계, 상기 LED칩에 표면 처리를 수행하는 단계, 상기 LED칩을 유체 안에서 수직 정렬하는 단계, 접합 금속을 공융 용융하는 단계, 자기장을 이용하여 상기 LED칩을 정렬기판에 안착시키는 단계, 및 상기 LED칩과 상기 접합 금속 사이에 유텍틱 접합을 형성하여 상기 LED칩을 상기 정렬기판에 결합하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 자기장을 이용하여 상기 LED칩을 정렬기판에 안착시키는 단계는 제1 방향의 자기장을 형성하고, 상기 제1 방향의 자기장을 이용하여 상기 LED칩을 상기 제1 방향으로 이동시킴으로써, 상기 LED칩을 상기 정렬기판에 안착시킬 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리 및 발광소자 수직 정렬 방법은 LED칩과 정렬기판을 포함하는 유체층에 자석을 이용하여 자기장을 형성할 수 있다. LED칩은 자기장에 의해 정렬기판 상에 빠르고 정확하게 전사될 수 있다.

[0025] 따라서, 본 발명에 의하면, 마이크로 발광소자칩 손상 및 낮은 throughput 문제점을 내재하고 있는 pick-and-place 전사방식의 근본적 한계를 극복할 수 있고, 전사 후 전극 연결을 위한 공정이 추가적으로 필요하지 않아 공정시간을 단축하고 불량 화소를 간단하게 리페어 할 수 있으며, 무기물 GaN 기반의 마이크로 발광소자 전사공정을 양산수준으로 상용화하여 마이크로/나노 마이크로 발광소자 조명 및 디스플레이를 실현할 수 있다.

[0026] 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

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리를 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1의 발광소자 수직 정렬 어셈블리를 위에서 바라본 평면도이다.

도 3은 도 1의 발광소자 수직 정렬 어셈블리의 동작을 나타내는 순서도이다.

도 4는 도 3의 순서도에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리의 각 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 LED칩의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도 6은 LED칩이 유체층에서 수직 정렬되는 과정을 나타내는 도면이다.

도 7은 자기장을 형성하는 자석 및 자기장을 차폐하는 한 쌍의 격벽을 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 정렬기판의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도 9는 LED칩이 정렬기판에 순차적으로 결합되는 제1 실시예를 나타내는 도면이다.

도 10은 LED칩이 정렬기판에 순차적으로 결합되는 제2 실시예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단

지 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0035] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리를 나타내는 도면이고, 도 2는 도 1의 발광소자 수직 정렬 어셈블리를 위에서 바라본 평면도이다.

[0036] 도 1 및 2를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 LED칩(100), 상기 LED칩(100)이 결합되는 정렬기판(200), 상기 LED칩(100)을 유체층에 공급하는 공급 노즐(300), 자기장을 형성하는 자석(400), 및 자기장을 차폐하는 한 쌍의 격벽(500)을 포함할 수 있다.

[0037] LED칩(100)은 유체층에 공급되고, 자기장에 의해 이동함으로써 정렬기판(200)에 결합될 수 있다.

[0038] 예를 들어, LED칩(100)은 유체층에서 밀도 차이에 의해 수직 정렬될 수 있다.

[0039] 예를 들어, LED칩(100)은 정렬기판(200)과 유텍틱 접합을 형성함으로써 정렬기판(200)에 결합될 수 있다.

[0040] 정렬기판(200)은 LED칩(100)이 결합되는 결합부(210), 경사면을 포함하는 결합 유도부(220), 및 LED칩(100)과 유텍틱 접합을 형성하는 접합 금속(230)을 포함할 수 있다.

[0041] 예를 들어, 정렬기판(200)은 경사면을 이용하여 LED칩(100)이 정확하게 안착되도록 유도할 수 있다.

[0042] 예를 들어, 정렬기판(200)은 LED칩(100)과 유텍틱 접합을 형성함으로써 LED칩(100)을 결합시킬 수 있다.

[0043] 공급 노즐(300)은 유체층에 LED칩(100)을 공급할 수 있다. 예를 들어, 공급 노즐(300)은 복수의 공급 라인을 통해 복수의 LED칩(100)들을 유체층으로 공급할 수 있다.

[0044] LED칩(100)이 공급되는 유체층은 제1 유체(FL1)와 제2 유체(FL2)를 포함할 수 있다. 제1 유체(FL1)와 제2 유체(FL2)는 서로 밀도가 다른 유체일 수 있다.

[0045] LED칩(100)은 제1 유체(FL1) 및 제2 유체(FL2)의 경계면에서 밀도 차이에 따라 수직 정렬될 수 있다.

[0046] 자석(400)은 제1 방향의 자기장을 형성하고, 상기 제1 방향의 자기장을 이용하여 상기 LED칩(100)을 상기 제1 방향으로 이동시킬 수 있다.

[0047] 예를 들어, 자석(400)은 전자석(Electro Magnet)일 수 있다. 예를 들어, 자석(400)은 영구자석(Permanent Magnet)일 수 있다.

[0048] 자석(400)은 단일 자석(Single Magnet)으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 자석(400)은 정렬기판(200)의 하부에 배치되고, 상기 제1 방향의 자기장을 형성함으로써 상기 LED칩(100)이 하부로 이동하도록 유도하는 단일 자석일 수 있다.

[0049] 자석(400)은 상부 자석(410) 및 하부 자석(420)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상부 자석(410)은 상기 LED칩(100)이 공급되는 유체층 상부에 배치될 수 있다. 예를 들어, 하부 자석(420)은 상기 LED칩(100)이 공급되는 유체층 하부에 배치될 수 있다.

[0050] 상기 상부 자석(410) 및 상기 하부 자석(420)은 상호 평행하게 배치될 수 있다. 상부 자석(410) 및 하부 자석(420) 사이에 제1 방향의 자기장이 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 방향은 LED칩(100)이 정렬기판(200)에 정확하게 안착되기 위한 방향일 수 있다.

[0051] 한 쌍의 격벽(500)은 유체층에 수직 방향으로 배치될 수 있다. 한 쌍의 격벽(500) 사이의 거리는 자석(400)의 폭보다 짧을 수 있다.

[0052] 한 쌍의 격벽(500)은 LED칩(100)이 제1 방향의 균일한 자기장 영역 외부로 이동되는 것을 차단함으로써, 상기 LED칩(100)을 상기 정렬기판(200)에 정확히 안착시킬 수 있다.

[0053] 또한, 한 쌍의 격벽(500)은 LED칩(100)이 자화되어 서로 뭉치는 현상을 방지할 수 있다.

[0054] 예를 들어, 한 쌍의 격벽(500)은 상기 제1 방향과 다른 방향의 자기장이 LED칩(100)에 미치는 영향을 최소화함으로써, LED칩(100)이 제1 방향의 자기장에 따라 정렬기판(200)에 안착할 수 있도록 유도할 수 있다.

[0055] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 LED칩(100)과 정렬기판(200)을 포함하는 유체층에 자석(400)을 이용하여 자기장을 형성함으로써, LED칩(100)을 자기장에 의해 정렬기판(200) 상에 빠르고 정확하게 전사할 수 있다.

[0056] 도 3은 도 1의 발광소자 수직 정렬 어셈블리의 동작을 나타내는 순서도이고, 도 4는 도 3의 순서도에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리의 각 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0057] 도 5는 본 발명의 LED칩(100)의 일 실시예를 나타내는 도면이고, 도 6은 LED칩(100)이 유체층에서 수직 정렬되는 과정을 나타내는 도면이며, 도 7은 자기장을 형성하는 자석(400) 및 자기장을 차폐하는 한 쌍의 격벽(500)을 나타내는 도면이고, 도 8은 본 발명의 정렬기판(200)의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

[0058] 도 3 및 4를 참조하면, 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 LED칩(100)을 제작(S100)하고, 상기 LED칩(100)에 표면처리를 수행(S200)하며, 상기 LED칩(100)을 유체층 안에서 수직 정렬(S300)하고, 접합 금속(230)을 공융 용융(S400)하며, 자기장을 이용하여 상기 LED칩(100)을 정렬기판(200)에 안착(S500)시키고, 상기 LED칩(100)과 상기 접합 금속(230) 사이에 유텍틱 접합을 형성하여 상기 LED칩(100)을 상기 정렬기판(200)에 결합(S600)할 수 있다.

[0059] 일 실시예에서, 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 LED칩(100)을 제작(S100)할 수 있다. 구체적으로, LED칩(100)은 제1 도전형 반도체층(110), 활성층(120), 제2 도전형 반도체층(130), 및 자성체층(140)을 포함할 수 있다.

[0060] 제1 도전형 반도체층(110) 및 제2 도전형 반도체층(130)은 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.

[0061] 제1 도전형 반도체층(110) 및 제2 도전형 반도체층(130)은 MOCVD, MBE, HVPE 공정을 통해 형성될 수 있다.

[0062] 활성층(120)은 전자와 정공의 재결합에 의해 소정의 에너지를 갖는 광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 활성층(120)은 InGaN 등의 단일 물질로 이루어진 층일 수 있다. 다른 예를 들어, 활성층(120)은 양자장벽층과 양자우물층이 서로 교대로 배치된 다중 양자우물(MQW) 구조로 형성될 수 있다.

[0063] 자성체층(140)은 자성을 띠는 금속으로 구성될 수 있다. 자성체층(140)은 제2 도전형 반도체층(130) 상에 형성될 수 있다. 자성체층(140)은 자화되어 LED칩(100)을 이동시킬 수 있다.

[0064] 예를 들어, 자성체층(140)은 자기장의 방향으로 LED칩(100)을 이동시킴으로써, LED칩(100)이 정렬기판(200)에 안착되도록 유도할 수 있다.

[0065] 도 5를 참조하면, LED칩(100)은 ICP 에칭 공정에 따라, 상기 제1 도전형 반도체층(110), 상기 활성층(120), 및 상기 제2 도전형 반도체층(130)으로 갈수록 폭이 점진적으로 넓어지는 제1 형상을 가질 수 있다.

[0066] 제1 형상은 경사면을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 형상은 사다리꼴 형상일 수 있다. 예를 들어, 제1 형상은 피라미드 형상일 수 있다.

[0067] LED칩(100)은 ICP 에칭 공정에 따라 제1 형상을 가짐으로써, 정렬기판(200)에 정확하고 빠르게 안착될 수 있다.

[0068] 일 실시예에서, 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 상기 LED칩(100)에 표면 처리를 수행(S200)하며, 상기 LED칩(100)을 유체층 안에서 수직 정렬(S300)할 수 있다. 구체적으로, LED칩(100)은 유체층의 밀도 차이에 의해 자성체층(140)이 정렬기판(200) 방향을 향하도록 수직 정렬될 수 있다.

[0069] LED칩(100)이 공급되는 유체층은 제1 유체(FL1)와 제2 유체(FL2)를 포함할 수 있다. 제1 유체(FL1)와 제2 유체(FL2)는 서로 밀도가 다른 유체일 수 있다.

[0070] 제1 유체(FL1)는 소수성(hydrophobic) 유체이고, 제2 유체(FL2)는 친수성(hydrophilic) 유체일 수 있다. 예를 들어, 제1 유체(FL1)는 기름(Oil) 성분을 포함하고, 제2 유체(FL2)는 물(Water) 성분을 포함할 수 있다.

[0071] 유체층 내부에서 제1 유체(FL1)와 제2 유체(FL2)의 밀도 차이에 따라, 소수성의 제1 유체(FL1)는 상층부에, 친수성의 제2 유체(FL2)는 하층부에 형성될 수 있다.

[0072] LED칩(100)은 소수성 물질 및 친수성 물질로 표면 처리될 수 있다. 예를 들어, LED칩(100)에 표면 처리가 됨에 따라, 상기 제1 도전형 반도체층(110), 상기 활성층(120), 및 상기 제2 도전형 반도체층(130)은 소수성 물질로 코팅되고, 상기 자성체층(140)은 친수성 물질로 코팅될 수 있다.

[0073] LED칩(100)은 상기 제1 유체(FL1) 및 상기 제2 유체(FL2)의 경계면에서 밀도 차이에 따라 수직 정렬될 수 있다. 구체적으로, LED칩(100)은 상층부의 제1 유체(FL1)에서 하층부의 제2 유체(FL2)로 이동하는 과정에서, 제1 유체(FL1)와 제2 유체(FL2)의 밀도 차이에 따라 수직 정렬될 수 있다.도 6을 참조하면, 친수성 물질로 코팅된 자성체층(140)은 제2 유체(FL2)에 놓이도록 회전하고, 소수성 물질로 코팅된 제1 도전형 반도체층(110), 활성층(120), 및 제2 도전형 반도체층(130)은 제1 유체(FL1)에 놓이도록 회전할 수 있다.

[0074] 예를 들어, 유체층 내에서 자성체층(140)은 정렬기판(200) 방향으로 향하고, 제1 도전형 반도체층(110), 활성층(120), 및 제2 도전형 반도체층(130)은 정렬기판(200)의 반대 방향으로 향할 수 있다.

[0075] 이에 따라, LED칩(100)은 상기 제1 유체 및 상기 제2 유체의 경계면에서 스스로 수직 정렬될 수 있다.

[0076] 일 실시예에서, 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 접합 금속(230)을 공융 용융(S400)할 수 있다. 구체적으로, 정렬기판(200)의 접합 금속(230)은 공융 용융(Eutectic melting)됨으로써, LED칩(100)과 접합을 형성할 수 있다.

[0077] 접합 금속(230)은 정렬기판(200)의 결합부(210) 상에 형성될 수 있다. 접합 금속(230)은 주석(Sn), 납(Pb), 구리(Cu), 금(Au), 실리콘(Si) 등을 포함할 수 있다.

[0078] 예를 들어, 접합 금속(230)은 주석, 납, 구리, 금, 실리콘, 및 이들의 결합으로 구성됨으로써, LED칩(100)와 유텍틱 접합(eutectic bonding)을 형성할 수 있다.

[0079] 일 실시예에서, 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 자기장을 이용하여 상기 LED칩(100)을 정렬기판(200)에 안착(S500)시킬 수 있다.

[0080] 구체적으로, 자석(400)은 제1 방향의 자기장을 형성하고, 상기 제1 방향의 자기장을 이용하여 상기 LED칩(100)을 상기 제1 방향으로 이동시킴으로써, 상기 LED칩(100)을 상기 정렬기판(200)에 안착시킬 수 있다.

[0081] 예를 들어, 자석(400)은 전자석(Electro Magnet)일 수 있다. 예를 들어, 자석(400)은 영구자석(Permanent Magnet)일 수 있다.

[0082] 자석(400)은 상부 자석(410) 및 하부 자석(420)을 포함할 수 있다. 상기 상부 자석(410) 및 상기 하부 자석

(420)은 평행하게 배치될 수 있다.

[0083] 상부 자석(410) 및 하부 자석(420) 사이에는 자기장이 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 상부 자석(410)의 N극 및 상기 하부 자석(420)의 S극은 상기 제1 방향의 자기장을 형성할 수 있다. 예를 들어, 제1 방향은 LED칩(100)이 정렬기판(200)에 정확하게 안착되기 위한 방향일 수 있다.

[0084] LED칩(100)은 자성체층(140)을 포함하므로, 제1 방향의 자기장에 따라 자성체층(140)이 정렬기판(200) 근처로 이동될 수 있다. 따라서, LED칩(100)은 자기장의 영향으로 정렬기판(200) 상에 빠르고 정확하게 전사될 수 있다.

[0085] 한편, 상부 자석(410)과 하부 자석(420) 사이에는 제1 방향의 자기장 이외에, 다른 방향의 자기장이 형성될 수 있다. 제1 방향과 다른 방향의 자기장은 LED칩(100)을 제1 방향 이외의 방향으로 이동시키거나, LED칩(100)을 자화시켜 서로 뭉치게 하는 등 LED칩(100)의 전사에 악영향을 미칠 수 있다.

[0086] 도 7을 참조하면, 한 쌍의 격벽(500)은 유체층에 수직 방향으로 배치될 수 있다. 한 쌍의 격벽(500) 사이의 거리는 자석(400)의 폭보다 짧을 수 있다. 한 쌍의 격벽(500)은 LED칩(100)이 수직 정렬되는데 불필요한 자기장을 차폐할 수 있다.

[0087] 한 쌍의 격벽(500)은 LED칩(100)이 제1 방향의 균일한 자기장 영역 외부로 이동되는 것을 차단함으로써, 상기 LED칩(100)을 상기 정렬기판(200)에 정확히 안착시킬 수 있다.

[0088] 또한, 한 쌍의 격벽(500)은 LED칩(100)이 자화되어 서로 뭉치는 현상을 방지할 수 있다.

[0089] 한 쌍의 격벽(500)은 상기 제1 방향과 다른 방향의 자기장이 LED칩(100)에 미치는 영향을 최소화함으로써, LED칩(100)이 제1 방향의 자기장에 따라 정렬기판(200)에 안착할 수 있도록 유도할 수 있다.

[0090] 예를 들어, 한 쌍의 격벽(500)은 상기 상부 자석(410) 및 상기 하부 자석(420) 사이에 형성된 자기장을 상기 제1 방향의 균일한 자기장으로 필터링하여, 내부로 공급된 LED칩(100)이 제1 방향으로 이동하도록 유도할 수 있다.

[0091] 일 실시예에서, 발광소자 수직 정렬 어셈블리는 상기 LED칩(100)과 상기 접합 금속(230) 사이에 유텍틱 접합을 형성하여 상기 LED칩(100)을 상기 정렬기판(200)에 결합(S600)할 수 있다.

[0092] 도 8을 참조하면, 정렬기판(200)은 LED칩(100)이 결합되는 결합부(210), 경사면을 포함하는 결합 유도부(220), 및 LED칩(100)과 유텍틱 접합을 형성하는 접합 금속(230)을 포함할 수 있다.

[0093] 결합부(210)는 정렬기판(200) 중 LED칩(100)이 실질적으로 결합되는 부분일 수 있다. 결합부(210) 상에 결합 유도부(220) 및 접합 금속(230)이 형성될 수 있다.

[0094] 결합 유도부(220)는 상기 LED칩(100)의 제1 형상과 형상 특이성을 가지는 제2 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 결합 유도부(220)는 LED칩(100)의 제1 형상의 경사면이 슬라이딩되어 결합부(210)로 삽입될 수 있도록 유도하는 제2 형상을 가질 수 있다.

[0095] 따라서, 상기 LED칩(100)은 상기 결합 유도부(220)의 상기 제2 형상에 의해 상기 결합부(210) 상에 수직 정렬될 수 있다.

[0096] 접합 금속(230)은 공융 용융(Eutectic melting)됨으로써, LED칩(100)과 접합을 형성할 수 있다. 예를 들어, 접합 금속(230)은 LED칩(100)와 유텍틱 접합(eutectic bonding)을 형성할 수 있다.

[0097] 도 9는 LED칩(100)이 정렬기판(200)에 순차적으로 결합되는 제1 실시예를 나타내는 도면이다.

[0098] 도 9를 참조하면, 상기 정렬기판(200)은 수평 방향으로 이동할 수 있다. 이 때, 자석(400) 및 한 쌍의 격벽(500)은 위치가 고정되어 있으므로, LED칩(100)은 수직 아래 방향으로 순차적으로 하강할 수 있다.

[0099] 상기 LED칩(100)은 상기 정렬기판(200)이 수평 방향으로 이동함에 따라 상기 정렬 기판의 결합부(210)에 순차적으로 결합될 수 있다.

[0100] 즉, 정렬기판(200)이 수평 방향으로 이동함에 따라, LED칩(100)이 서로 겹치지 않고 정렬기판(200) 상에 고르게 결합될 수 있다.

[0101] 도 10은 LED칩(100)이 정렬기판(200)에 순차적으로 결합되는 제2 실시예를 나타내는 도면이다.

[0102] 도 10을 참조하면, 상기 자석(400) 및 상기 한 쌍의 격벽(500)은 수평 방향으로 이동할 수 있다. LED칩(100)은 자석(400) 및 한 쌍의 격벽(500)이 수평 방향으로 이동함에 따라, 수직 아래 방향 및 수평 방향으로 이동할 수 있다.

[0103] 이 때, 정렬기판(200)은 위치가 고정되어 있으므로, 상기 LED칩(100)은 상기 자석(400) 및 상기 한 쌍의 격벽(500)이 수평 방향으로 이동함에 따라 상기 정렬기판(200)의 결합부(210)에 순차적으로 결합될 수 있다.

[0104] 즉, 자석(400) 및 한 쌍의 격벽(500)이 수평 방향으로 이동함에 따라, LED칩(100)이 서로 겹치지 않고 정렬기판(200) 상에 고르게 결합될 수 있다.

[0105] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 발광소자 수직 정렬 어셈블리 및 발광소자 수직 정렬 방법은 LED칩(100)과 정렬기판(200)을 포함하는 유체층에 자석(400)을 이용하여 자기장을 형성할 수 있다. 따라서, LED칩(100)은 자기장에 의해 정렬기판(200) 상에 빠르고 정확하게 전사될 수 있다.

[0106] 본 발명에 의하면, 마이크로 발광소자칩 손상 및 낮은 throughput 문제점을 내재하고 있는 pick-and-place 전사 방식의 근본적 한계를 극복할 수 있고, 전사 후 전극 연결을 위한 공정이 추가적으로 필요하지 않아 공정시간을 단축하고 불량 화소를 간단하게 리페어 할 수 있으며, 무기물 GaN 기반의 마이크로 발광소자 전사공정을 양산수준으로 상용화하여 마이크로/나노 마이크로 발광소자 조명 및 디스플레이를 실현할 수 있다.

[0107] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0108] 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.

[0109] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0110] 100: LED칩 110: 제1 도전형 반도체층

120: 활성층 130: 제2 도전형 반도체층

140: 자성체층 200: 정렬기판

210: 결합부 220: 결합 유도부

230: 접합 금속 300: 공급 노즐

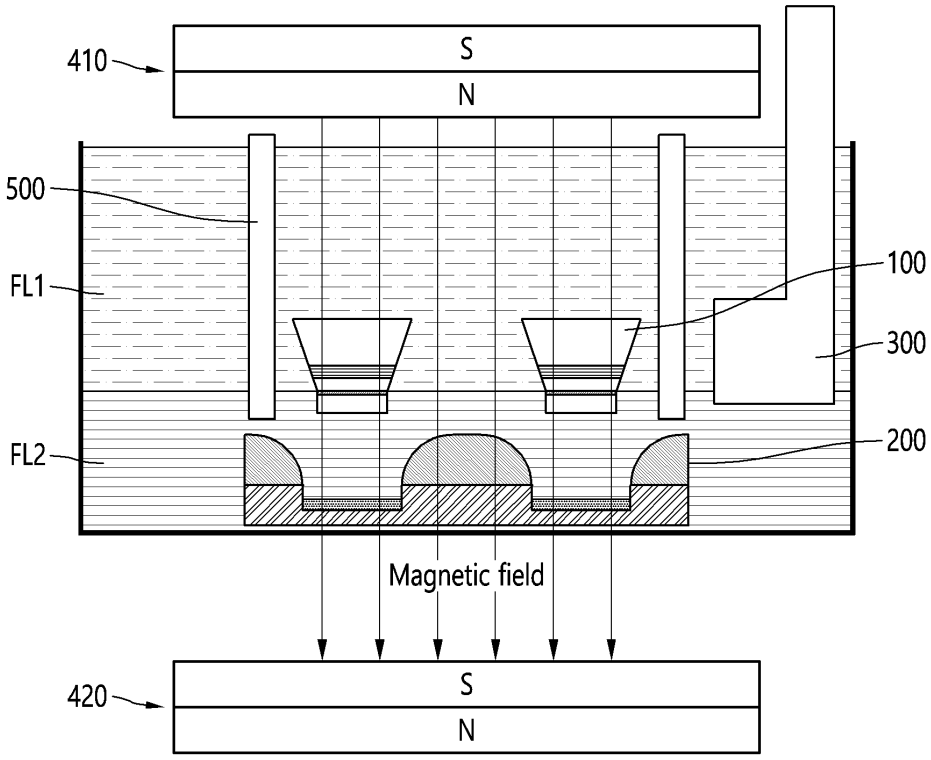
400: 자석 410: 상부 자석

420: 하부 자석 500: 한 쌍의 격벽

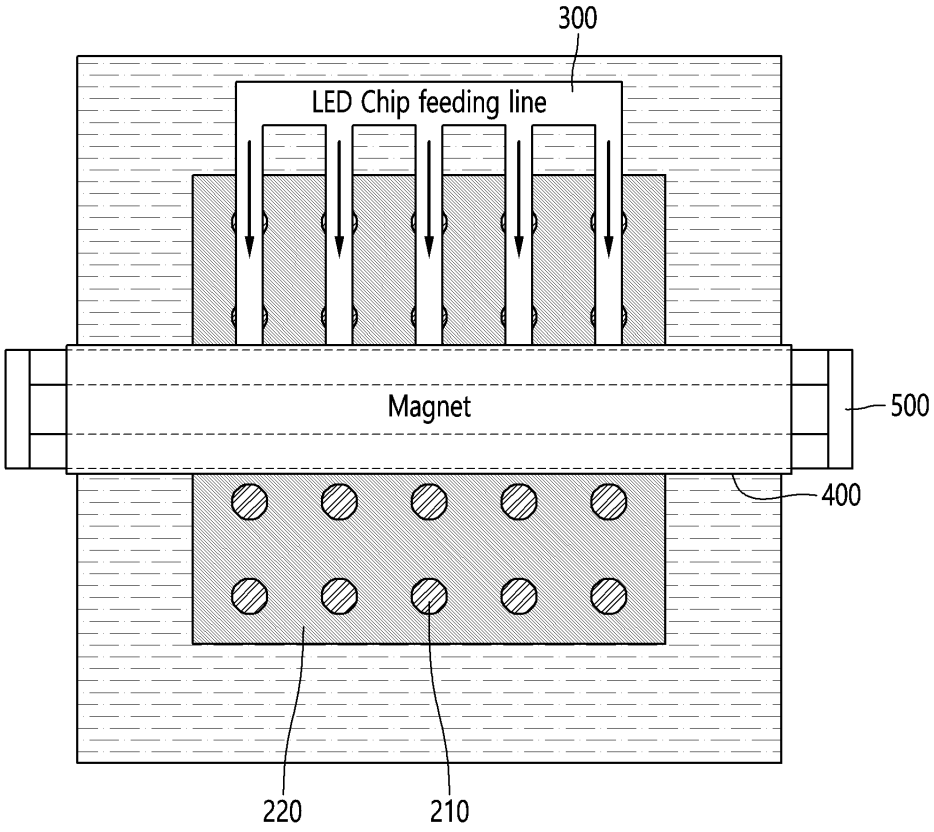
FL1: 제1 유체 FL2: 제2 유체

도면

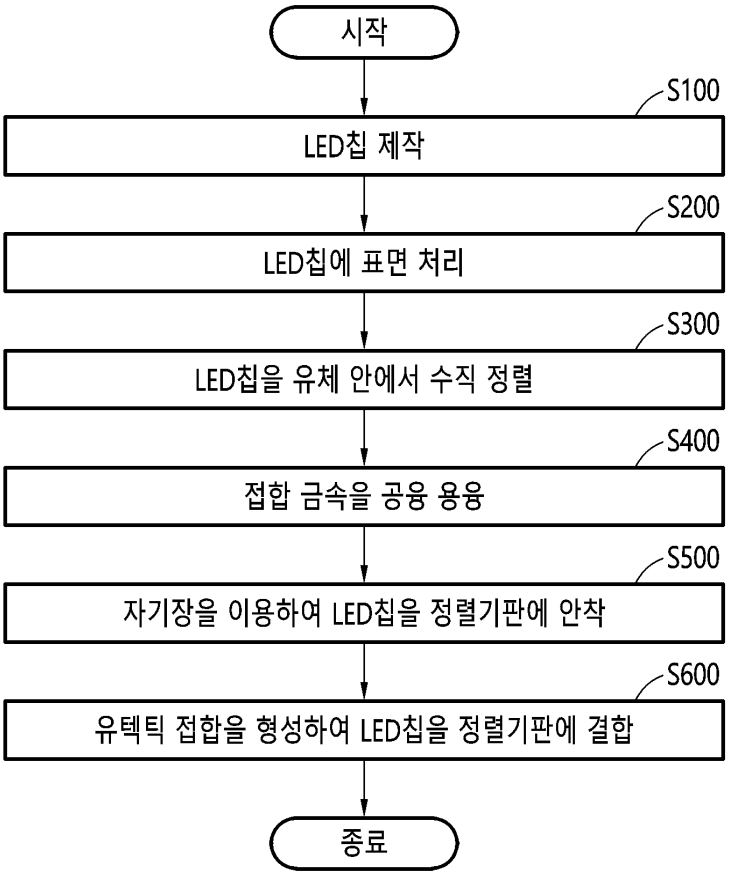
도면1



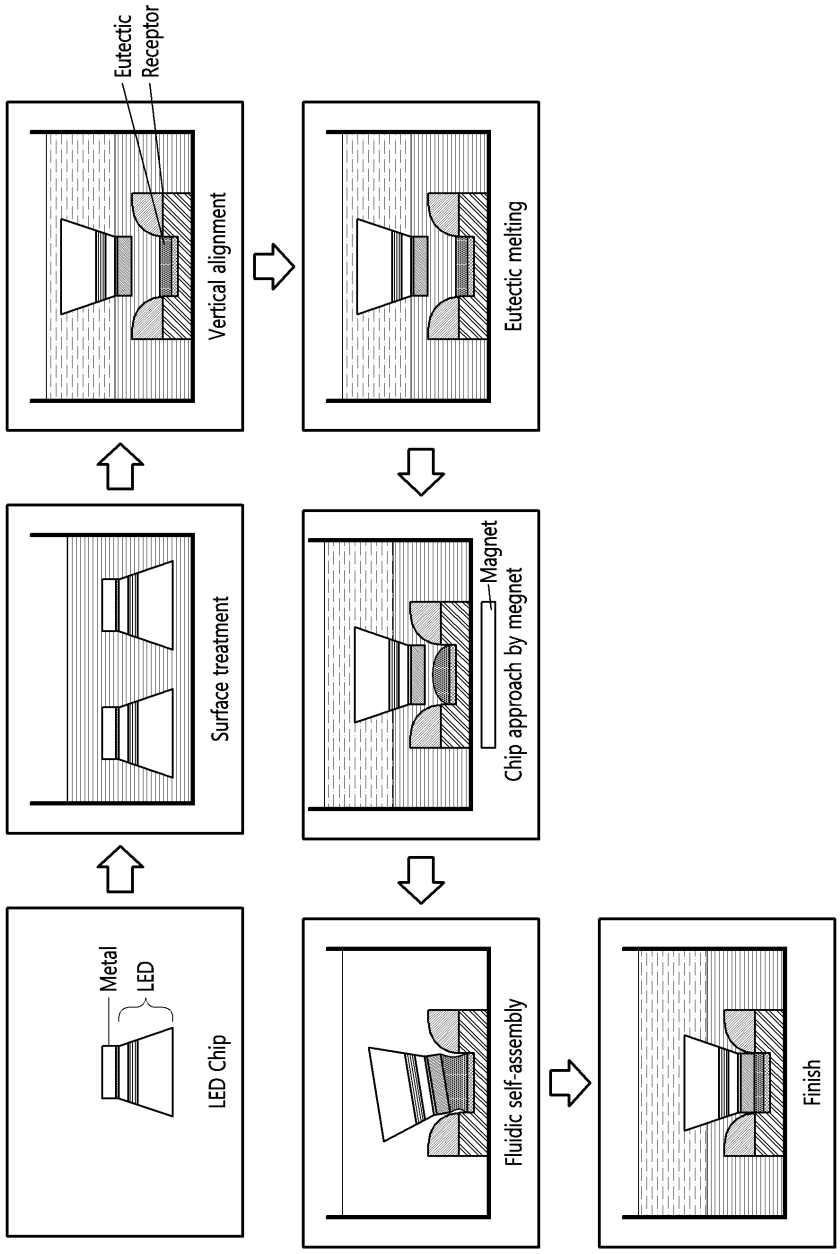
도면2



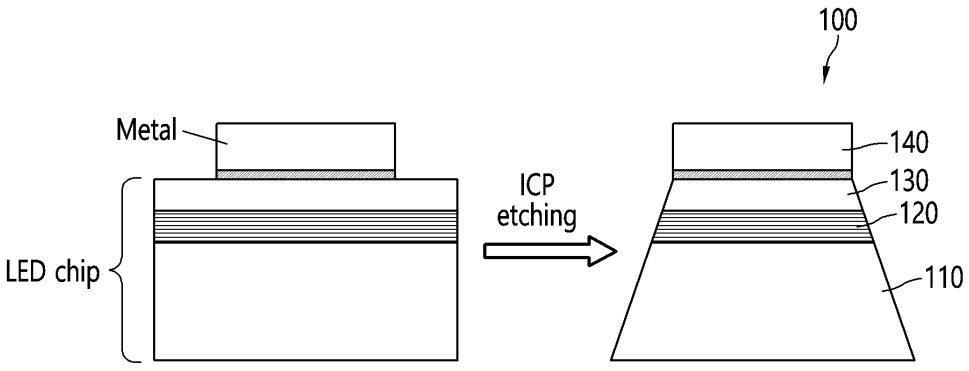
도면3


시작
S100
LED칩 제작
S200
LED칩에 표면 처리
S300
LED칩을 유체 안에서 수직 정렬
S400
접합 금속을 공융 용융
S500
자기장을 이용하여 LED칩을 정렬기판에 안착
S600
유텍틱 접합을 형성하여 LED칩을 정렬기판에 결합
종료

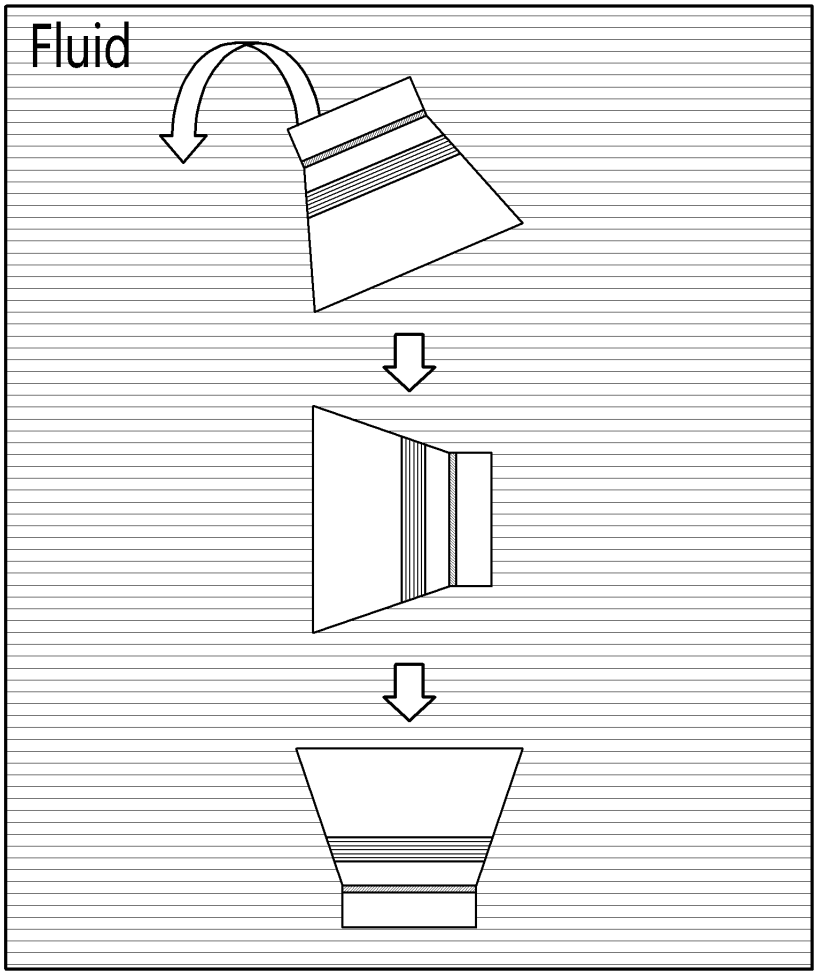
도면4


Eutectic
Receptor
Vertical alignment
Eutectic melting
Surface treatment
Magnet
Chip approach by megnet
Metal
LED
LED Chip
Fluidic self-assembly
Finish

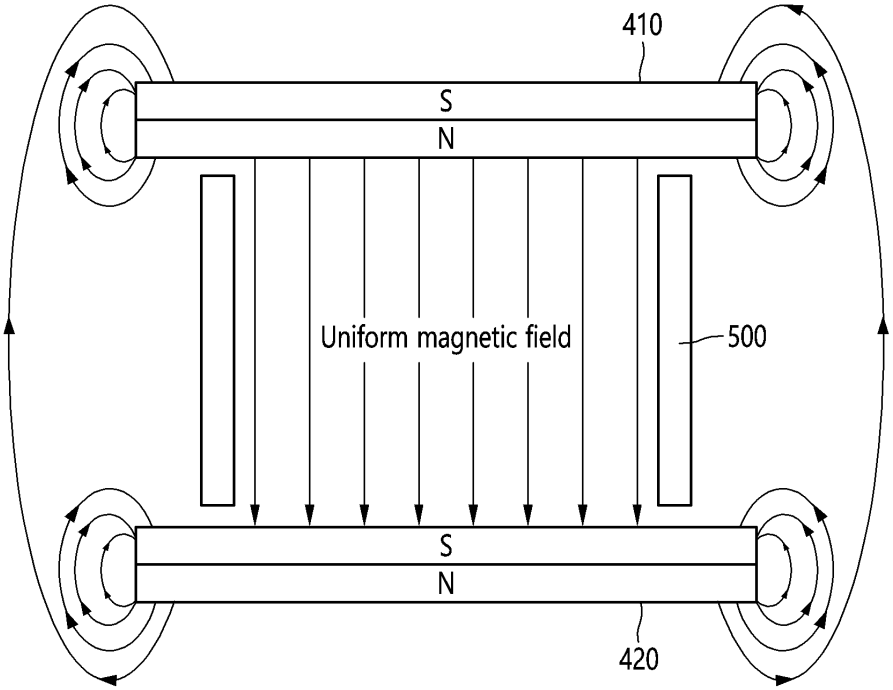
도면5


100
Metal
LED chip
ICP
etching
140
130
120
110

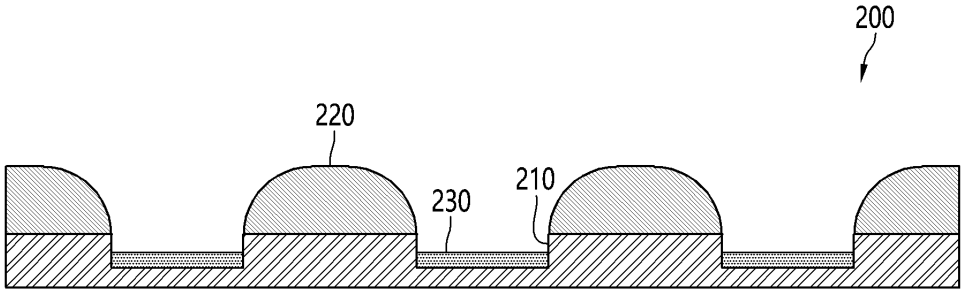
도면6



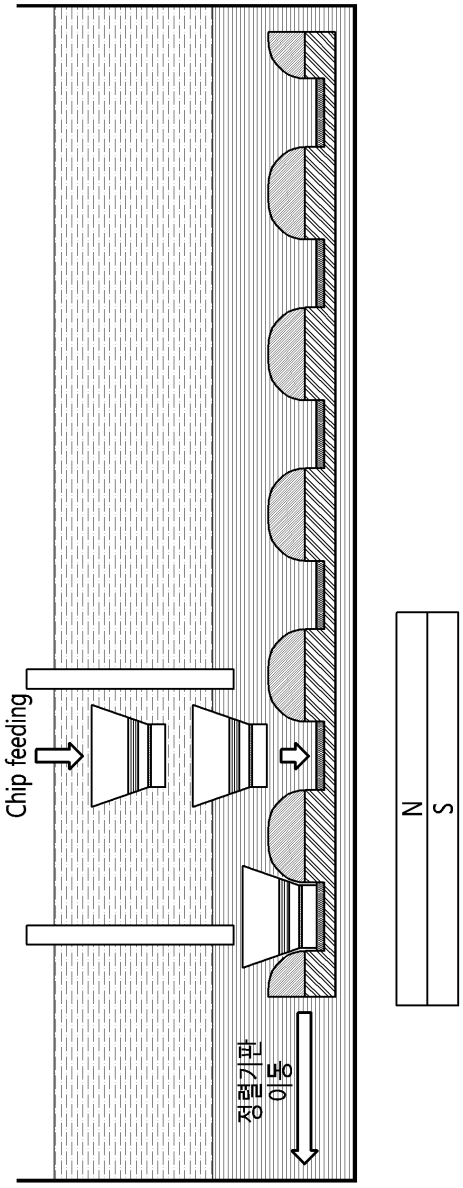
도면7



도면8



도면9



도면10

