



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0017691
(43) 공개일자 2019년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/00 (2010.01) H01F 7/06 (2006.01)
H01L 33/06 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/005 (2013.01)
H01F 7/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0093460
(22) 출원일자 2018년08월10일
심사청구일자 2018년08월10일
(30) 우선권주장
1020170101382 2017년08월10일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이인환
서울특별시 성북구 종암로23길 35, 205동 1043호 (종암동, 래미안세레니티)
김규철
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 공학관 634호
(74) 대리인
이철희, 고윤호, 염홍서

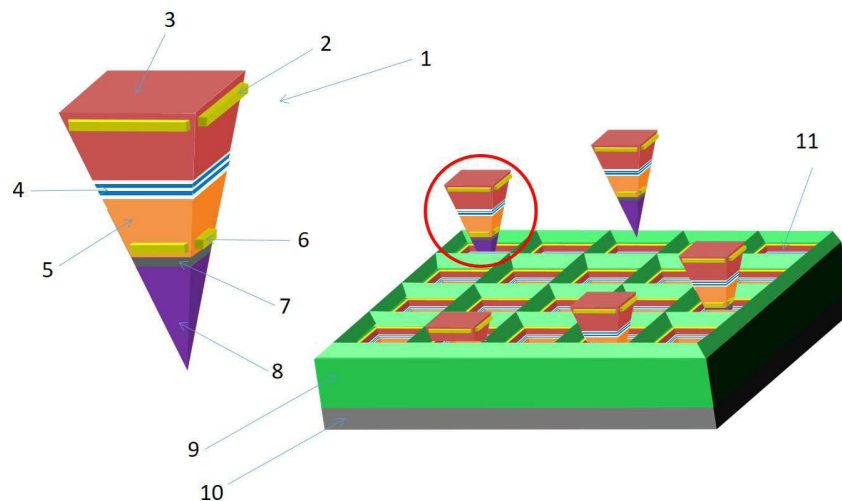
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 발광소자와 기판 및 그 정렬방법과 정렬장치

(57) 요약

본 발명은 발광소자와 기판에 관한 것이며, 보다 상세하게는 발광소자를 이용한 평면 조명과 디스플레이 장치에 적용되는 정렬방법과 정렬장치에 관한 것이다. 본 발명의 발광소자는 입체형상을 갖는 발광소자로서, 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과 상기 면 중 경사진 측면 상에 설치된 전극:을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 33/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

입체형상을 갖는 발광소자로서,
 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과
 상기 면 중 경사진 측면 상에 설치된 전극;을 포함하는 발광소자.

청구항 2

발광소자가 정렬되는 정렬면을 갖는 기관으로서,
 상기 발광소자의 외부면의 형상의 일부 또는 전부와 일치하는 형상을 갖는 정렬면을 포함하는 기관.

청구항 3

하나 이상의 발광소자와 기관을 결합시키는 정렬방법에 있어서,
 상기 발광소자와 기관을 포함하는 대향전극에 전기장을 걸어서
 상기 발광소자가 갖는 자발분극에 따라 상기 기관에 상기 발광소자가 결합되는 정렬방법.

청구항 4

하나 이상의 발광소자와 기관을 결합시키는 정렬방법에 있어서,
 상기 발광소자가 자성을 가지며,
 상기 기관이 상기 발광소자와 반대의 자성을 갖도록 자기장을 걸어서 상기 기관에 상기 발광소자가 결합되는 정렬방법.

청구항 5

하나 이상의 발광소자와 기관이 결합되는 정렬방법에 있어서,
 상기 발광소자에는 상기발광소자가 결합되는 상기 기관의 접촉면에 대하여 하나 이상의 전극이 형성되고,
 상기 발광소자와 결합하는 상기 기관의 접촉면에 상기 전극에 대응하는 하나 이상의 대향전극이 형성되며,
 상기 전극과 상기 대향전극은 이온성액체로부터 열에너지를 전달받아 eutectic bonding에 의해 결합되는 것을 특징으로 하는 발광소자와 기관이 결합되는 정렬방법.

청구항 6

하나 이상의 발광소자와 기관이 결합되는 정렬방법에 있어서,
 상기 발광소자에는 상기발광소자가 결합되는 상기 기관의 접촉면에 대하여 하나 이상의 전극이 형성되고,
 상기 발광소자와 결합하는 상기 기관의 접촉면에 상기 전극에 대응하는 하나 이상의 대향전극이 형성되며,
 상기 전극과 상기 대향전극은 에너지빔에 의해 용해되어 전극물질 상호간에 결합되는 것을 특징으로 하는 발광소자와 기관이 결합되는 정렬방법.

청구항 7

하나 이상의 발광소자와 기관을 결합시키는 정렬장치에 있어서,
 상기 장치는
 전기장이 인가되는 전극;

자기장이 인가되는 코일;
 상기 전극을 포함하는 공간에 채워지는 이온성액체;
 상기 이온성액체의 온도를 조절하는 온도조절장치;
 상기 이온성액체의 유동을 조절하는 유동조절장치;와
 상기 발광소자와 기관의 상대 위치를 변경시키는 회전기구;를 포함하며,
 상기 발광소자는 입체형상을 가지며,
 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과
 상기 면 상에 설치된 소자측 전극:을 포함하며,
 상기 기관은 발광소자가 정렬되는 정렬면을 가지며,
 표면을 갖는 기관으로서,
 상기 발광소자의 자성을 갖는 면과 들어맞는 형상;과
 상기 소자측 전극에 대응하는 기관측 전극:을 포함하며,
 상기 발광소자와 상기 기관은 상기 이온성액체 내에서
 전기장 또는 자기장을 각각 혹은 동시에 인가하여 정렬과 결합을 수행하고,
 결합이 수행된 후 정렬상태를 유지하기 위해
 기관이 하부에 위치하도록 회전하는 것을 특징으로 하는 정렬장치.

청구항 8

하나 이상의 발광소자와 기관을 결합시키는 정렬장치에 있어서,
 상기 장치는
 전기장이 인가되는 전극;
 자기장이 인가되는 코일;
 상기 전극을 포함하는 공간에 채워지는 점성을 갖는 액체;
 상기 이온성액체의 온도를 조절하는 온도조절장치;
 상기 이온성액체의 유동을 조절하는 유동조절장치;와
 상기 발광소자와 기관의 상대 위치를 변경시키는 회전기구;를 포함하며,
 상기 발광소자는 입체형상을 가지며,
 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과
 상기 면 상에 설치된 소자측 전극:을 포함하며,
 상기 기관은 발광소자가 정렬되는 정렬면을 가지며,
 표면을 갖는 기관으로서,
 상기 발광소자의 자성을 갖는 면과 들어맞는 형상;과
 상기 소자측 전극에 대응하는 기관측 전극:을 포함하며,
 상기 발광소자와 상기 기관은 상기 이온성액체 내에서
 전기장 또는 자기장을 각각 혹은 동시에 인가하여 정렬과 결합을 수행하고,

결합이 수행된 후 정렬상태를 유지하기 위해

기관이 하부에 위치하도록 회전하는 것을 특징으로 하는 정렬장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 자성을 갖는 면은 상기 입체형상 위에 층으로 형성되며,

상기 자성을 갖는 면을 구성하는 물질과, 상기 입체형상을 구성하는 물질은 용융온도가 다른 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 입체형상을 구성하는 물질의 용융온도가 상기 발광소자의 동작온도보다 높은 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 자성이 부여되는 층은 박막인 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 입체형상이 상기 발광소자가 형성된 기관의 하부에 형성된 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 입체형상은 상기 발광소자가 형성된 기관하부의 돌출부인 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 14

입체형상을 갖는 발광소자로서,

하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과

상기 면 중 경사진 측면 상에 설치된 전극;을 포함하는 발광소자의 제조방법에 있어서,

상기 발광소자가 형성된 기관의 하부에 상기 입체형상을 형성하는 단계;를 포함하며,

상기 입체형상을 형성하는 단계는 가열 및 진공이 동시에 적용되는 것을 특징으로 하는 발광소자의 제조방법.

청구항 15

제4항에 있어서,

상기 발광소자와 상기 기관은 점성을 갖는 매개체 안에 놓이는 것을 특징으로 하는 정렬방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 매개체는 두 종류 이상의 액체를 포함하는 것을 특징으로 하는 정렬방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발광소자와 기판에 관한 것이며, 보다 상세하게는 발광소자를 이용한 평면 조명과 디스플레이 장치에 적용되는 정렬방법과 정렬장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미국 애플사에서는 2014년 마이크로 LED 전문업체인 Ruxvue Technology를 인수하였고, 일본 Sony와 중국 Baco사의 LED 픽셀 TV 시제품 출시로 인한 마이크로 LED의 디스플레이 적용 가능성 현실화되고 있다. 향후 고속 전자 공정/장비가 개발된다면 OLED를 능가하는 차세대 플렉시블 조명 및 디스플레이가 될 것으로 기대되고 있다. 이러한 디스플레이에 사용되는 마이크로/나노 LED는 화학적으로 안정하고 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.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국특허출원 10-2001-0080462 레이저 다이오드바 정렬장치
(특허문헌 0002) 한국특허출원 10-2011-0029454 자성 구조물을 자기적으로 제어하는 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 플렉시블 마이크로/나노 LED를 제작하기 위해서는 분리된 LED 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 LED 전사공정을 양산수준으로 상용화한 기업은 세계적으로 전무하다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 입체형상을 갖는 발광소자로서, 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과 상기 면 중 경사진 측면 상에 설치된 전극;을 포함하는 발광소자에 관한 것이다.

[0006] 또한, 본 발명은 발광소자가 정렬되는 정렬면을 갖는 기판으로서, 상기 발광소자의 외부면의 형상의 일부 또는 전부와 일치하는 형상을 갖는 정렬면을 포함하는 기판에 관한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 하나 이상의 발광소자와 기판을 결합시키는 정렬방법에 있어서, 상기 발광소자와 기판을 포함하는 대향전극에 전기장을 걸어서 상기 발광소자가 갖는 자발분극에 따라 상기 기판에 상기 발광소자가 결합되는 정렬방법에 관한 것이다.

[0008] 또한, 하나 이상의 발광소자와 기판을 결합시키는 정렬방법에 있어서, 상기 발광소자가 자성을 가지며, 상기 기판이 상기 발광소자와 반대의 자성을 갖도록 자기장을 걸어서 상기 기판에 상기 발광소자가 결합되는 정렬방법에 관한 것이다.

[0009] 본 발명의 하나 이상의 발광소자와 기판이 결합되는 정렬방법은, 상기 발광소자에는 상기발광소자가 결합되는 상기 기판의 접촉면에 대하여 하나 이상의 전극이 형성되고, 상기 발광소자와 결합하는 상기 기판의 접촉면에 상기 전극에 대응하는 하나 이상의 대향전극이 형성되며, 상기 전극과 상기 대향전극은 이온성액체로부터 열에너지 전달받아 eutectic bonding에 의해 결합되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 하나 이상의 발광소자와 기판이 결합되는 정렬방법은, 상기 발광소자에는 상기발광소자가 결합되는 상기 기판의 접촉면에 대하여 하나 이상의 전극이 형성되고, 상기 발광소자와 결합하는 상기 기판의 접촉면에 상기 전극에 대응하는 하나 이상의 대향전극이 형성되며, 상기 전극과 상기 대향전극은 에너지빔에 의해 용해되어 전극물질 상호간에 결합되는 것을 특징으로 한다.

- [0011] 본 발명의 하나 이상의 발광소자와 기판을 결합시키는 정렬장치에 있어서, 상기 장치는
- [0012] 전기장이 인가되는 전극; 자기장이 인가되는 코일; 상기 전극을 포함하는 공간에 채워지는 이온성액체;
- [0013] 상기 이온성액체의 온도를 조절하는 온도조절장치; 상기 이온성액체의 유동을 조절하는 유동조절장치;와
- [0014] 상기 발광소자와 기판의 상대 위치를 변경시키는 회전기구;를 포함하며, 상기 발광소자는 입체형상을 가지며, 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과 상기 면 상에 설치된 소자측 전극;을 포함하며,
- [0015] 상기 기판은 발광소자가 정렬되는 정렬면을 가지며, 표면을 갖는 기판으로서, 상기 발광소자의 자성을 갖는 면과 들어맞는 형상;과 상기 소자측 전극에 대응하는 기판측 전극;을 포함하며, 상기 발광소자와 상기 기판은 상기 이온성액체 내에서 전기장 또는 자기장을 각각 혹은 동시에 인가하여 정렬과 결합을 수행하고, 결합이 수행된 후 정렬상태를 유지하기 위해 기판이 하부에 위치하도록 회전하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 하나 이상의 발광소자와 기판을 결합시키는 정렬장치에 있어서, 상기 장치는 전기장이 인가되는 전극; 자기장이 인가되는 코일; 상기 전극을 포함하는 공간에 채워지는 점성을 갖는 액체; 상기 이온성액체의 온도를 조절하는 온도조절장치; 상기 이온성액체의 유동을 조절하는 유동조절장치;와 상기 발광소자와 기판의 상대 위치를 변경시키는 회전기구;를 포함하며, 상기 발광소자는 입체형상을 가지며, 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과 상기 면 상에 설치된 소자측 전극;을 포함하며, 상기 기판은 발광소자가 정렬되는 정렬면을 가지며, 표면을 갖는 기판으로서, 상기 발광소자의 자성을 갖는 면과 들어맞는 형상;과 상기 소자측 전극에 대응하는 기판측 전극;을 포함하며, 상기 발광소자와 상기 기판은 상기 이온성액체 내에서 전기장 또는 자기장을 각각 혹은 동시에 인가하여 정렬과 결합을 수행하고, 결합이 수행된 후 정렬상태를 유지하기 위해 기판이 하부에 위치하도록 회전하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 발광소자에 있어서, 상기 자성을 갖는 면은 상기 입체형상 위에 층으로 형성되며, 상기 자성을 갖는 면을 구성하는 물질과, 상기 입체형상을 구성하는 물질은 용융온도가 다른 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 발광소자에 있어서, 상기 입체형상을 구성하는 물질의 용융온도가 상기 발광소자의 동작온도보다 높은 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 발광소자에 있어서, 상기 자성이 부여되는 층은 박막인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 발광소자에 있어서, 상기 입체형상이 상기 발광소자가 형성된 기판의 하부에 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 발광소자에 있어서, 상기 입체형상은 상기 발광소자가 형성된 기판하부의 돌출부인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명의 발광소자의 제조방법은, 입체형상을 갖는 발광소자로서, 하나 또는 둘 이상의 자성을 갖는 면;과 상기 면 중 경사진 측면 상에 설치된 전극;을 포함하는 발광소자의 제조방법에 있어서, 상기 발광소자가 형성된 기판의 하부에 상기 입체형상을 형성하는 단계;를 포함하며, 상기 입체형상을 형성하는 단계는 가열 및 진공이 동시에 적용되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명의 발광소자의 정렬방법에 있어서, 상기 발광소자와 상기 기판은 점성을 갖는 매개체 안에 놓이는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명의 발광소자의 정렬방법에 있어서, 상기 매개체는 두 종류 이상의 액체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0025] 전기장 또는 자기장을 인가하여 기판의 정해진 위치에 미세 LED 칩을 자동으로 정렬함으로써, 칩 손상 및 낮은 throughput 문제점을 내재하고 있는 pick-and-place 방식의 근본적 한계를 극복하고, 무기물 GaN 기반의 마이크로 LED 전사공정을 양산수준으로 상용화하여 flexible 마이크로/나노 LED 조명 및 디스플레이를 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예로서 발광소자가 정렬용 기판에 결합하는 단계를 도시
- 도 2는 발광소자의 전극을 상세 도시하고, 정렬용 기판의 결합위치 사이에 형성된 구조물을 도시

도 3은 기관의 정렬면이 상향배치된 기관의 정렬상태를 도시

도 4는 고온에서 비휘발성이고 화학적으로 안정한 이온성액체(ionic liquid)를 매개로 하여 분산된 상태에서 정렬이 이루어지는 상태

도 5는 본 발명의 하나 이상의 발광소자와 기관을 결합시키는 정렬장치의 예시

도 6은 발광소자와 기관이 정렬된 후 n-GaN층과 기관의 컨택을 형성한 일 실시예

도 7은 n-contact을 위한 ITO deposition의 일 실시예

도 8은 기관과 결합하는 발광소자의 p-contact을 위한 구조의 일 실시예

도 9는 기관과 결합하는 발광소자의 선단부를 형성하는 방법의 일 실시예

도 10은 기관과 결합하는 발광소자의 선단부를 형성하는 방법의 다른 실시예

도 11은 입체형상 (Magnetic head)을 갖는 발광소자를 형성하는 방법을 구성하는 단계를 나타내는 일실시예

도 12는 입체형상제작을 위한 mold 형상의 실시예의 도시

도 13은 300 μ m x 300 μ m mold를 통해 제작한 경사격벽의 일 실시예

도 14는 자장인가실험장치의 구성 예시

도 15는 정렬용 기관표면에 경사를 부여한 실시예

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예로서 발광소자가 정렬용 기관에 결합하는 단계를 도시한다. 자기장 (magnetic field) 인가로 조명/디스플레이 패널에 발광소자(예: LED 칩 등)을 정렬시키는 과정을 나타내었다. LED 칩이 자기장에 반응하도록 Al/Ni/Cr 등의 상자성 물질을 LED 전극재료에 혼합하거나 칩 표면의 일부인 결합선단(8)에 코팅 (혹은 도핑. 금속선단 자체를 상자성 물질로 만들 수도 있음)하며, 이러한 결합선단은 정렬용 기관의 정렬면에 맞게 들어갈 수 있도록 발광소자의 상부면에 형성되거나 상부면에 결합하는 구조를 가진다. 즉, 성장용 기관 상에 형성된 마이크로 LED 칩의 상단에 형성될 수 있으며, 또한 결합선단을 따로 제작하여 마이크로 LED chip에 붙일 수도 있다. LED 구조가 성장된 원래의 기관을 LED칩과 분리하지 않고 함께 스kla이빙하여 상기 결합선단을 원래의 기관부분에 형성할 수 있다. 이러한 형상을 갖는 LED칩의 형태는 버티칼타입(vertical chip type), 플레너타입(planar type) 또는 플립칩타입(flip chip type)일 수 있다. 정렬용 기관상에는 마이크로 LED 칩의 결합선단이 수용되는 구조가 형성된다. 도1에서의 자기장 인가는 영구자석 또는 AC 자기장을 인가하는 전자석이 사용될 수 있다.

[0028] 도 2는 자력 등에 의해 상향하는 정렬과정을 도시하며, 발광소자가 기관상의 정렬면에 형성된 구조물에 안착하면 상기 전극을 eutectic bonding에 의해 기관상의 정렬구조물 내부에 형성된 전극패드에 본딩시킬 수 있다. 이때의 eutectic bonding을 포함하는 후속작업은 도 2에서와 같이 상향정렬후 도 3과 같이 기관이 하부에 위치한 상태에서 진행될 수 있다. 정렬이 종료된 후에는 자기장과 전기장의 효과를 해제하여도 정렬된 상태를 유지할 수 있는 정렬면 상향 상태를 유지하는 것이 공정진행에 유리할 수 있다. eutectic bonding 물질은 도 1에 도시된 2와 6 같이 LED 칩의 전극에 형성될 수도 있고, 전극과 무관하게 칩 상의 바람직한 위치에 별도로 형성될 수도 있으며, LED 칩이 bonding될 기관의 전극 표면에 eutectic alloy가 미리 코팅될 수 있다. LED 칩이 기관으로 이송되면 도 4의 가열부(13)를 가열하여 (예: 저항식 히팅, 또는 RF 가열 방식 등) eutectic alloy를 녹임으로써 LED 칩을 패널에 본딩시킬 수 있다. 도 1의 오믹층(7)과 결합선단(8) 사이에 reflector 층이 형성되어 광추출효율을 향상시킬 수 있다.

[0029] 도 2는 이러한 정렬면의 경사격벽(12)에 대하여 발광소자가 결합하는 과정을 단면으로 도시한다. 도 2에서의 기관의 정렬면은 정렬구조 사이에 프리즘형태의 경사격벽(12)이 설치되어 발광소자의 정렬을 돕는다. 발광소자의 최상단 부분이 상기 격벽과 어긋나더라도 기관의 정렬구조 안으로 자연스럽게 미끄러져 진입하게 되어 정렬의 성공율을 현저하게 높인다. 이와 같은 구조를 갖는 발광소자의 정렬용 기관에 대하여 자기장을 인가하면, 발광소자의 선단부에 자력을 부여하면 발광소자가 패널 방향으로 이송되어 정렬을 이루게 된다. 이때, 칩의 n-GaN 방향의 구조가 p-GaN 방향의 구조에 비해 상대적으로 무거워서 n-GaN방향이 중력방향을 향하게 되어 지향성이 결정된다.

- [0030] 도 4는 고온에서도 비휘발성이고 화학적으로 안정한 이온성액체(ionic liquid)를 매개(media)로 하여 정렬이 이루어지는 상태를 도시한다. MOCVD 법으로 성장한 InGaN/GaN LED는 강한 자발분극 (spontaneous polarization)특성으로 인해 하부 쪽은 N-polarity를 갖고 상부 쪽은 Ga-polarity를 갖게 된다. 이러한 마이크로 LED 칩을 절연성 액체(예: ionic liquid)에 분산시키고 평행 금속판(14, 15) 사이에 위치시킨 후 전기장을 인가하면 자발분극 특성으로 인해 LED 칩이 전기장에 수직으로 정렬하게 된다. 이러한 성질을 이용하는 경우 결합선단(8)이 자성체일 필요는 없다.
- [0031] 도 5는 도 4의 결합상태를 실현하는 정렬장치의 개요도로서, 본 발명의 하나 이상의 발광소자와 기판을 결합시키는 정렬장치(53)의 예시이다. 전자석(51)과 대향전극(52)을 통한 정렬은 각각 또는 함께 적용될 수 있다. 정렬 또는 결합이 완료된 후 회전중심축(54)을 따라 장치를 회전시켜 전계 또는 자계를 해제하여도 정렬면이 상항한 상태로 정렬상태를 유지할 수 있게 된다.
- [0032] 도 6은 발광소자와 기판이 정렬된 후 n-GaN층과 기판의 접촉을 형성한 일 실시예로서,
- [0033] 칩의 n-GaN 쪽 단부가 형성된 부분에 대응하는 기판의 주변을 식각(etching)하여 단을 만들고(61)(s: side view, t: top view), 그 턱 부분에 공정합금(공용합금, eutectic alloy)를 coating(62)한 후, MicroLED 칩을 이송(transfer)하여 정렬시키고, 어닐링(Annealing)(64)하는 단계를 측면도(side view)와 윗면도(top view)로 나타내었다. p-GaN층의 전극(설치예시: 도 1의 6)이 연결되는 모습은 도시되지 않았으며, 마이크로LED의 개별구동을 위해 배선(wiring 또는 pattern 등: 도시되지 않음)이 설치될 수 있다. 즉, 하나 이상의 발광소자와 기판이 결합되는 정렬방법에 있어서, 상기 발광소자에는 상기발광소자가 결합되는 상기 기판의 접촉면에 대하여 하나 이상의 전극이 형성되고, 상기 발광소자와 결합하는 상기 기판의 접촉면에 상기 전극에 대응하는 하나 이상의 대향전극이 형성되며, 상기 전극과 상기 대향전극은 에너지빔에 의해 용해되어 전극물질 상호간에 결합이 이루어 질 수 있다. 이 때, 상기 전극과 상기 대향전극은 대응관계가 아닐 수 있다. 즉 62s와 62t에서 보이는 것처럼 전극은 발광소자의 p-GaN층에 만들어지고, 대응전극은 기판 측 입구에 턱진 형태로 만들어 질 수 있다.
- [0034] 도 7은 n-contact을 위한 ITO deposition의 일 실시예로서, Micro LED를 이송(transfer)하여 정렬하는 단계(71)와 ITO를 증착(deposition)하는 단계(72)를 도시하고 있다. 마이크로LED의 개별구동을 위해 배선(wiring, pattern: 도시되지 않음)이 설치될 수 있으며, 도 6에 도시한 방법에 비하여 한번의 ITO 증착(deposition) 만으로 공통전극을 형성하여 공정을 단축할 수 있는 장점이 있다. 도 8은 기판과 결합하는 발광소자의 p-contact 전극구조의 일 실시예로서 p-ohmic reflector(81)와 NiFe layer (82)가 구비될 수 있음을 보여준다.
- [0035] 기판과 결합하는 발광소자의 형상을 만들고, 상기 형상의 일부에 자성 및/또는 전도성을 부여하기 위한 공정이 분리되어 진행될 수 있다. 그 예시로서 두 번의 포토공정(photolithography)으로 이루어지는 다음의 두 가지 예를 들 수 있다. 도 9에는 기판과 결합하는 발광소자의 선단부를 형성하는 방법의 일 실시예로서 Cu로 먼저 결합부의 형상을 성형하고, 그 위에 메탈층을 형성하는 방법이 도시되어 있다. 먼저 반사층과 오믹층의 역할을 하는 p-ohmic reflector layer(91)를 증착(Evaporation)하고, 이어서 Cu(92)를 증착한 후, 에칭용 마스크를 형성하고 패터닝(93)한다. 마스크를 제거(94)한 후, 금속층(95)을 코팅하고, 각각의 마이크로엘이디로 분리(singulation)(96)하는 공정을 거친다.
- [0036] 도 10은 기판과 결합하는 발광소자의 피라미드형 선단부를 형성하는 방법의 다른 실시예로서, Si으로 먼저 결합부를 성형하고 다시 메탈을 올리는 방법이 도시되어 있다. 먼저, Si <100> 면상에 SiO₂ Layer(101)를 성장시키고, 포토리지스트(102)를 코팅한 후, PR(103)을 패터닝하고, PR패턴을 마스크로 하여 SiO₂ 층을 BOE로 에칭하고, PR을 제거한다(104). 이렇게 형성된 마스크로 하여 KOH용액으로 Si을 에칭하고 난 후, SiO₂를 제거한다. 이렇게 형성된 공간에 점선으로 표시된 MicroLED 가 정렬된다(105). Si상에 만들어진 형상에 금속(Metal)을 증착(evaporation)하여 상기 공간에 금속물질이 채워져 의도한 형상이 성형된 후 보여지는 면이 평탄화되면(106), Si층을 제거함에 따라 의도한 결합부의 형상이 나타나게 된다(107). LED 구조가 적층(stacking)되어 있는 면상에 상기 결합부의 형상이 만들어진 금속층을 부착시키고(108), 레이저 스크라이빙(Laser scribing)(109)으로 칩을 분리한다.
- [0037] 도 11은 입체형상을 가지는 발광소자 (118)를 제작하기 위한 방법을 단면으로 도시한다. 도 11에서 입체형상의 경사면은 입체형상을 구성하는 물질 위에 정렬을 위한 자성층이 순차적으로 구성되어 있다. 또한, 이 경사면은 정렬을 마친 뒤 열처리 과정을 통해 정렬기판과 연결되어 발광소자와 이를 구동하는 회로와 연결되는 전극으로 이용된다. Mold (1121)를 형성하기 위한 물질로써, 유연하며 template (1111)과 쉽게 분리될 수 있고 성형에 유리한 물질 (예 PDMS)을 사용한다. 또한, 입체형상을 구성하는 물질의 용융점이 발광소자의 동작 온도보다 높고,

구동회로에 영향을 끼칠 수 있는 온도보다는 낮아야 소자로서 정상적으로 구동될 수 있다. 상기 자성이 부여되는 층은 박막인 것을 특징으로 하며, 사용되는 물질은 강자성체(Ni, Co, alloy 등 용융온도가 높은 물질)가 사용되고 자성 물질에 따라 그 두께를 달리하는 것을 특징으로 한다. 칩을 포함하는 입체형상(119)은 경사면(1191, 1192)을 가진다. 상기 박막은 경사면에 형성된다.

[0038] 도 12는 도 11에서 도시한 Mold(1121)를 제작한 실제 사진이다. 제작된 Mold가 template과 동일한 형상을 가지려면 템플릿의 하부까지 몰드용 물질이 충전되어야 하므로, Mold에 있는 미세한 공기 방울을 제거하기 위해 진공 분위기에서 제작되는 것을 특징으로 한다. 샘플은 $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m} \times 1\text{mm}$ (T) 의 크기로 제작되었으며, PDMS를 degassing 후 템플릿 위에 부어준 뒤 다시 한 번 degassing하여 템플릿의 피라미드 형상 안의 틈에 있는 공기방울을 제거하였다. 이후, UV 노출 90분을 적용하고 템플릿을 제거하면 PDMS 몰드 (1121)가 형성된다.

[0039] 도 13은 도 12에서 제작된 Mold(1121)에 metal paste를 넣어 제작한 경사진 격벽으로 상기 metal의 용융점은 발광소자 구동 온도보다는 높으며 구동회로에는 영향을 주지 않아야 한다. metal paste가 Mold와 똑같은 형상으로 제작되기 위하여 기포가 제거되어야 하므로 진공 분위기(degassing)에서 제작되어야 함을 특징으로 한다.

[0040] 도 14는 도11에서 제작한 입체형상을 가지는 발광소자(118)가 인가 자장의 크기에 따라 이동하는 것을 도시한다. 자장의 크기와 비례하여 영향을 받는 거리가 증가하는 것을 특징으로 한다. 또한, 입체형상을 가지는 발광소자를 점도가 있는 유체 속에 넣음으로 발광소자의 거동 속도를 조절해 정렬에 도움을 줄 수 있도록 한다. 입체형상을 갖는 발광소자들을 점도를 갖는 매개체(예: 점성을 갖는 액체)에 넣고, 발광소자들이 배열될 정렬용 기관 쪽으로 이동하도록 자력을 부여할 수 있다. 이때, 점도가 다른 매개체1과 매개체2를 혼합하거나, 온도를 변화시켜 점도를 조절할 수 있다 (매개체 예시: DI워터, glycerol(SIGMA-ALDRICH G5516)). 이러한 점도조절을 통해 발광소자들이 정렬용 기관 쪽으로 이동하는 시간을 변화시켜 발광소자가 진행하는 방향과 속도가 조절되어 진다. 적정수준의 자력이 발광소자에 미치도록 하기 위해서 자력을 변화(자석의 변경, 전자석의 출력변화 등)시키거나 매개체가 담겨있는 용기와 자석의 거리를 조절할 수 있다 (예: 550G에서는 0.1cm이하, 1500G에서는 0.35cm, 3000G에서는 0.8cm, 4500G에서는 1.5cm (Cr 300nm // Ni $2\mu\text{m}$ 증착, 칩크기 $300 \times 300\mu\text{m}$ 적용))

[0041] 도 15는 입체형상을 가지는 칩의 정렬을 위한 정렬용 기관의 구조를 예시한다. 정렬용 기관은 구동회로를 포함하거나 구동회로에 연결된다. 정렬용 기관표면은 경사를 주어 소자가 형성된 기관의 뒷면에 만들어진 기하학적 형상(돌출부, 예시로써 사각뿔), 즉 경사진 하부면을 가진 발광소자가 원하는 곳에 정렬되어 들어갈 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다. 이와 동시에 또는 이와는 별개로, 정렬도를 향상시키기 위해 전자석을 이용해 자력을 주기 또는 비주기적으로 인가하거나 발광소자들이 담긴 유체에 진동을 주어 움직일 수 있게 할 수 있다. 또한, 정렬도의 향상을 위해 소자의 하부만이 아닌 소자전체를 경사면으로 이루어진 입체형상(1)으로 구성할 수 있다.

[0042] 도 1 내지 3에서는 LED chip의 전체 형상이 사각뿔 모양으로 도시되어 있으며, 도7 내지 15에서는 LED chip 상단부만이 사각뿔 모양으로 나타나 있다. 공정 진행상 유리한 방식을 취할 수 있으며, 정렬을 유도하기 위한 구조로서의 기본형과 변형을 표현하였고, 본 발명의 권리범위는 본 예시에 제한되지 않는다. 본 발명은 전극의 결합방법으로 eutectic bonding을 예시하였으나, 이는 본 발명의 권리범위 내에 있는 하나의 실시예일 뿐이므로 이러한 예시가 본 발명의 권리범위를 제한하는 형태로 해석되어서는 아니된다. 또한, 기관의 정렬면이 하향하는 경우를 예시로써 기재하였으나, 이러한 기술이 도 5와 같이 기관의 정렬면이 상향하는 경우를 배제하는 것은 아니다. 본 발명의 다른 구성요소들에 대하여도 제시된 예시에 제한되지 아니하고 발명의 사상을 중심으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

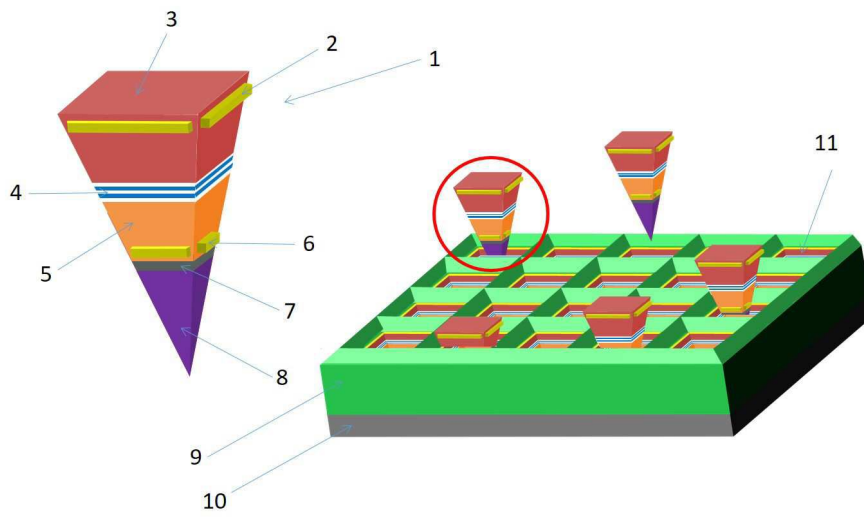
- [0043]
- 1: 발광소자
 - 2: 전극1
 - 3: n-GaN
 - 4: MQW
 - 5: p-GaN
 - 6: 전극2
 - 7: 오믹층

- 8: 결합선단
- 9: 기관
- 10: 자성층
- 11: 기관의 정렬구조
- 12: 경사격벽
- 13: 가열부 및/또는 전극 및/또는 전자석
- 14, 15: 평행금속판
- 16: Dielectric liquid (ionic liquids)
- 51: 전자석
- 52: 대향전극
- 53: 결합장치
- 54: 회전중심축
- 55: 전원장치
- 61: 정렬기관주변의 단차 (s: side view, t: top view)
- 62: 단차에 코팅된 Eutectic alloy
- 63: 발광소자가 기관에 정렬된 상태
- 64: 열처리(Annealing)가 완료되어 단차와 발광소자의 n-GaN이 결합된 상태
- 65: n-GaN 층의 노출면
- 66: 65와 62가 물리적 결합을 대기하고 있음을 보여주는 공간
- 71: Micro LED transfer
- 72: ITO deposition
- 721: ITO
- 81: p-ohmic reflector
- 82: NiFe layer
- 91: p-ohmic reflector layer
- 92: Cu layer
- 93: 에칭용 마스크 패턴
- 94: 마스크 제거 후에 나타나는 Cu layer에 형성된 피라미드 형상
- 95: 코팅된 금속층 (metal layer)
- 96: 분리된 각각의 마이크로엘이디
- 101: Si <100> 상에 성장된 SiO₂ Layer
- 102: 코팅된 Photoresist(PR)
- 103: 형성된 PR pattern
- 104: PR pattern이 제거되어 나타난 에칭된 SiO₂ Layer
- 105: SiO₂ 마스크와 KOH에 의해 에칭되고, SiO₂ 마스크 제거 후 나타난 Si 패턴

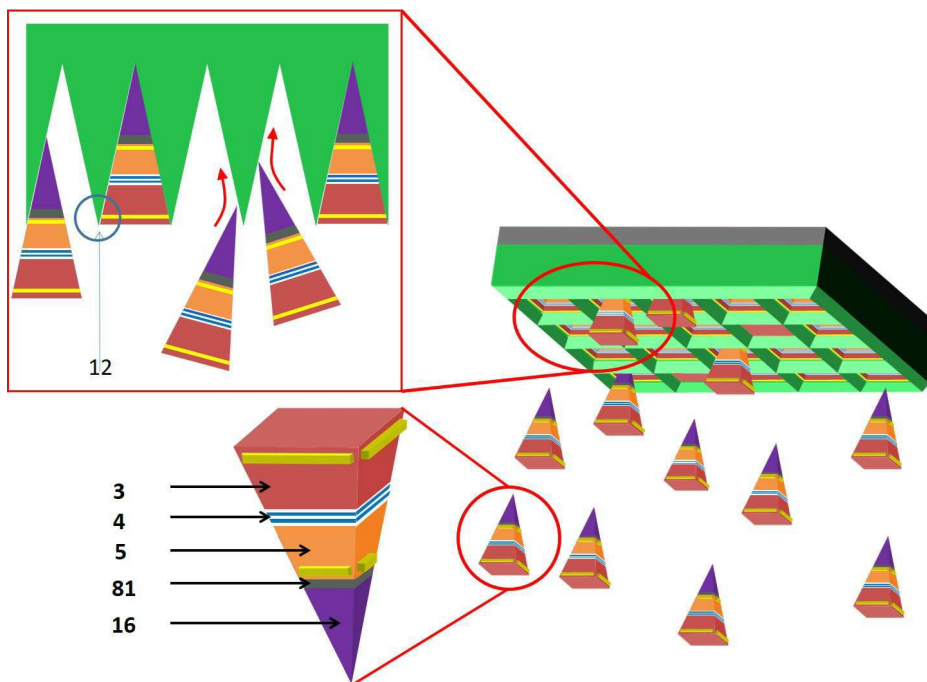
- 106: 금속 증착(Metal evaporation)
- 107: Si layer를 제거한 후 나타난 금속층의 형상
- 108: 피라미드 모양이 형성된 금속층을 LED 구조의 상부면에 적층 (stacking)
- 109: Laser scribing에 의해 형성된 피라미드 상부를 갖는 각각의 마이크로엘이디
- 111: 템플릿(template) 형성 단계
- 1111: WC(텅스텐카바이드) 템플릿
- 112: 몰드(mold(PDMS)) imprinting 단계
- 1121: 몰드 (PDMS)
- 113: 템플릿 분리단계
- 1131: 피라미드형 공간
- 114: 메탈코팅(Metal coating) 단계
- 1141: 메탈 페이스트(Metal paste, 솔더)
- 115: mold 분리단계
- 116: 소자가 형성된 기관 부착단계
- 1161: 소자가 형성된 기관
- 117: 자성층형성(Magnetic layer deposition) 단계
- 1171: 자성층(예시, Ni)
- 118: 발광소자 Chip 분리단계
- 119: 분리된 chip의 입체형상
- 1191: 입체형상의 경사면
- 1192: 입체형상의 또 다른 경사면
- 121: Mold cross view
- 122: Mold top view
- 123: top view 확대
- 131: 몰드가 분리된 입체형상(115)의 모습
- 132: 131을 확대한 모습
- 141: magnetic
- 142: Chip이 올라오기 시작하는 거리를 측정 (magnetic bottom)
- 143: 자력이 미치는 거리
- 151: 발광소자
- 152: 정렬용 기관
- 153: 정렬면에 부여된 경사
- 154: 발광소자의 진행방향
- 155: 정렬면에 부여된 두 번째 경사
- 156: 2단 경사를 가진 정렬용 기관

도면

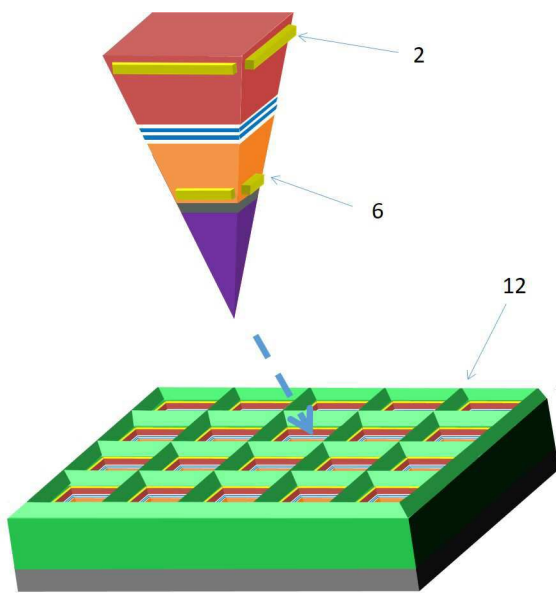
도면1



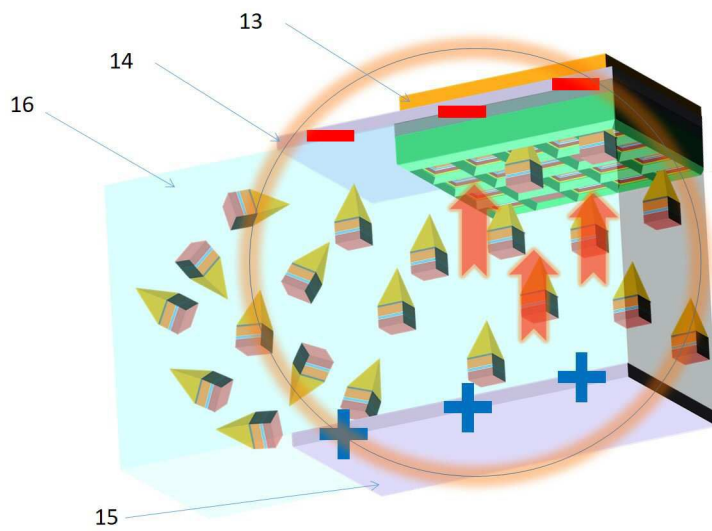
도면2



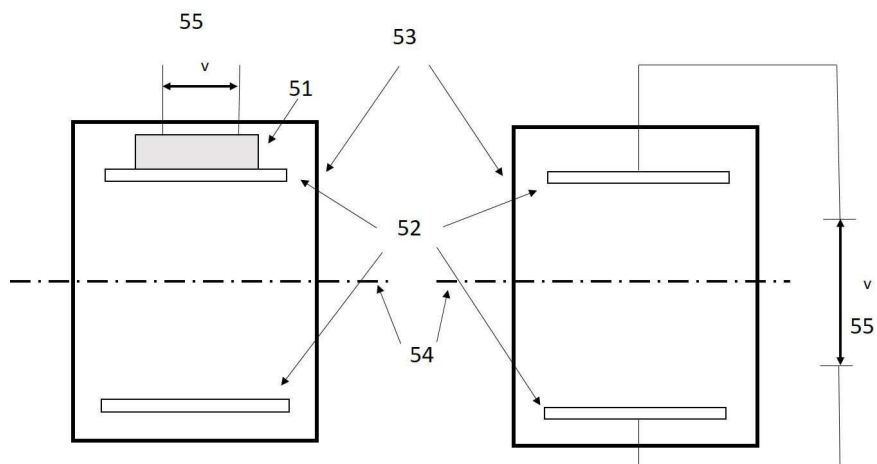
도면3



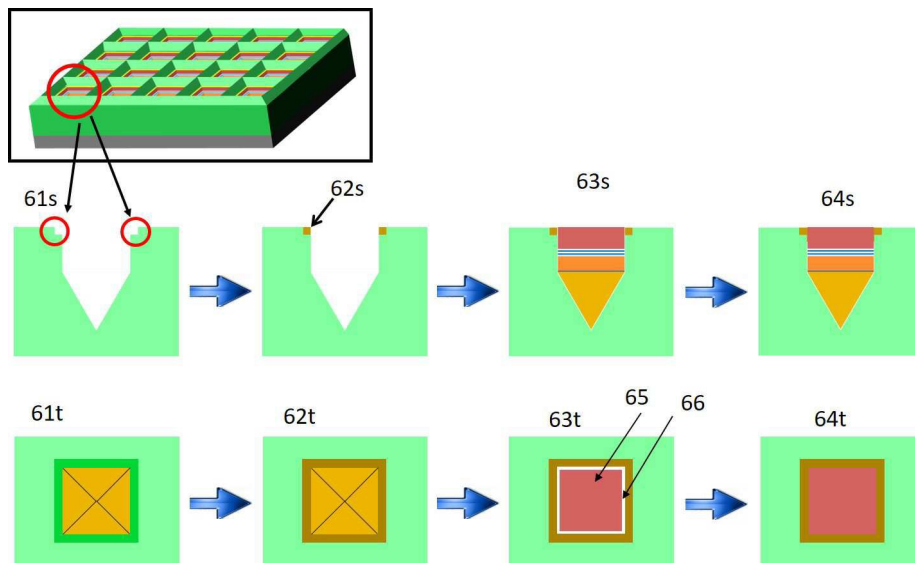
도면4



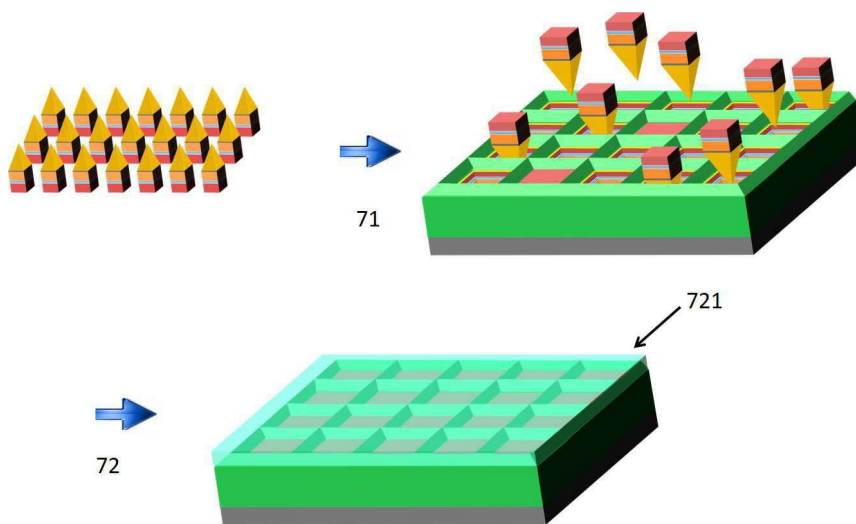
도면5



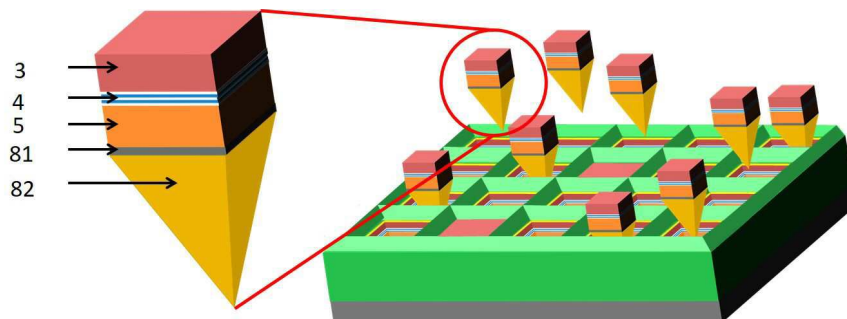
도면6



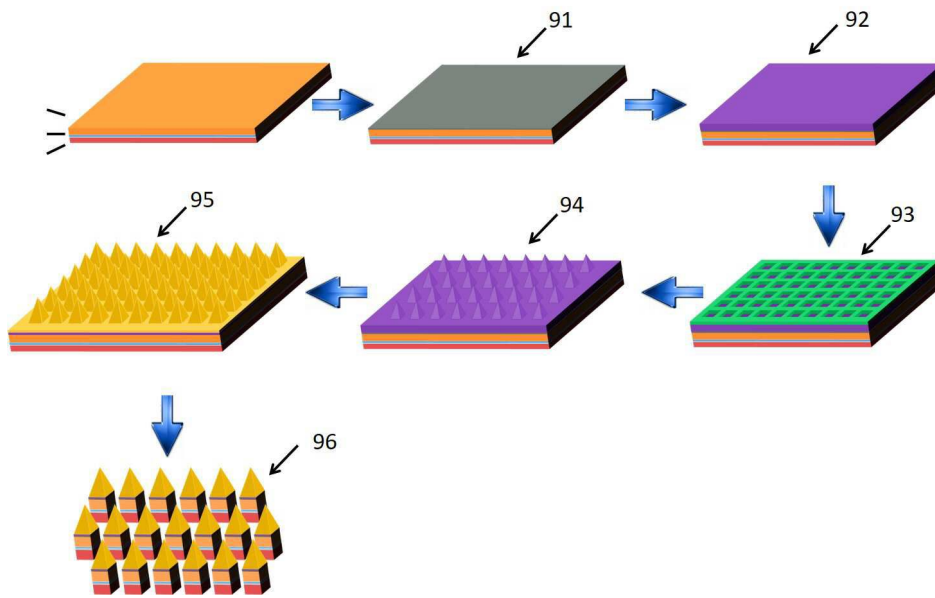
도면7



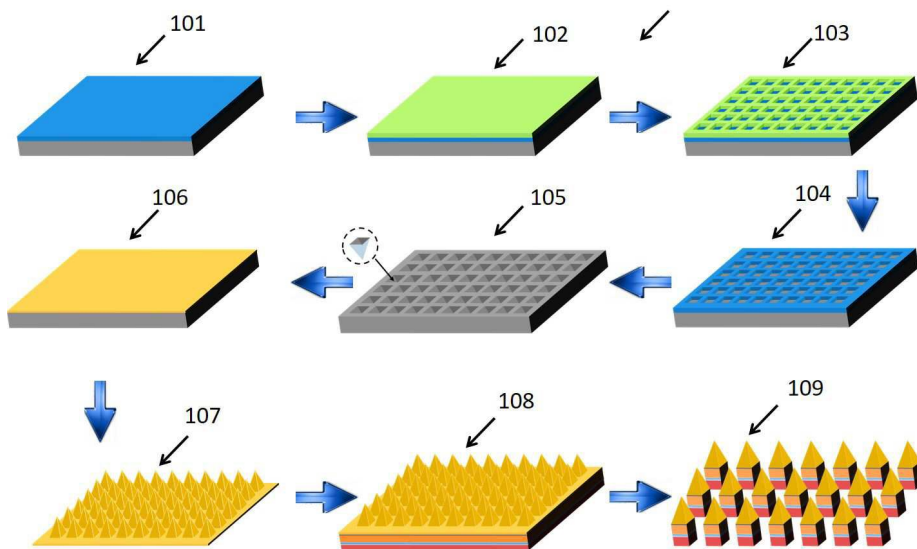
도면8



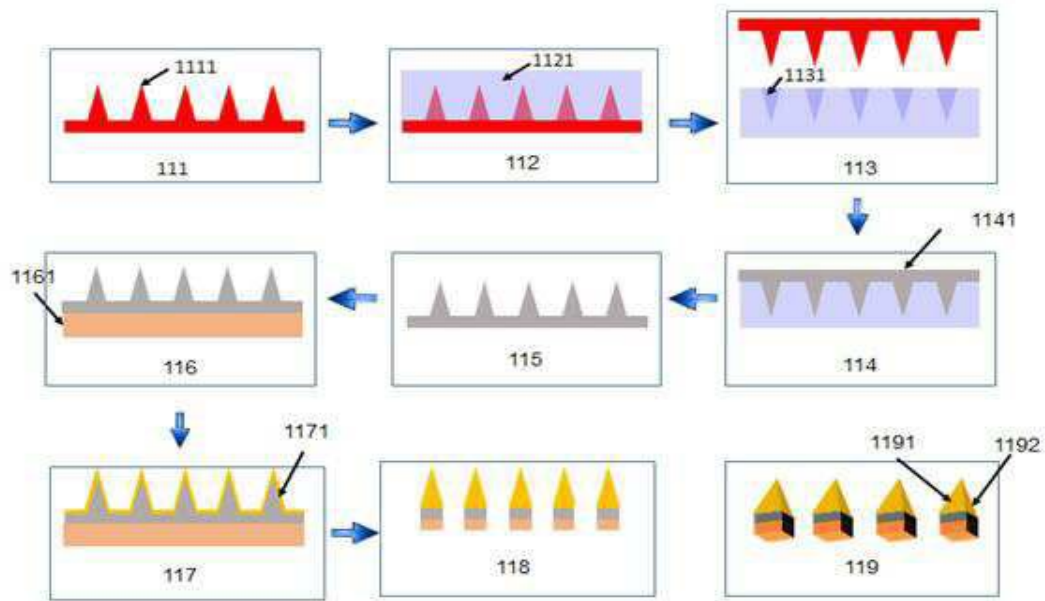
도면9



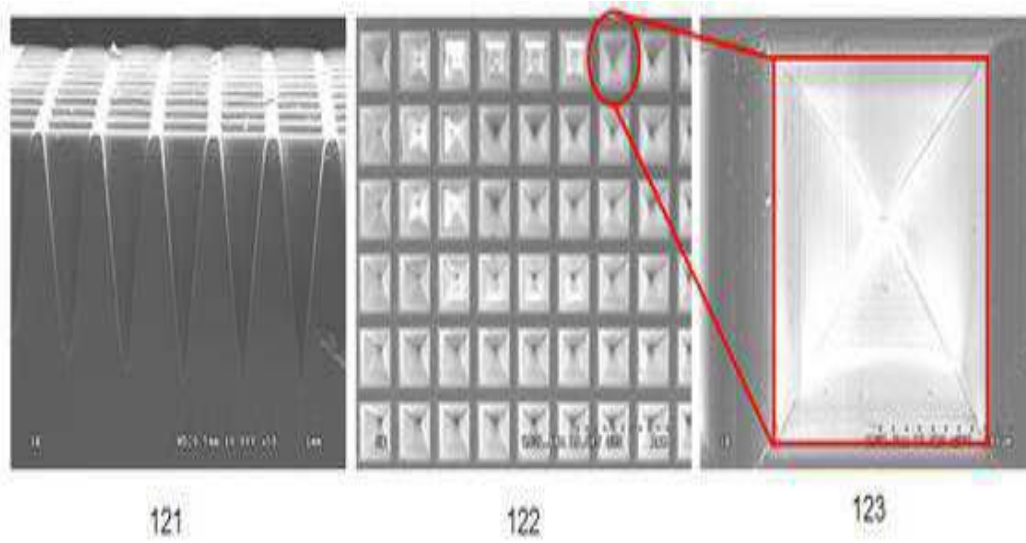
도면10



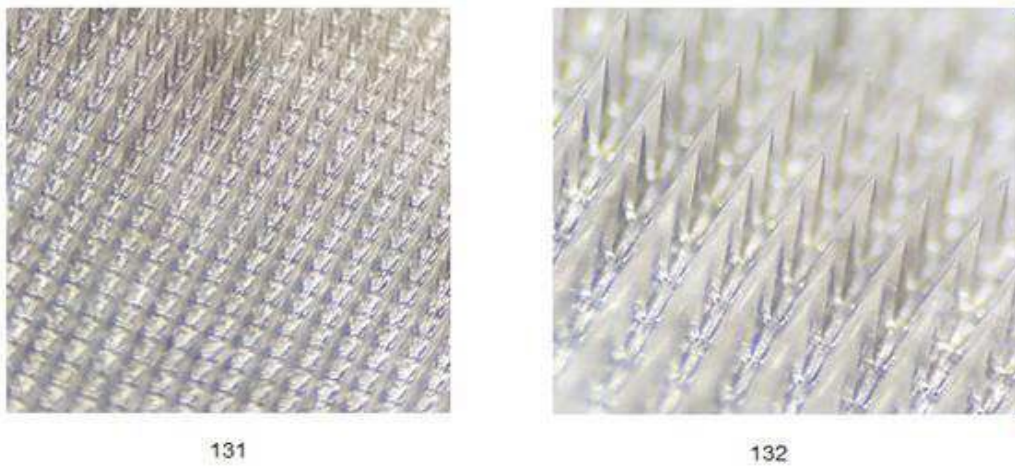
도면11



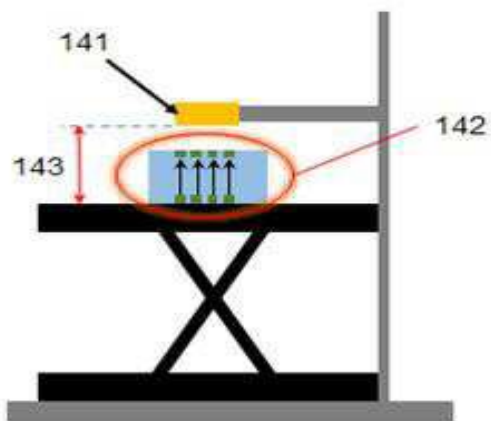
도면12



도면13



도면14



도면15

