(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0131100
(43) 공개일자 2023년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/136 (2006.01) *G02B 6/12* (2022.01)
G02B 6/122 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/136 (2013.01)
G02B 6/1221 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0187510
(22) 출원일자 2022년12월28일
심사청구일자 2022년12월28일
(30) 우선권주장
1020220027961 2022년03월04일 대한민국(KR)

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
조영태
경상남도 창원시
김석
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 생활관 7동 429호 (퇴촌동)
이제민
경상남도 창원시 의창구 사림로45번길 14-3, 202호(사림동)
(74) 대리인
김연권

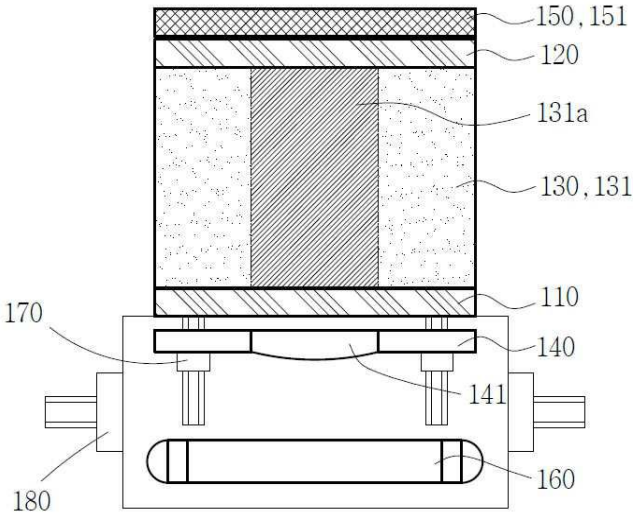
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 및 그 제작 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일측면에 따르면, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되는 단계(S1); 상기 바텀기판 전면에 패턴형성부가 준비되는 단계(S2); 상기 탑기판 후면에 평면 반사거울이 준비되는 단계(S3); 상기 패턴형성부 전방에서 광원을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S4); 및 상기 단계(S4)를 통해서 폴리머 레진 일측에서 원뿔형 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진을 투과하여 평면 반사거울에 반사되어 반대측 방향으로 재조사되어 대향 미세 구조물이 반사광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지는 단계(S5);를 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법이 제공될 수 있다.

대 표 도 - 도8



(52) CPC특허분류
G02B 2006/12173 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345356160
과제번호 LINC3.0-2022-65
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 3단계산학연협력선도대학육성사업(LINC3.0)
연구과제명 매연저감장치용 3D 격자구조 촉매담체 시뮬레이션
기 여 율 1/2
과제수행기관명 창원대학교
연구기간 2022.03.01 ~ 2028.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711125957
과제번호 2016-0-00318-006
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 지역지능화혁신인재양성 (Grand ICT연구센터)
연구과제명 IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성
기 여 율 1/2
과제수행기관명 부산대학교 산학협력단
연구기간 2022.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

글래스 재질로 이루어진 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되는 단계(S1);

상기 바텀기판 전면에 패턴형성부가 준비되는 단계(S2);

상기 탑기판 후면에 평면 반사거울이 준비되는 단계(S3);

상기 패턴형성부 전방에서 광원을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S4); 및

상기 단계(S4)를 통해서 폴리머 레진 일측에서 원뿔형 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진을 투과하여 평면 반사거울에 반사되어 반대측 방향으로 재조사되어 대향 미세 구조물이 반사광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지는 단계(S5);를 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 패턴형성부는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성하는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광원으로부터 조사되는 광에너지는 1분 이상 조사함으로써, 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항의 방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물.

청구항 5

글래스 재질로 이루어진 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되는 단계(S10);

상기 바텀기판 전면에 패턴형성부가 준비되는 단계(S20);

상기 탑기판 후면에 탑기판에 대해 직각형태로 마주하도록 반사면을 갖는 직교면 반사거울이 준비되는 단계(S30);

상기 패턴형성부 전방에서 광원을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S40); 및

상기 단계(S40)를 통해서 폴리머 레진 일측에서 원뿔형 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진을 투과하여 직교면 반사거울에 반사되어 반대측 방향의 미세 구조물 중심부를 향해 집중 재조사되어 대향 미세 구조물이 반사광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지는 단계(S50);를 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 패턴형성부는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성하는 것을 특징으로 하는 거울 반사

효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 광원으로부터 조사되는 광에너지는 1분 이상 조사함으로써, 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 직교면 반사거울과 탑기판 사이에는 액상의 굴절물질이 충진되는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법.

청구항 9

제5항 내지 제8항의 방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물.

청구항 10

글래스 재질로 이루어진 바텀기판;

상기 바텀기판과 일정간격 이격 설치되는 탑기판;

상기 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되고, 광에너지가 빛-유도 자가 집속되어 고종횡비를 갖는 기둥형 미세구조물을 형성하는 SPPW공정부;

상기 바텀기판 전단에 설치되는 패턴형성부;

상기 패턴형성부 전방에서 설치되어 광에너지를 조사하는 광원; 및

상기 탑기판 후단에 설치되어 조사되는 광에너지를 반대방향으로 반사하는 반사광원;을 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 패턴형성부는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성하는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 패턴형성부를 렌즈어레이로 형성하여 초점조절이 이루어지도록 하되, 광원과 패턴형성부의 상대위치를 조절하는 초점조절부를 더 형성하는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 패턴형성부를 광원과 함께 수평방향의 X축과 Y축 방향으로 구동할 수 있는 정밀스테이지를 더 형성하는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 반사광원은 평면 반사거울 또는 직교면 반사거울 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 직교면 반사거울과 탑기판 사이에는 액상의 굴절물질이 충진되는 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 거울의 반사효과를 이용하여 패턴형성부의 패턴으로부터 방사되는 빛을 다시 반사하여 노광 에너지로 활용되도록 함으로써, 더 빠르게 미세 구조물을 제작할 수 있고, 원뿔 형태가 아닌 원기둥 형태의 미세 구조물을 제작할 수 있는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 고종횡비를 가지는 3차원 나노 패터닝 기술은 높은 비표면적과 전자거동제어 등의 구조적인 효과로 인하여 우수한 물리적/화학적 특성의 구현이 가능하다.

[0003] 이러한 특성은 미래 모빌리티, 에너지/환경, 나노바이오 등 다양한 분야의 핵심 조자의 성능한계를 극복할 수 있는 핵심기술이다. 그러나 현재 기술은 고종횡비/고해상도의 3차원 나노 패터닝 공정 기술에 집중되고 있고, 이를 응용하여 제작된 실제 소자의 제작 및 성능한계 극복에 관한 기술은 부족한 실정이다.

[0004] 고종횡비/고해상도를 가지는 기존의 기술에서 탑-다운 기반의 나노 패터닝 기술(Photolithography, E-beam lithography)은 고해상도 패턴 구현은 가능하나 저비용 고종횡비 구현이 어렵고 다양한 소재 적용 및 공정 호환성에 한계를 가지며, 바텀-업 기반의 제조 방법(Vaper-luquid-solid)은 고종횡비 구현이 가능하나 대면적 균일성, 결함제어가 용이하지 않기 때문에 소자에 직접 적용하기에는 한계를 가지고 있다.

[0005] 이러한 기존 기술의 문제점을 해결하기 위해서 고종횡비 3차원 나노패턴을 가질 수 있는 패터닝 공정 기술 개발이 필요한 실정이다.

[0006] 도 1은 종래기술의 자가전파 폴리머 도파관(SPPW) 기술에 대해 설명하는 개념도이고, 도 2a 내지 도 2d는 종래기술의 자가전파 폴리머 도파관(SPPW) 기술에 의해 원뿔형태의 미세 구조물이 제작되는 예를 설명하는 공정도이다.

[0007] 도 1, 도 2를 참조하면, 기존의 SPPW 기술은 미세 구조물을 제작함에 있어서, 패턴형성부(40)의 패턴에 광원(60)을 조사하면 조사된 빛에 의해 기판(10) 상에 마련된 액상의 레진(30)이 경화되어 고체화된다. 이때, 액상의 레진의 굴절율과 경과된 레진의 굴절율 차이에 따라 도파관과 같이 빛이 굴절되어 미세 구조물(31)을 형성하게 된다.

[0008] 하지만, 종래기술에 의해 형성되는 미세 구조물(31)은 원통형태의 기둥구조를 유지하지 못하고 빛이 진행하는 방향에 대해 점차 직경이 좁아지는 원뿔 형태의 미세 구조물을 형성하는 한계가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0758699호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 거울의 반사효과를 이용하여 패턴형성부의 패턴으로부터 방사되는 빛을 다시 반사하여 노광 에너지로 활용되도록 함으로써, 더 빠르게 미세 구조물을 제작할 수 있고, 원뿔 형태가 아닌 원기둥 형태의 미세 구조물을 정교하게 제작할 수 있는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일측면에 따르면, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되는 단계(S1); 상기 바텀기판 전면에 패턴형성부가 준비되는 단계(S2); 상기 탑기판 후면에 평면 반사거울이 준비되는 단계(S3); 상기 패턴형성부 전방에서 광원을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S4); 및 상기 단계(S4)를 통해서 폴리머 레진 일측에서 원뿔형 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진을 투과하여 평면 반사거울에 반사되어 반대측 방향으로 재조사되어 대향 미세 구조물이 반사광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지는 단계(S5);를 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법이 제공될 수 있다.

[0012] 이때, 상기 패턴형성부는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 광원으로부터 조사되는 광에너지는 1분 이상 조사함으로써, 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 제1항 내지 제3항의 방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물이 제공될 수 있다.

[0015] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되는 단계(S10); 상기 바텀기판 전면에 패턴형성부가 준비되는 단계(S20); 상기 탑기판 후면에 탑기판에 대해 직각형태로 마주하도록 반사면을 갖는 직교면 반사거울이 준비되는 단계(S30); 상기 패턴형성부 전방에서 광원을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S40); 및 상기 단계(S40)를 통해서 폴리머 레진 일측에서 원뿔형 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진을 투과하여 직교면 반사거울에 반사되어 반대측 방향의 미세 구조물 중심부를 향해 집중 재조사되어 대향 미세 구조물이 반사광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지는 단계(S50);를 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법이 제공될 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 패턴형성부는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 광원으로부터 조사되는 광에너지는 1분 이상 조사함으로써, 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 직교면 반사거울과 탑기판 사이에는 액상의 굴절물질이 충진되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 제5항 내지 제8항의 방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물이 제공될 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판;

[0021] 상기 바텀기판과 일정간격 이격 설치되는 탑기판;

[0022] 상기 바텀기판과 탑기판 사이에 액상의 폴리머 레진이 개재되고, 광에너지가 빛-유도 자가 집속되어 고종횡비를 갖는 기둥형 미세구조물을 형성하는 SPPW공정부;

[0023] 상기 바텀기판 전단에 설치되는 패턴형성부;

[0024] 상기 패턴형성부 전방에서 설치되어 광에너지를 조사하는 광원; 및

[0025] 상기 탑기판 후단에 설치되어 조사되는 광에너지를 반대방향으로 반사하는 반사광원;을 포함하는 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치가 제공될 수 있다.

[0026] 이때, 상기 패턴형성부는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 또한, 상기 패턴형성부를 렌즈어레이로 형성하여 초점조절이 이루어지도록 하되, 광원과 패턴형성부의 상대위치를 조절하는 초점조절부를 더 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 상기 패턴형성부를 광원과 함께 수평방향의 X축과 Y축 방향으로 구동할 수 있는 정밀스테이지를 더 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또한, 상기 반사광원은 평면 반사거울 또는 직교면 반사거울 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

[0030] 또한, 상기 직교면 반사거울과 탑기판 사이에는 액상의 굴절물질이 충진되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은 거울의 반사효과를 이용하여 패턴형성부의 패턴으로부터 방사되는 빛을 다시 반사하여 노광 에너지로 활용되도록 함으로써, 더 빠르게 미세 구조물을 제작할 수 있고, 원뿔 형태가 아닌 원기둥 형태의 미세 구조물을 정교하게 제작할 수 있는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 종래기술의 자가전파 폴리머 도파관(SPPW) 기술에 대해 설명하는 개념도.

도 2a내지 도 2d는 종래기술의 자가전파 폴리머 도파관(SPPW) 기술을 이용해 원뿔형태의 미세 구조물을 제작하는 공정도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 플로차트.

도 4 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 공정도.

도 9 본 발명의 다른 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 플로차트.

도 10 내지 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 공정도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 도 3내지 도 14를 참조하면, 본 발명에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제조장치는 크게 바텀기판(110), 탑기판(120), SPPW공정부(130), 패턴형성부(140), 광원(160), 반사광원(150)으로 구성된다.

[0041] 먼저, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판(110)이 하부에 설치되고, 상기 바텀기판(110)과 일정간격 이격 설치되고 글래스 재질로 이루어진 탑기판(120)이 상부에 설치된다.

[0042] 이때, 상기 바텀기판(110)과 탑기판(120) 사이에 SPPW공정부(130)를 형성한다. 상기 SPPW공정부(130)는 바텀기판(110)과 탑기판(120) 사이에 액상의 폴리머 레진(131)이 개재되도록 한 후, 광에너지를 조사시켜, 광에너지가 빛-유도 자가 집속되어 고종횡비를 갖는 기둥형 미세구조물을 형성하는 구간이다.

[0043] 이때, 상기 광원(160)으로는 자외선(UV) 램프가 이용될 수 있고, 상기 광에너지를 패턴형성부(140)를 통해 조사하는데, 상기 패턴형성부(140)는 포토마스크 또는 렌즈어레이 중 어느 하나를 이용해 형성될 수 있다. 이와 같은 패턴형성부(140)는 바텀기판(110) 전단에 설치된다.

[0044] 이때, 포토마스크는 반도체나 IC회로 제작 과정에서 포토레지스트에 회로배열이나 패턴을 주기 위해 노광시, 빛을 차폐하는 패턴을 형성하는 마스크이다.

[0045] 또한, 렌즈어레이는 나노패턴의 단일 렌즈들의 집합으로 이루어질 수 있고, 각각의 단일 렌즈들을 광원이 통과하면서 초점이 모아져 고정밀 패턴을 형성할 수 있게 된다.

[0046] 이와 같은 렌즈어레이를 채택하는 패턴형성부(140)는 광원(160)과의 상대 거리를 조절함으로써, 초점 조절이 이루어지도록 할 수 있다.

[0047] 이와 같은 초점조절을 위해서 광원(160)과 바텀기판(110) 사이에 패턴형성부(140)의 상대위치를 조절하는 초점조절부(170)가 형성되도록 할 수 있다.

[0048] 상기 초점조절부(170)는 패턴형성부(140) 즉 렌즈어레이의 상대위치를 광원(160) 측으로부터 멀어지거나 가까워지도록 조절하여 바텀기판(110)에 맺히는 패턴의 초점을 정밀하게 조절할 수 있다.

[0049] 그리고, 상기 탑기판(120) 후단에는 반사광원(150)이 설치되어 광원(160)에서 조사되는 광에너지를 반대방향으로 반사하게 된다.

[0050] 이때, 상기 반사광원(150)은 평면반사거울(151) 또는 직교면반사거울(152) 중 어느 하나일 수 있다.

[0051] 또한, 상기 직교면반사거울(152)과 탑기판(120) 사이에는 액상의 굴절물질(153)이 충진되도록 할 수 있다.

[0052] 한편, 상기 패턴형성부(140)를 광원(160)과 함께 수평방향의 X축과 Y축 방향으로 구동할 수 있는 정밀스테이지(180)를 더 형성할 수 있다.

[0053] 상기한 바와 같은 정밀스테이지(180)는 고분해능 나노패턴을 수평방향으로의 확장하는 구성을 제공한다.

[0054] 예컨대, SPPW공정부(130), 반사광원(150)을 대면적으로 형성하고, 광원(160) 및 패턴형성부(140)는 한정된 단위면적을 정밀하게 패터닝할 수 있도록 구성함에 있어, 상기 광원(160) 및 패턴형성부(140)를 수평방향의 X축과 Y축 방향으로 정밀하게 구동시켜 고분해능 나노패턴을 X축과 Y축의 수평방향으로 확장 형성할 수 있다.

[0055] 이하, 도 3내지 도 14를 참조하여, 본 발명의 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법에 대해 자세히 설명한다.

[0056] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 플로차트이고, 도 4 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리

머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 공정도이다.

[0057] 도 3내지 도 8을 통해서 개시되는 본 발명은 거울의 반사효과를 이용하여 패턴형성부의 패턴으로부터 방사되는 빛을 다시 반사하여 노광 에너지로 활용되도록 함으로써, 더 빠르게 미세 구조물을 제작할 수 있고, 원뿔 형태가 아닌 원기둥 형태의 미세 구조물을 제작할 수 있도록 하는 기술을 제공한다.

[0058] 먼저, 도 3내지 도 8을 참조하면, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판(110)과 탑기판(120) 사이에 액상의 폴리머 레진(131)이 개재되는 단계(S1)가 수행된다.

[0059] 이때, 상기 폴리머 레진(131)은 광경화 폴리머가 사용될 수 있는데, 광경화 폴리머라 함은, 자외선(UV)을 쐬었을 때 단단하게 굳어지는 성질을 가진 광경화(Photocure)성 액체 레진(Liquid resin)을 의미한다.

[0060] 이때, 본 발명에서 사용되는 광경화 폴리머는 액체상태에서 고체상태로 상변화됨에 따라 직선형태의 광로를 따라 빛을 안내하는 광 도파로의 성질을 갖는다.

[0061] 이후, 도 4에서 보는 바와 같이 상기 바텀기판(110) 전면에 패턴형성부(140)가 준비되는 단계(S2)가 수행된다.

[0062] 이때, 상기 패턴형성부(140)는 복수의 노광홀(141)들이 타공된 판체로서, 상기 노광홀(141)은 제조하고자 하는 미세구조물의 단면형태를 갖는데, 상기 노광홀(141)은 원형의 홀일 수 있다.

[0063] 이후, 도 5에서 보는 바와 같이 상기 탑기판(120) 후면에 평면 반사거울(151)이 준비되는 단계(S3)가 수행된다.

[0064] 이때, 상기 평면 반사거울(151)은 빛을 반사시키는 평면형 거울일 수 있고, 평면 반사거울(151)의 반사면은 바텀기판(110) 측을 향하도록 설치된다.

[0065] 이후, 도 6에서 보는 바와 같이 상기 패턴형성부(140) 전방에서 광원(160)을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S4)가 수행된다.

[0066] 이때, 상기 광원(160)으로는 자외선(UV) 램프가 이용될 수 있고, 상기 광에너지를 패턴형성부(140)를 통해 조사하거나, 특정 형태를 갖는 렌즈(미도시)를 통해 조사되도록 할 수 있다.

[0067] 이때, 상기 광원(160)으로부터 조사되는 광에너지는 1분 이상 조사함으로써, 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 할 수 있다. 도 6을 참조하면, 초기 미세 구조물의 형태는 원뿔 기둥형태에서 점진적 성장이 이루어지게 된다.

[0068] 상기한 미세 구조물 제조방식은 일반적으로 사용되고 있는 Self-Propagating Photopolymer Waveguides(SPPW)방식에 관한 것으로서 SPPW방식에 대해 간략히 설명하면, 광중합 폴리머의 액체와 고체 상태의 굴절률(Refractive Index) 차이는 액체 상태의 폴리머 수지가 광경화 과정을 겪는 도중 비선형 광학 현상의 일종인 자가집속 현상을 일으키게 된다.

[0069] 즉, 최초 액상의 광경화 폴리머는 빛의 노출에 의해 고체화되는데, 고체 상태 폴리머(굴절률:1.52)는 액체 상태의 폴리머(굴절률:1.48)보다 굴절률이 약간 높기 때문에 빛은 고체 상태 폴리머 내부로 전반사가 유도되어 분산되지 않고 자가 집속 현상이 발생하고, 자가 집속된 빛의 분포는 빛의 진행 방향을 따라 앞으로 나아가게 됨에 따라 고종횡비를 갖는 미세 구조물을 형성할 수 있게 된다.

[0070] 다시 말해서, 광중합 반응에서 발생하는 소재의 굴절률 변화에 의한 광도파로(Optical Waveguide) 효과가 발생하게 되고, 소재의 액체상태와 광중합반응에 의해 생성된 고체상태의 소재의 굴절률 차이가 발생하게 되며, 고체상태의 소재가 빛을 전달하는 도파관 효과를 가지게 되고, 이러한 효과는 빛의 진행방향으로 빛이 정렬하게 되면서 비선형 광학 현상의 일종인 빛-유도 자가 집속(Self-focusing) 현상을 일으키게 된다.

[0071] 이때, 빛의 자가 집속 및 전파가 일어나기 위해서는 광중합 폴리머가 매우 중요한 역할을 하게 된다.

[0072] 일반적으로 3D 프린팅에서는 광중합을 개시하는 광개시제(Photoinitiator)와 적층 두께를 조절하기 위해서 빛의 전파를 막는 광 흡수제(Light Absorber)를 일정 비율로 혼합하여 광중합 폴리머를 제조한다.

[0073] 본 발명에서는 빛의 자가 집속 및 전파를 극대화하기 위해서 광중합이 발생하는 범위내에서 빛의 흡수를 줄이는 방향으로 광 개시제 및 광 흡수제의 배합비를 조절할 수 있다.

[0074] 상기 단계(S4)를 통해서 폴리머 레진(131) 일측에서 원뿔형 미세 구조물(131b)이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진(131)을 투과하여 평면 반사거울(151)에 반사되어 반대측 방향으로 재조사되는 단계(S5)가 수행된다.

[0075] 도 7을 참조하면, 평면 반사거울(151)에 의해 반사된 광에너지는 폴리머 레진(131)의 반대측에서부터 상변화를 일으켜 대향 미세 구조물(131c)이 성장되도록 한다.

[0076] 이때, 대향 미세 구조물(131c)은 원뿔형태로서 반사광 에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지게 된다.

[0077] 예컨대, 본 발명은 최초 광원(160)으로부터 조사되는 광에너지에 의한 원뿔형 미세 구조물(131b)과 그 반대측에 형성된 평면 반사거울(151)에 반사되는 반사광에너지에 의한 대향 미세 구조물(131c)이 상호 마주보는 형태로 각각 성장하여 도 8에서 보는 바와 같이 중간지점에서 하나의 기둥으로 합쳐져서 원통형의 미세 구조물(131a)을 완성하게 된다.

[0078] 이와 같은 본 발명은 거울의 반사효과를 이용하여 패턴형성부의 패턴으로부터 방사되는 빛을 다시 반사하여 노광 에너지로 활용되도록 함으로써, 더 빠르게 미세 구조물을 제작할 수 있고, 원뿔 형태가 아닌 원기둥 형태의 미세 구조물을 정교하게 제작할 수 있는 효과를 갖는다.

[0079] 도 9 본 발명의 다른 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 플로차트이고, 도 10 내지 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 거울 반사효과를 이용한 자가전파 폴리머 도파관의 미세 구조물 제작 방법을 도시한 공정도이다.

[0080] 도 9내지 도 14를 통해서 개시되는 본 발명은 거울의 반사효과를 이용하여 패턴형성부의 패턴으로부터 방사되는 빛을 다시 반사하여 노광 에너지로 활용되도록 함에 있어 반사거울의 형태를 평면형태가 아닌 탑기판(120)에 대해 직각형태로 마주하도록 반사면을 갖는 직교면 반사거울(152)을 설치함으로써, 반사광의 집속효과를 높여 더 빠르게 미세 구조물을 제작할 수 있고, 보다 정교한 형태의 미세 구조물을 제작할 수 있도록 하는 기술을 제공한다.

[0081] 먼저, 도 9내지 도 14를 참조하면, 글래스 재질로 이루어진 바텀기판(110)과 탑기판(120) 사이에 액상의 폴리머 레진(131)이 개재되는 단계(S10)가 수행된다.

[0082] 이때, 상기 폴리머 레진(131)은 광경화 폴리머가 사용될 수 있는데, 광경화 폴리머라 함은, 자외선(UV)을 쐬었을 때 단단하게 굳어지는 성질을 가진 광경화(Photocure)성 액체 레진(Liquid resin)을 의미한다.

[0083] 이때, 본 발명에서 사용되는 광경화 폴리머는 액체상태에서 고체상태로 상변화됨에 따라 직선형태의 광로를 따라 빛을 안내하는 광 도파로의 성질을 갖는다.

[0084] 이후, 도 10에서 보는 바와 같이 상기 바텀기판(110) 전면에 패턴형성부(140)가 준비되는 단계(S20)가 수행된다.

[0085] 이때, 상기 패턴형성부(140)는 복수의 노광홀(141)들이 타공된 판체로서, 상기 노광홀(141)은 제조하고자 하는 미세구조물의 단면형태를 갖는데, 상기 노광홀(141)은 원형의 홀일 수 있다.

[0086] 이후, 도 11에서 보는 바와 같이 상기 탑기판(120) 후면에 직교면 반사거울(152)이 준비되는 단계(S30)가 수행된다.

[0087] 이때, 상기 직교면 반사거울(152)은 탑기판(120)에 대해 직각형태로 마주하도록 반사면을 설치함으로써, 반사광의 집속효과를 높이게 된다.

[0088] 이후, 도 12에서 보는 바와 같이 상기 패턴형성부(140) 전방에서 광원(160)을 통해 광에너지를 조사하는 단계(S40)가 수행된다.

[0089] 이때, 상기 광원(160)으로는 자외선(UV) 램프가 이용될 수 있고, 상기 광에너지를 패턴형성부(140)를 통해 조사하거나, 특정 형태를 갖는 렌즈(미도시)를 통해 조사되도록 할 수 있다.

[0090] 이때, 상기 광원(160)으로부터 조사되는 광에너지는 1분 이상 조사함으로써, 미세 구조물이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 할 수 있다. 도 12을 참조하면, 초기 미세 구조물의 형태는 원뿔 기둥형태에서 점진적 성장이 이루어지게 된다.

[0091] 상기 단계(S40)를 통해서 폴리머 레진(131) 일측에서 원뿔형 미세 구조물(131b)이 광에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지도록 하는 동시에 상기 조사된 광에너지가 폴리머 레진(131)을 투과하여 직교면 반사거울(152)에 반사되어 반대측 방향으로 재조사되는 단계(S50)가 수행된다.

[0092] 이때, 상기 직교면 반사거울(152)은 반사광에너지가 미세 구조물(131a)의 중심부측으로 집중시키는 역할을 하게

된다.

[0093] 이는, 도 3내지 도 8에 개시된 평면 반사거울(151)의 실시 형태에 비해서 광에너지의 분산을 방지하고 중심부로 집중시킴에 따라 미세 구조물(131a)의 성장속도를 향상시킬 수 있고, 미세 구조물(131a)의 형태를 보다 정교하게 제작할 수 있는 이점을 제공하게 된다.

[0094] 도 13을 참조하면, 직교면 반사거울(152)에 의해 반사된 광에너지는 폴리머 레진(131)의 반대측에서부터 상변화를 일으켜 대향 미세 구조물(131c)이 성장되도록 한다.

[0095] 이때, 대향 미세 구조물(131c)은 원뿔형태로서 반사광 에너지의 진행방향으로 점진적 성장이 이루어지게 된다.

[0096] 예컨대, 본 발명은 최초 광원(160)으로부터 조사되는 광에너지에 의한 원뿔형 미세 구조물(131b)과 그 반대측에 형성된 직교면 반사거울(152)에서 반사되는 반사광에너지에 의한 대향 미세 구조물(131c)이 상호 마주보는 형태로 각각 성장하여 도 14에서 보는 바와 같이 중간지점에서 하나의 기둥으로 합쳐져서 원통형의 미세 구조물(131a)을 완성하게 된다.

[0097] 이때, 상기 직교면 반사거울(152)과 탑기판(120) 사이에는 액상의 굴절물질(153)이 충진될 수 있는데, 보다 상세하게는 물이 충진되도록 할 수 있다.

[0098] 앞서 살펴본 바와 같은 본 발명은 폴리머 레진(131)을 완전 경화한 상태로 만들기 위해선 광경화 에너지가 일정 수치 이상으로 조사되어야 한다.

[0099] 패턴형성부(140)를 통과한 광에너지에 의해 폴리머 레진(131)이 서서히 경화되며 탑기판(120) 방향으로 미세 구조물을 형성할 때, 경화되는 폴리머 레진과 경화되지 않는 폴리머 레진의 굴절율에 의해 빛이 반사되어 원뿔 형태로의 경화가 진행된다.

[0100] 이때, 탑기판(120)에서 반사거울을 이용해 바텀기판(110)에서 조사되는 빛(광에너지)을 반사하여 경화공정이 동시 진행되도록 함으로써, 바텀기판(110) 측에서 성장해 오는 미세 구조물이 탑기판(120) 부근의 폴리머 레진 영역에 도달했을 때, 광경화를 보다 더 빨리 활성화하고, 도파관 현상에 의해 액체 레진과 고체 레진의 굴절, 반사로 더 빠른 경화를 진행할 수 있게 된다.

[0101] 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.

[0102] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0103] 110: 바텀기판 120: 탑기판

130: SPPW공정부 131: 폴리머 레진

131a: 미세 구조물 131b: 원뿔형 미세 구조물

131c: 대향 미세 구조물 140: 패턴형성부

141: 노광홀 150: 반사광원

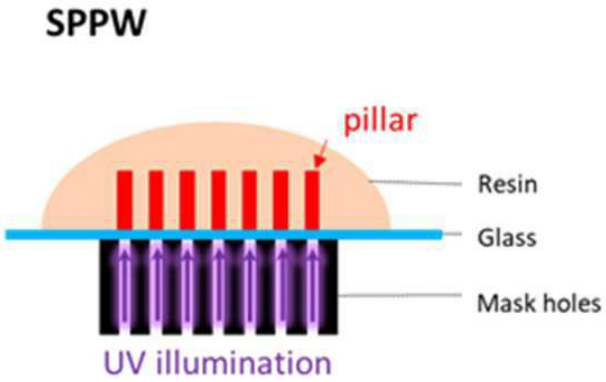
151: 평면 반사거울 152: 직교면 반사거울

153: 굴절물질 160: 광원

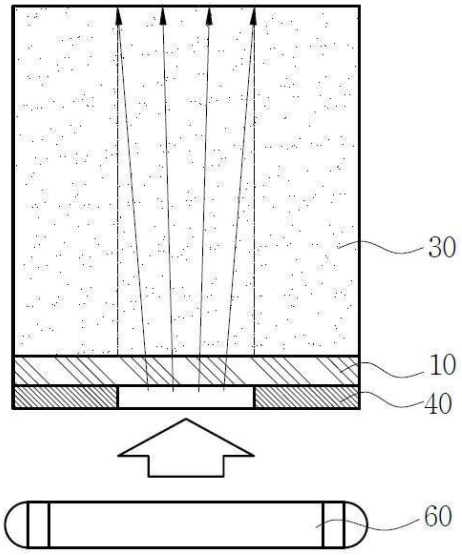
170: 초점조절부 180: 정밀스테이지

도면

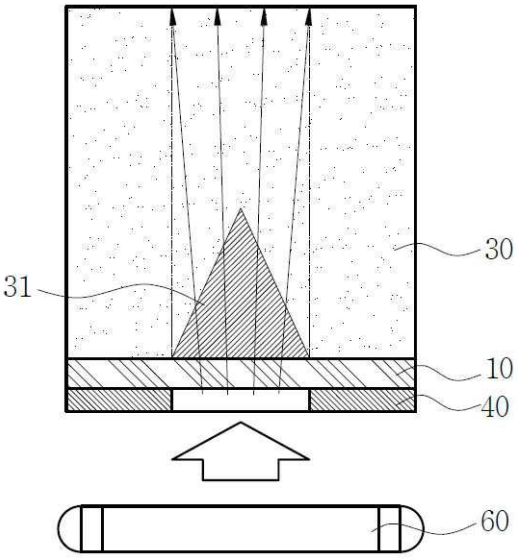
도면1



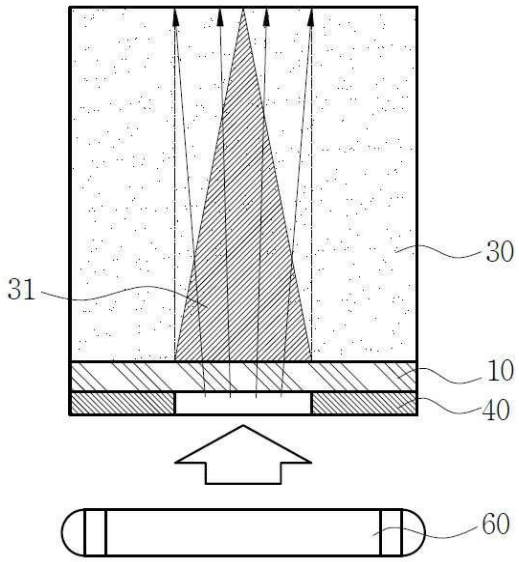
도면2a



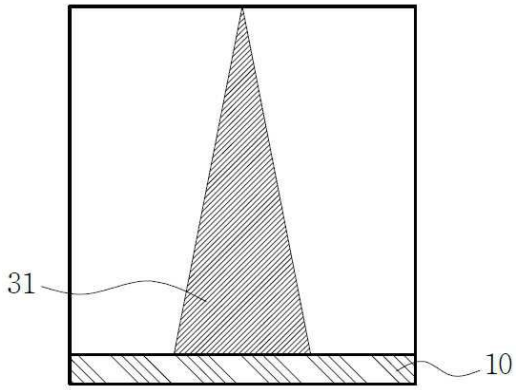
도면2b



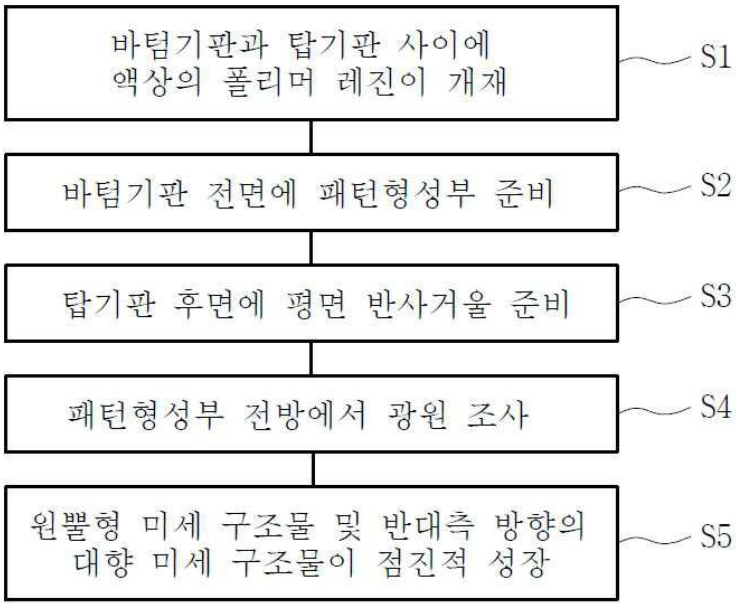
도면2c



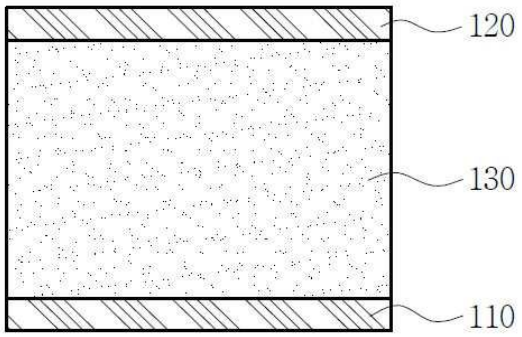
도면2d



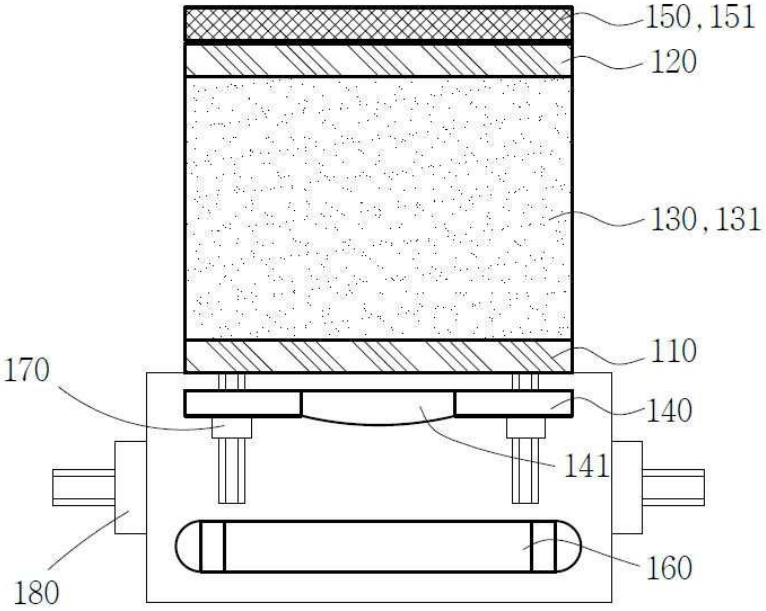
도면3



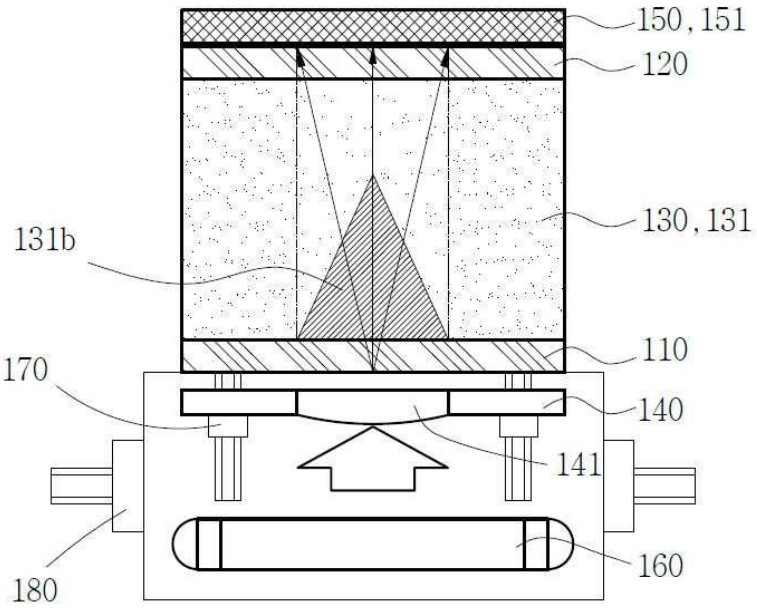
도면4


120
130
110

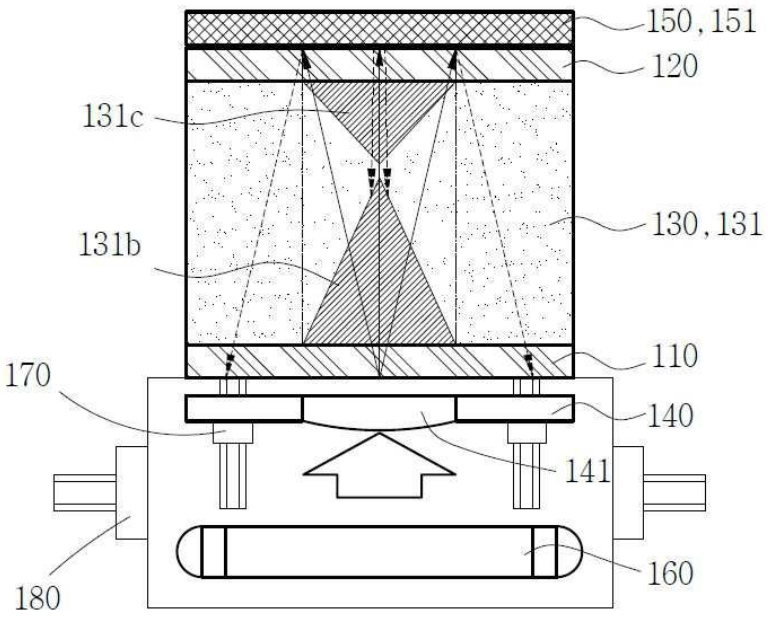
도면5


150, 151
120
130, 131
110
170
140
141
160
180

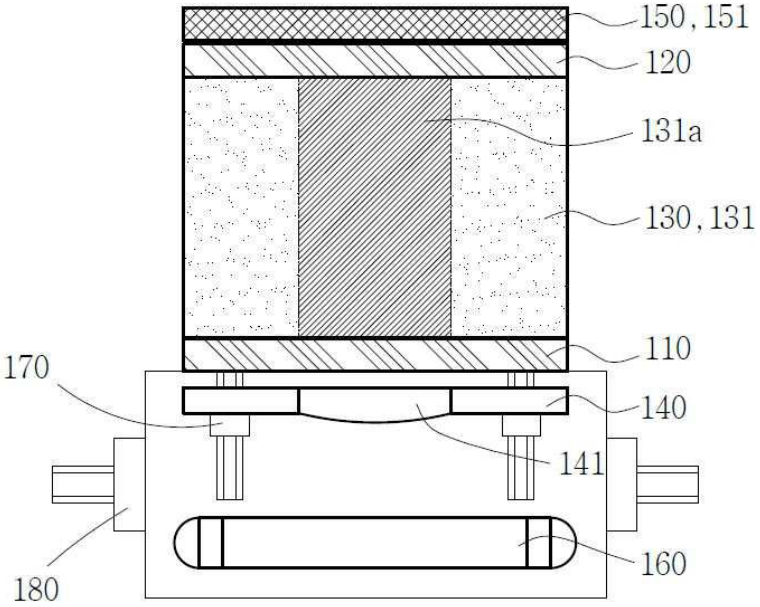
도면6


150, 151
120
130, 131
131b
110
170
140
141
160
180

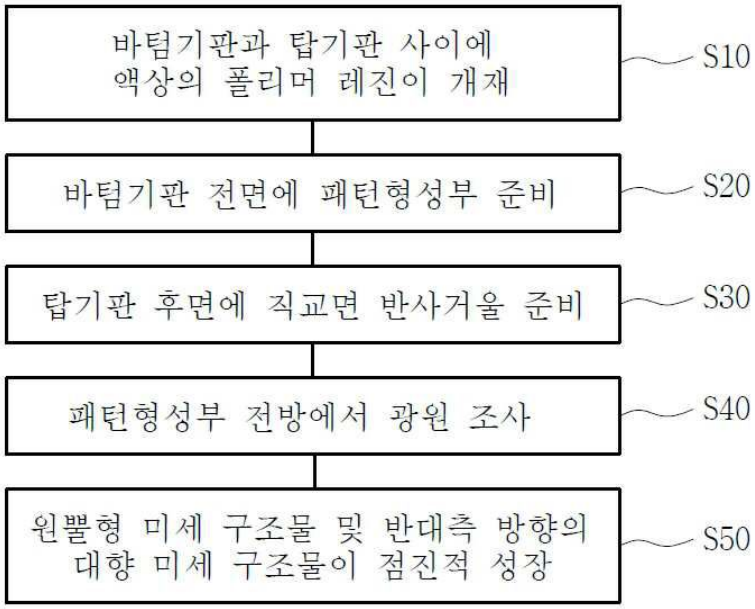
도면7


150, 151
120
131c
130, 131
131b
110
170
140
141
160
180

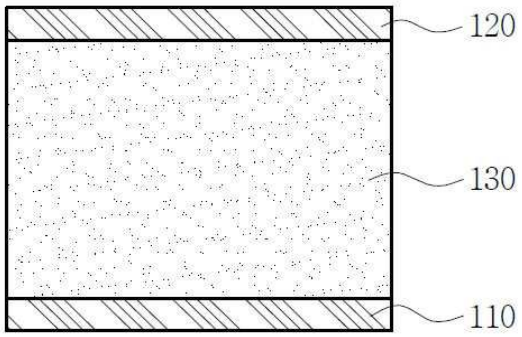
도면8


150, 151
120
131a
130, 131
110
170
140
141
160
180

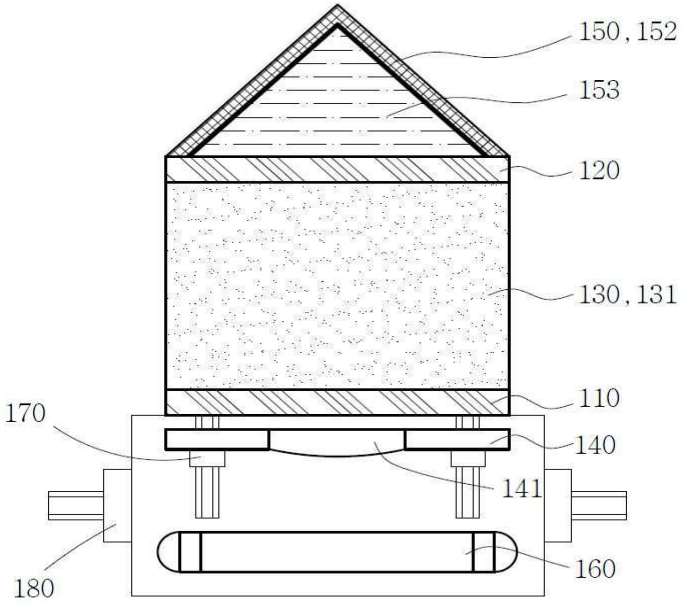
도면9



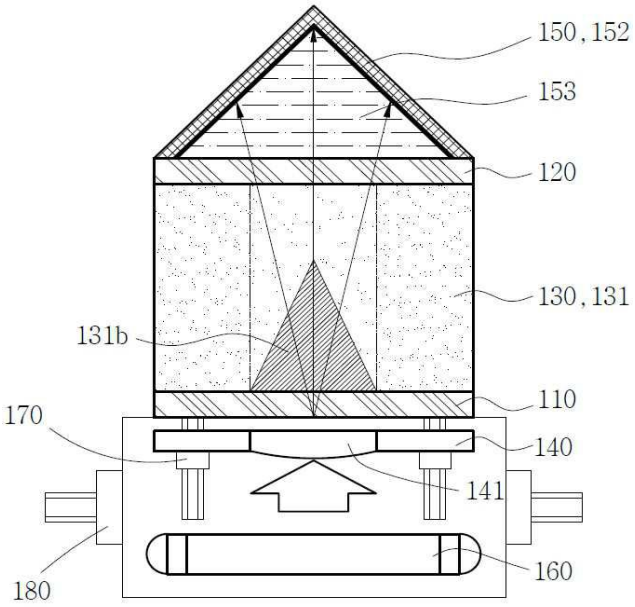
도면10



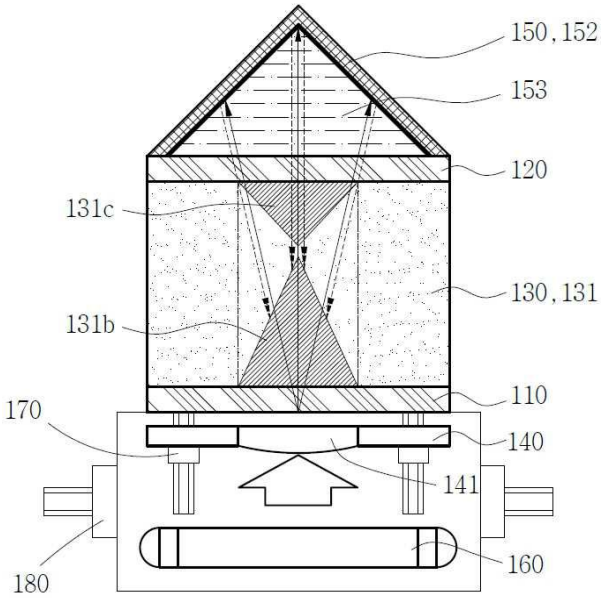
도면11



도면12


150, 152
153
120
130, 131
131b
110
170
140
141
160
180

도면13


150, 152
153
120
131c
130, 131
131b
110
170
140
141
160
180

도면14

