(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0116694
(43) 공개일자 2020년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G03F 9/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/0002 (2013.01)
G03F 7/2002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0038377
(22) 출원일자 2019년04월02일
심사청구일자 2019년04월02일

(71) 출원인
서울과학기술대학교 산학협력단
서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
옥종걸
서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)
오동교
서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)
윤홍석
대전광역시 유성구 동서대로 125
(74) 대리인
강문호

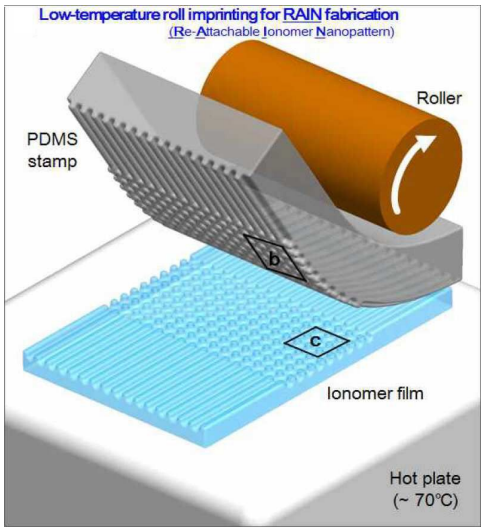
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **패턴 필름의 형성 방법 및 상기 방법에 의해 형성된 패턴 필름**

(57) 요 약

패턴 필름의 형성 방법 및 상기 방법에 의해 형성된 패턴 필름이 제공된다. 상기 패턴 필름의 형성 방법은, 제1 필름을 패터닝하여 제1 패턴을 갖는 제1 패턴 필름을 형성하는 단계, 상기 제1 패턴 필름을 제2 필름과 접촉시켜 상기 제1 패턴과 대응하는 제2 패턴을 갖는 제2 패턴 필름을 형성하는 단계, 및 상기 제2 패턴 필름을 제3 필름과 접촉시켜 상기 제2 패턴과 대응하는 제3 패턴을 갖는 제3 패턴 필름을 형성하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도15



(52) CPC특허분류
G03F 9/7042 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2016R1C1B2016182
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인연구지원사업-신진연구
연구과제명 산화아연 나노선과 2차원 전도성 나노박막의 혼성계층구조 기반 고응답도 자외선 검출 유연소자 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 서울과학기술대학교
연구기간 2016.06.01 ~ 2019.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2018R1D1A1A02086137
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공분야기초연구사업-기본연구지원사업(SGER)
연구과제명 금속 나노와이어 고체상 매립기법에 의한 고투명·저저항·고품위 투명 OLED 전극 제조기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한밭대학교산학협력단
연구기간 2018.11.01 ~ 2021.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 필름을 패터닝하여 제1 패턴을 갖는 제1 패턴 필름을 형성하는 단계;

상기 제1 패턴 필름을 제2 필름과 접촉시켜 상기 제1 패턴과 대응하는 제2 패턴을 갖는 제2 패턴 필름을 형성하는 단계; 및

상기 제2 패턴 필름을 제3 필름과 접촉시켜 상기 제2 패턴과 대응하는 제3 패턴을 갖는 제3 패턴 필름을 형성하는 단계를 포함하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 필름은 몰드를 이용한 동적 각인 공정을 수행하는 것에 의해 패터닝되는 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제3 패턴 필름은 임프린트 리소그래피(Imprint Lithography) 공정을 수행하는 것에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1 필름의 경도는 상기 제2 필름의 경도보다 크고,

상기 제2 필름의 경도는 상기 제3 필름의 경도보다 큰 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 필름, 상기 제2 필름, 및 상기 제3 필름은 고분자로 형성되는 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제1 필름은 PC(polycarbonate), PET(polyethylene terephthalate), PFA(Paraformaldehyde), 또는 PI(Polyimide)로 형성되고,

상기 제2 필름은 PDMS(polydimethylsiloxane)로 형성되며,

상기 제3 필름은 이오노머(ionomer)로 형성되는 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1 필름, 상기 제2 필름, 및 상기 제3 필름은 플렉시블한 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제1 패턴, 상기 제2 패턴, 및 상기 제3 패턴은 1차원 패턴 또는 2차원 이상의 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 패턴 필름의 형성 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항의 방법에 의해 형성되는 패턴 필름.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 패턴 필름은 이오노머로 형성되는 것을 특징으로 하는 패턴 필름.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 패턴 필름은 접착성을 갖는 것을 특징으로 하는 패턴 필름.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 패턴 필름의 형성 방법 및 상기 방법에 의해 형성된 패턴 필름에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존 나노패턴 구조들은 통상 포토리소그래피, e-beam 리소그래피 등과 같이 빛을 이용하여 폭넓게 제작 및 응용되는데, 상기한 공정들은 빛을 제어하기 때문에 복잡한 공정과 값비싼 장비를 필요로 하거나 면적상 제약을 받는다. 특히, 다차원 패턴 형상과 같은 구조적으로 특수한 형태의 나노 패턴은 단일 공정으로 제작하기 어렵기 때문에 기존 공정의 반복 단계와 함께 보완 재료 또는 정밀 장비가 요구된다. 이는 곧 생산성 저하 및 비용 증가를 유도하며, 현재 이를 해결할 마땅한 대체 기술이 없어 양산화에서 많은 시간과 비용이 소모되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 패턴 필름을 간단하게 형성할 수 있는 방법을 제공한다.

[0004] 본 발명은 상기 방법에 의해 형성된 패턴 필름을 제공한다.

[0005] 본 발명의 다른 목적들은 다음의 상세한 설명과 첨부한 도면으로부터 명확해 질 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예들에 따른 패턴 필름의 형성 방법은, 제1 필름을 패터닝하여 제1 패턴을 갖는 제1 패턴 필름을 형성하는 단계, 상기 제1 패턴 필름을 제2 필름과 접촉시켜 상기 제1 패턴과 대응하는 제2 패턴을 갖는 제2 패턴 필름을 형성하는 단계, 및 상기 제2 패턴 필름을 제3 필름과 접촉시켜 상기 제2 패턴과 대응하는 제3 패턴을 갖는 제3 패턴 필름을 형성하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 제1 필름은 몰드를 이용한 동적 각인 공정을 수행하는 것에 의해 패터닝될 수 있다. 상기 제3 패턴 필름은 임프린트 리소그래피(Imprint Lithography) 공정을 수행하는 것에 의해 형성될 수 있다.

[0008] 상기 제1 필름의 경도는 상기 제2 필름의 경도보다 클 수 있고, 상기 제2 필름의 경도는 상기 제3 필름의 경도보다 클 수 있다.

[0009] 상기 제1 필름, 상기 제2 필름, 및 상기 제3 필름은 고분자로 형성될 수 있다. 상기 제1 필름은 PC(polycarbonate), PET(polyethylene terephthalate), PFA(Paraformaldehyde), 또는 PI(Polyimide)로 형성될 수 있고, 상기 제2 필름은 PDMS(polydimethylsiloxane)로 형성될 수 있으며, 상기 제3 필름은 이오노머

(ionomer)로 형성될 수 있다.

[0010] 상기 제1 필름, 상기 제2 필름, 및 상기 제3 필름은 플렉시블할 수 있다.

[0011] 상기 제1 패턴, 상기 제2 패턴, 및 상기 제3 패턴은 1차원 패턴 또는 2차원 이상의 패턴을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시예들에 따른 패턴 필름은 상기 방법에 의해 형성된다.

[0013] 상기 패턴 필름은 이오노머로 형성될 수 있다. 상기 패턴 필름은 접착성을 가질 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 따르면, 1차원 패턴 또는 2차원 이상의 다차원 패턴을 갖는 패턴 필름을 간단하게 형성할 수 있다. 상기 패턴 필름은 광학 센서나 디스플레이 장치 등 다양한 분야에 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 각인 장치의 캐드 이미지를 나타낸다.

도 2는 도 1에 기반하여 제조된 동적 각인 장치의 실제 이미지를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 몰드 암 헤드의 캐드 이미지(좌)와 실제 이미지(우)를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 나노 각인(Dynamic Nano Inscribing) 공정을 나타낸다.

도 5는 동적 나노 각인에 사용되는 몰드의 SEM 이미지를 나타낸다.

도 6은 도 5의 몰드를 사용하여 형성된 패턴 이미지를 나타낸다.

도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 각인 장치에 의해 형성된 패턴을 갖는 패턴 기판의 이미지를 나타낸다.

도 8은 도 7의 패턴 기판의 평면의 이미지를 나타낸다.

도 9는 도 7의 패턴 기판의 단면의 이미지를 나타낸다.

도 10 내지 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 각인 장치를 이용하여 서로 다른 종류의 기판에 형성된 패턴의 이미지를 나타낸다.

도 13 내지 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 형성 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

도 18 내지 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 이오노머 패턴 필름을 나타낸다.

도 23 내지 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 이오노머 패턴 필름의 특성을 설명하기 위한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 실시예들을 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다. 본 발명의 목적, 특징, 장점은 이하의 실시예들을 통해 쉽게 이해될 것이다. 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고, 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 따라서, 이하의 실시예들에 의하여 본 발명이 제한되어서는 안 된다.

[0017] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 요소들(elements)을 기술하기 위해서 사용되었지만, 상기 요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이러한 용어들은 단지 상기 요소들을 서로 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 또, 어떤 요소가 다른 요소 위에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 요소 위에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다.

[0018] 도면들에서 요소의 크기, 또는 요소들 사이의 상대적인 크기는 본 발명에 대한 더욱 명확한 이해를 위해서 다소 과장되게 도시될 수 있다. 또, 도면들에 도시된 요소의 형상이 제조 공정상의 변이 등에 의해서 다소 변경될 수 있을 것이다. 따라서, 본 명세서에서 개시된 실시예들은 특별한 언급이 없는 한 도면에 도시된 형상으로 한정되어서는 안 되며, 어느 정도의 변형을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 본 명세서에서 사용된 용어인 패턴 필름(패턴 기판)은 패턴이 형성된 필름(기판)을 의미한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 각인 장치의 캐드 이미지를 나타내고, 도 2는 도 1에 기반하여 제조된 동적 각인 장치의 실제 이미지를 나타내며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 몰드 암 헤드의 캐드 이미지(좌)와 실제 이미지(우)를 나타낸다.

[0022] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 동적 각인 장치는 몰드 지지부, 기판 공급부, 및 포스 센서부를 포함할 수 있다. 상기 몰드 지지부는 마이크로 패턴 또는 나노 패턴이 새겨진 경질의 몰드를 잡고 원하는 온도로 가열하는 상태에서 원하는 각도로 기판과 접촉시킬 수 있다. 상기 기판 공급부는 상기 기판을 고정하며 상기 기판의 기울기와 높낮이를 정밀하게 조절할 수 있으며 상기 몰드와 접촉 후 수평 방향으로 기판을 이송할 수 있다. 상기 포스 센서부는 상기 몰드와 상기 기판이 닿았을 때의 상기 몰드에 가해지는 힘(상기 몰드와 상기 기판의 접촉에 가해지는 힘)을 측정할 수 있다.

[0023] 상기 몰드 지지부는 몰드 암 헤드 및 몰드 암을 포함할 수 있다. 상기 몰드 암 헤드는 몰드와 결합하여 몰드를 지지할 수 있고, 상기 몰드 암은 상기 몰드 암 헤드와 결합하여 상기 몰드 암 헤드를 지지할 수 있다.

[0024] 상기 몰드 암 헤드는 상부 부재와 하부 부재를 포함할 수 있고, 상기 몰드는 상기 상부 부재와 상기 하부 부재 사이에 삽입되어 지지될 수 있다. 상기 몰드 암 헤드는 히터, 온도 센서, 및 포스 센서 컨택 로드를 포함할 수 있다. 상기 히터에 의해 상기 몰드가 가열될 수 있고, 상기 온도 센서에 의해 상기 몰드의 온도가 측정될 수 있고, 상기 몰드에 대한 가열이 제어될 수 있다. 예를 들어, 상기 히터는 줄-히팅 방식일 수 있다. 상기 히터와 상기 온도 센서는 피드백 컨트롤러에 연결되어 있어 전압 인가 컨트롤을 실시간으로 조절할 수 있고, 원하는 온도로 가열할 수 있으며 그 값을 유지할 수 있다. 상기 히터와 상기 온도센서는 빠른 열전달을 위해 상기 몰드를 잡는 곳과 최대한 가깝게 배치되는 것이 바람직하다. 또, 상기 몰드는 가열된 후 외부와의 열평형이 쉽게 흔들리지 않도록 충분한 열중량(thermal mass)을 갖도록 형성되는 것이 바람직하다. 상기 포스 센서 컨택 로드는 상기 포스 센서부의 포스 센서와 컨택하여 상기 몰드에 가해지는 힘이 측정될 수 있다.

[0025] 상기 몰드 암 헤드의 하부 부재 위에는 내열성 실리콘 러버(silicone rubber)가 필름 형태로 부착되어 있어 몰드 결합 시 몰드가 미끄러지거나 흔들려 빠지지 않는다.

[0026] 상기 기판 공급부는 스테이지, 기판 로딩 플레이트, 및 플레이트 구동부를 포함할 수 있다. 상기 기판 공급부는 기판을 로딩하고, 몰드와 기판 간 접촉을 정밀하게 조절하고, 접촉이 된 상태에서 기판의 이송 속도 및 이송 거리 조절할 수 있다.

[0027] 상기 스테이지는 X-Y 2축, 도브테일, 및 랩잭을 결합하여 형성될 수 있다. 상기 X-Y 2축 스테이지와 상기 랩잭을 이용해 3축 변위로 이동이 가능하며 도브테일 2개를 교차시켜 조립함으로써 X축 회전 기울임(rolling), Y축 회전 기울임(pitching)이 가능하여 5자유도를 갖는 스테이지를 형성할 수 있다. 상기 스테이지 위에 기판 로딩 플레이트가 배치된다.

[0028] 상기 기판 로딩 플레이트는 기판을 로딩하여 지지할 수 있다. 상기 기판 로딩 플레이트의 상부면에 실리콘 러버 필름이 배치될 수 있다. 상기 실리콘 러버 필름은 상기 기판 로딩 플레이트와 상기 기판과의 결합력을 향상시킬 수 있고, 도브테일을 통한 몰드와 기판과의 수평 맞춤의 한계를 실리콘 러버의 탄성으로 보완할 수 있다.

[0029] 상기 플레이트 구동부는 서보 모터와 리니어 액추에이터(linear actuaotor)를 포함할 수 있고, 상기 기판 로딩 플레이트를 일정 속도로 이송할 수 있다. 예를 들어, 상기 서보 모터는 정밀한 각도 제어와 높은 토크를 위해 262,144pulse/rev의 분해능, 정격 토크 0.16N·m, 최대토크 0.48N·m를 가질 수 있다.

[0030] 상기 포스 센서부는 포스 센서(Force sensor)와 센싱 바(Sensing bar)를 포함할 수 있다. 상기 포스 센서는 상기 센싱 바의 하부에 배치되고, 상기 센싱 바는 상기 포스를 지지하여 고정시킬 수 있다. 상기 포스 센서는 상기 센싱 바에 의해 몰드 암 헤드의 포스 센서 컨택 로드와 컨택할 수 있고, 상기 몰드에 가해지는 힘을 측정할 수 있다.

[0032] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 나노 각인(Dynamic Nano Inscribing) 공정을 나타내고, 도 5는 동적 나노 각인에 사용되는 몰드의 SEM 이미지를 나타내며, 도 6은 도 5의 몰드를 사용하여 형성된 패턴 이미지를 나타낸다.

[0033] 도 4 내지 도 6을 참조하면, DNI 공정은 마이크로 패턴 또는 나노 패턴을 갖는 몰드의 경질 모서리를 연질 기판에 접촉시킨 후 일정 온도와 압력을 가한 상태에서 수평 방향으로 긁어 내어 상기 기판에 패턴을 형성한다.

[0034] 먼저, 경질 소재로 형성된 몰드를 원하는 각도로 원하는 기판 표면 위쪽에 수평하게 정렬시킨 후 상기 몰드의 모서리와 기판 표면을 접근시킨다. 기판을 수직 방향으로 올린 다음 아래쪽에 위치한 기판에 대하여 원하는 힘 및 온도가 가해진 상태로 몰드를 접촉시킨다. 1축 액추에이터를 이용하여 기판을 몰드와 수평한 방향으로 원하는 속도로 원하는 변위만큼 이송함으로써, 몰드 모서리에 의한 각인 및 소성 가공을 통해 기판 표면에 마이크로 패턴 또는 나노 패턴이 형성된다. DNI 공정은 가공되는 힘, 온도, 기판 이송 속도에 따라 다양한 형성 및 주기의 다차원 패턴을 형성할 수 있다.

[0035] DNI 공정은 소성 변형(plastic deformation)을 이용하기 때문에, 공정 중에 부산물(chip or bur)이 생성되지 않아 패턴을 깨끗하게 형성할 수 있다. 또, 추가적인 물질 또는 전처리 공정이 필요하지 않기 때문에 장비 구성 및 공정이 간단하다. 그리고, 기존 리소그래피 공정들이 면대면 공정인 반면, DNI 공정은 선대면 공정이기 때문에 연속 공정을 기반으로 하고, 다양한 기판에의 적용도 용이하다. 또, 플렉시블 기기와 같이 자유 곡면상의 유연 기판에도 패터닝이 가능하다.

[0037] 도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 각인 장치에 의해 형성된 패턴을 갖는 패턴 기판의 이미지를 나타내고, 도 8은 도 7의 패턴 기판의 평면의 이미지를 나타내며, 도 9는 도 7의 패턴 기판의 단면의 이미지를 나타낸다.

[0038] 상기 패턴 기판은 DNI 공정을 이용하여 700nm의 주기를 갖는 SiO_2 소재의 그레이팅 몰드로 125㎛ 의 두께를 갖는 폴리카보네이트(polycarbonate; PC) 기판 위에 150℃의 온도에서 150mm의 몰드 폭으로 3N의 힘과 1mm/s로 이송시켜서 형성된 것이다.

[0039] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 사각 형상의 나노그레이팅 패턴의 몰드를 이용해 연질의 PC 기판(필름)을 성형하면 사각 형상이 아닌 물결무늬와 같은 곡선의 패턴이 형성되는데, 이는 PC 기판의 탄성계수에 따른 탄성 회복이 일어나 사인 곡선과 같은 형태의 패턴이 형성된다. PC 기판은 몰드 대비 약 90% 깊이까지 가공되므로 DNI 공정에 대하여 우수한 가공성을 보인다. 또, 소성 가공의 원리에 따라 몰드가 기판을 누르는 압력, 몰드의 온도, 기판의 이송 속도 그리고 기판의 종류에 따라 다양한 형태의 패턴이 형성될 수 있다.

[0041] 도 10 내지 도 12는 서로 다른 종류의 기판에 형성된 패턴의 이미지를 나타낸다. 도 10은 PET(polyethylene terephthalate) 기판, 도 11은 PFA(Paraformaldehyde) 기판, 도 12는 PI(Polyimide) 기판에서 310℃(Tg)의 온도, 1mm/s의 속도로 DNI 공정을 수행하여 형성된 패턴을 나타낸다.

[0042] 도 10 내지 도 12를 참조하면, PET 기판과 PFA 기판은 약 80%, PI 기판은 약 90% 가공성을 보여 다양한 플렉시블(flexible) 기판에 대하여 DNI 공정을 용이하게 적용할 수 있다. 특히, PI 기판은 표면 접착력 및 가공특성이 나빠 PI 기판에 쉽게 나노 패턴을 형성하기 어려웠으나 DNI 공정을 이용하여 PI 기판에 나노 패턴을 용이하게 형성할 수 있다. PI 기판은 내구성 및 내마모성이 강하여 나노 패턴 형성시 다양하게 활용될 수 있다.

[0044] 도 13 내지 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴 형성 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0045] 도 13을 참조하면, DNI 공정을 이용하여 PC 기판(제1 플렉시블 필름)에 2차원 구조를 갖는 나노 패턴을 형성한다. 먼저, 그레이팅 방향에 수직된 방향으로 클리빙한 경질의 몰드(예를 들어, SiO_2)를 이용해 PC 기판에 접촉한 후 PC의 유리전이온도인 150℃까지 몰드를 가열시킨 후 3 ~ 4N의 힘으로 가압한 상태에서 기판을 이송시켜 1차원 구조의 패턴을 형성한다. PC 기판에 형성된 그레이팅 방향과 수직된 방향으로 앞의 과정을 한 번 더 진행하면 2차원 구조의 나노 패턴을 형성한다. 이에 의해, PC 패턴 기판(제1 플렉시블 패턴 필름)이 형성된다. 도 14의 좌측에 1차원 패턴의 이미지가 나타나 있고, 우측에 2차원 나노 패턴의 이미지가 나타나 있다.

[0046] DNI 공정을 이용하여 나노 패턴이 새겨진 몰드의 모서리를 연질의 플렉시블 기판과 접촉시켜 열과 압력을 가하면서 상기 플렉시블 기판을 이송시키면 상기 플렉시블 기판 위에 나노 패턴을 형성할 수 있다. 상기 DNI 공정을 반복 수행하여 다차원 패턴을 용이하게 형성할 수 있다. 상기 DNI 공정은 기판의 종류에 제한을 거의 받지 않으

며 대면적의 기판에 대하여 적용할 수 있고 양산성이 우수하다.

[0047] 도 15를 참조하면, PC 패턴 기판(제1 플렉시블 패턴 필름)의 2차원 나노 패턴 구조를 PDMS(polydimethylsiloxane) 필름(제2 플렉시블 필름)로 전사한다. 이에 의해, 2차원 나노 패턴을 갖는 PDMS 스탬프(제2 플렉시블 패턴 필름)가 형성된다.

[0048] PC 패턴 기판과 비교하여 PDMS 스탬프는 탄성력으로 인해 더 낮은 온도와 압력에서 보다 균일하고 정확한 열(thermal) NIL(Nano-Imprint Lithography) 공정을 진행할 수 있다. PDMS 스탬프와 함께 롤러를 이용하여 유연하고 투명한 이오노머(ionomer) 필름(제3 플렉시블 필름)에 저온 및 저압의 NIL 공정을 수행한다. 이에 의해, 2차원 나노 패턴을 갖는 이오노머 패턴 필름(제3 플렉시블 패턴 필름)이 형성된다.

[0049] 중성 폴리머 세그먼트와 이온화 유닛의 공중 합체인 이오노머는 상온에서 가교결합된 폴리머와 같이 작용하지만, 열가소성 물질처럼 고온에서는 부드럽고 쉽게 변형된다. 이러한 물리적 특성의 변화는 온도에 따라 바뀔 수 있다. 열 NIL 공정을 진행할 때는 70℃ 정도에서 1 ~ 2N 정도의 약한 힘으로 신속한 임프린팅이 가능하다. PDMS 스탬프와의 접촉을 유지하며 냉각이 되면, 변형된 이오노머 패턴 필름의 2차원 나노 패턴은 재생된 이온 결합으로 인해 고정된다. 도 16에 PDMS 스탬프의 2차원 나노 패턴의 이미지가 나타나 있고, 도 17에 이오노머 패턴 필름의 2차원 나노 패턴의 이미지가 나타나 있다. 상기 2차원 나노 패턴은 기판(필름)의 특성을 변화시킨다, 예를 들어, 상기 2차원 나노 패턴은 투과되는 빛을 전방위적으로 확산시킬 수 있다.

[0051] 도 18 내지 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 이오노머 패턴 필름을 나타낸다. 상기 이오노머 패턴 필름은 DNI 공정과 저온 열 NIL 공정을 수행하여 형성된 나노 패턴을 갖는다.

[0052] 도 18 내지 도 22를 참조하면, 상기 이오노머 패턴(Re-Attachable Ionomer Nanopattern; RAIN) 필름은 광 확산의 기능을 수행할 수 있고, 자유 곡면에 반복적으로 탈부착이 가능하다. 상기 이오노머 패턴 필름은 핸드 롤러를 이용해 약간의 힘을 가함으로써 평면과 곡면에 간단하게 부착될 수 있다. 상기 이오노머 패턴 필름은 친수성기에 의해 접착성을 가질 수 있고, 매우 작은 영 모듈러스(Young's modulus) 때문에 전체 에너지가 높아 안정적인 부착이 가능하다. 또, 이오노머 필름은 얇은 박막으로 성형이 가능하며 공정 시간이 빠르고 저온에서 나노 패턴의 제조가 가능하다.

[0054] 도 23 내지 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 이오노머 패턴 필름의 특성을 설명하기 위한 도면들이다.

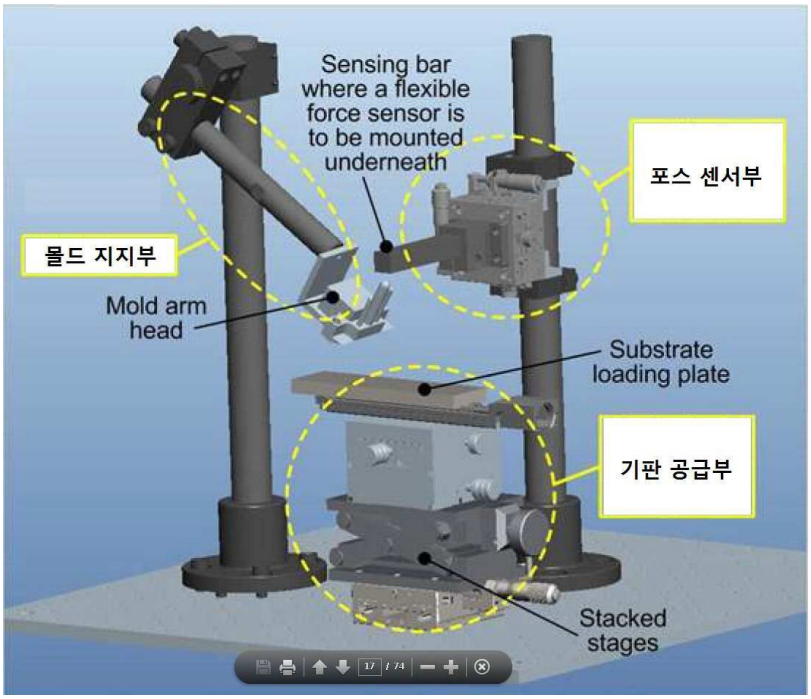
[0055] 도 23 내지 도 25를 참조하면, 유리 기판 상에 제작된 OLED 위에 이오노머 패턴 필름을 부착함으로써 상기 이오노머 패턴 필름의 나노 패턴에 의해 광 확산이 더욱 활발히 나타난다. 도 26을 참조하면, 시뮬레이션 결과 상기 이오노머 패턴 필름이 부착되면 시야각이 커지는 것으로 나타난다.

[0056] 도 27은 다양한 각도에서 이오노머 패턴 필름이 부착되어 있을 때와 아닐 때에 대한 휘도를 측정한 그래프를 나타낸다. 도 27을 참조하면, 법선 각도에서 측정한 휘도는 이오노머 패턴 필름의 유무에 의한 변화를 거의 나타내지 않는다. 또, 도 28 및 도 29를 참조하면, 이오노머 패턴 필름을 부착하여도 전력 효율은 그대로 유지될 수 있다.

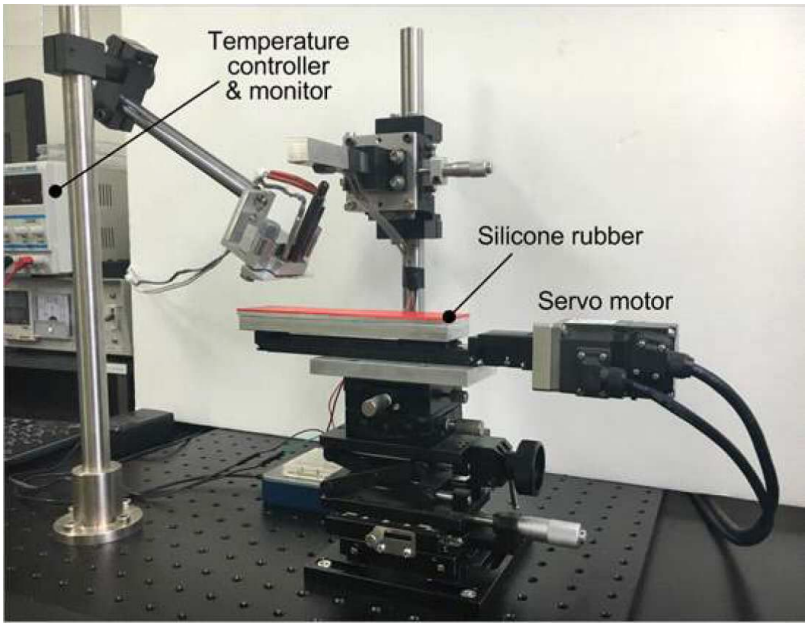
[0058] 이제까지 본 발명에 대한 구체적인 실시예들을 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

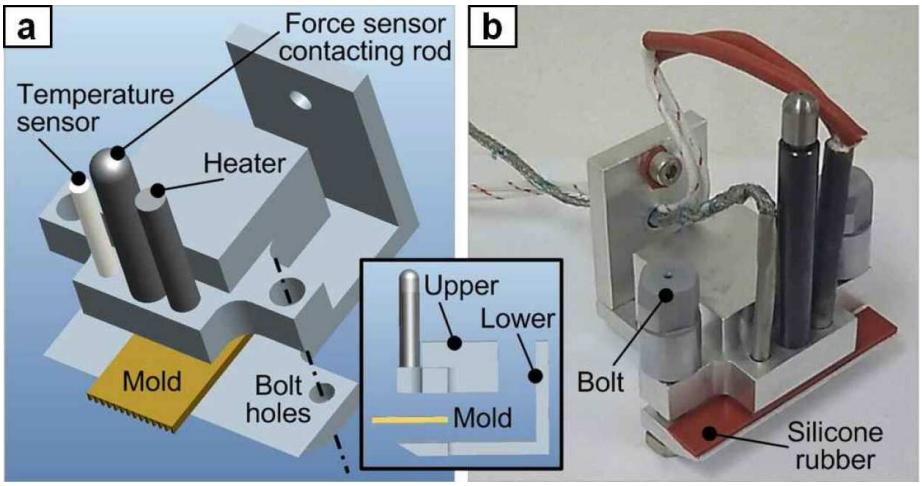
도면1


Sensing bar where a flexible force sensor is to be mounted underneath
포스 센서부
몰드 지지부
Mold arm head
Substrate loading plate
기판 공급부
Stacked stages

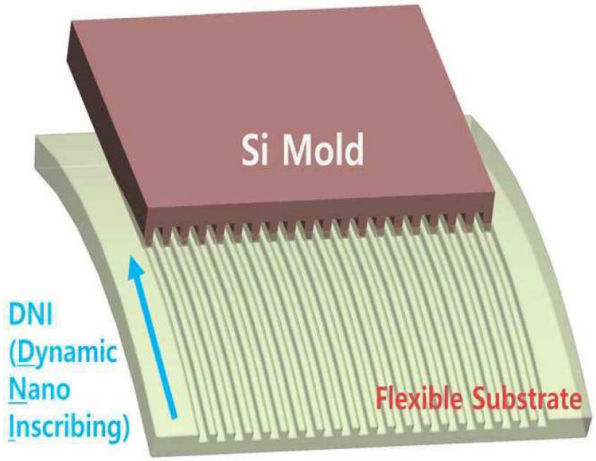
도면2


Temperature controller & monitor
Silicone rubber
Servo motor

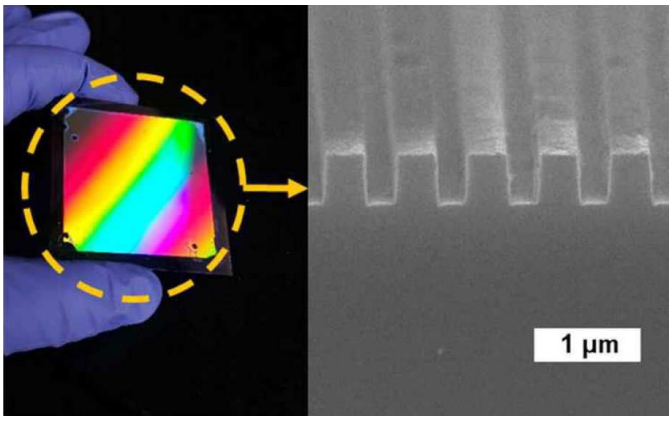
도면3


a
Force sensor
contacting rod
Temperature
sensor
Heater
Upper
Lower
Mold
Bolt
holes
Mold
b
Bolt
Silicone
rubber

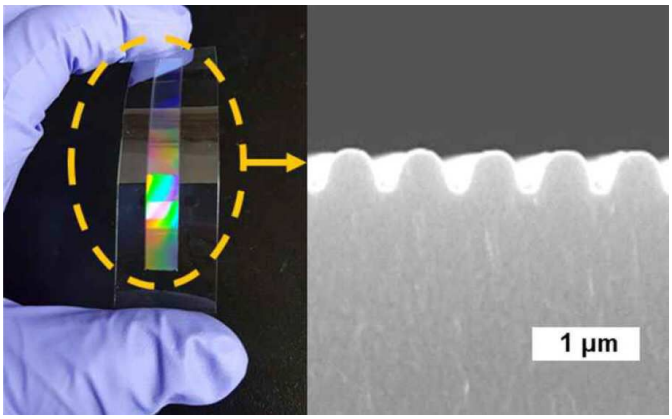
도면4


Si Mold
DNI
(Dynamic
Nano
Inscribing)
Flexible Substrate

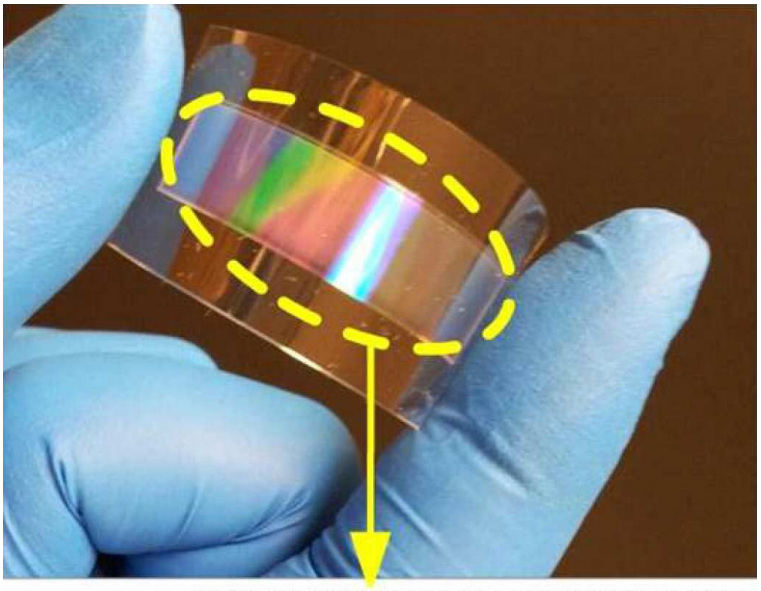
도면5


1 μm

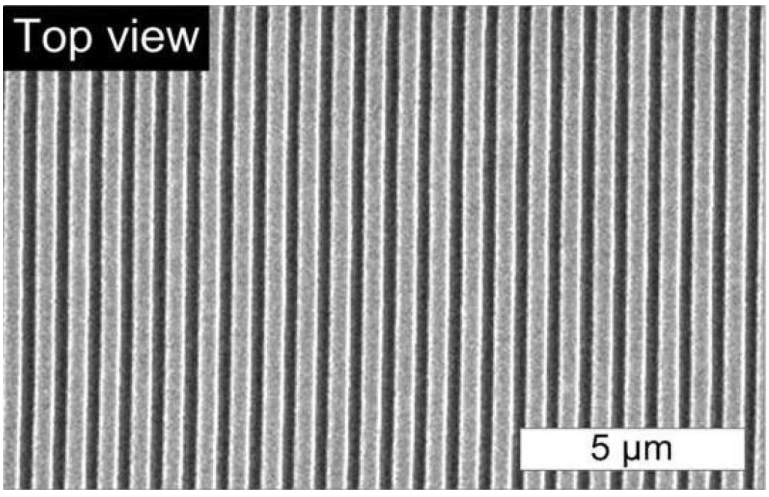
도면6



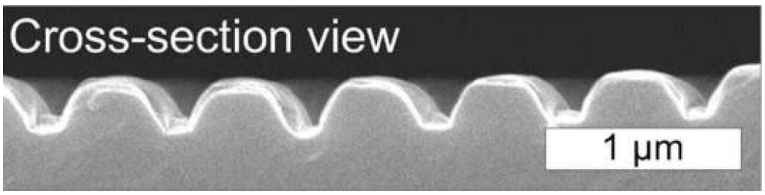
도면7



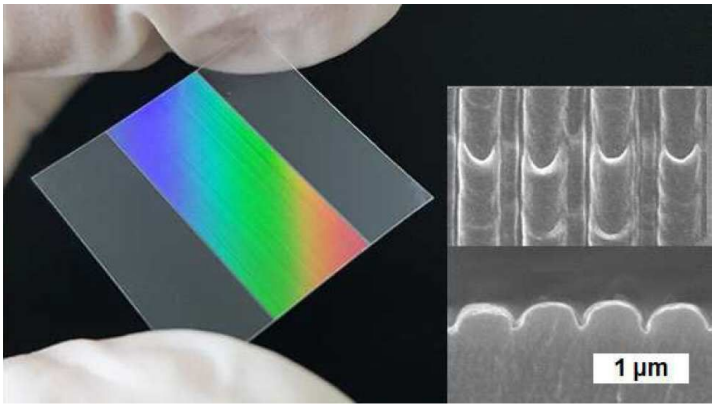
도면8



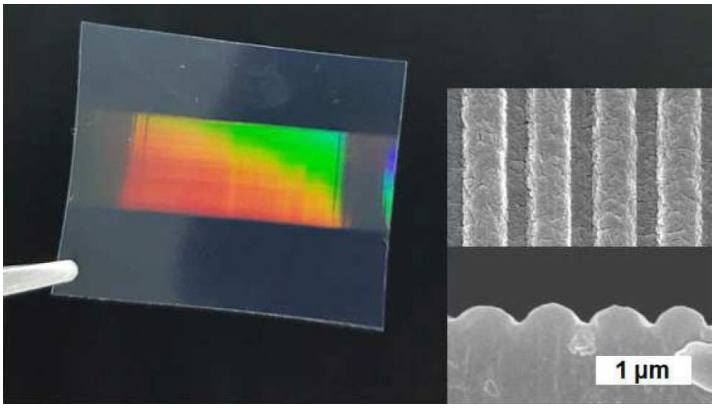
도면9



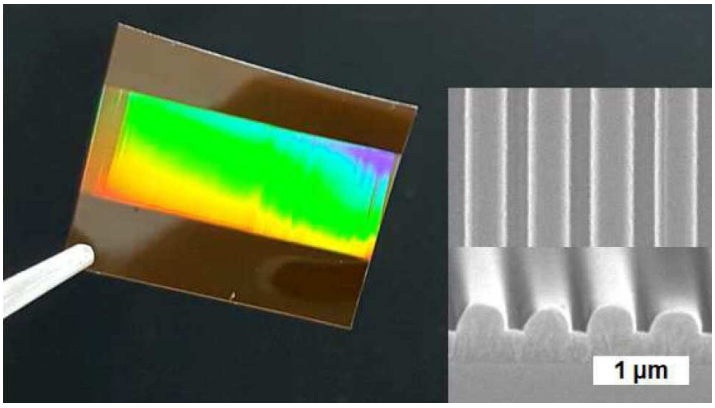
도면10



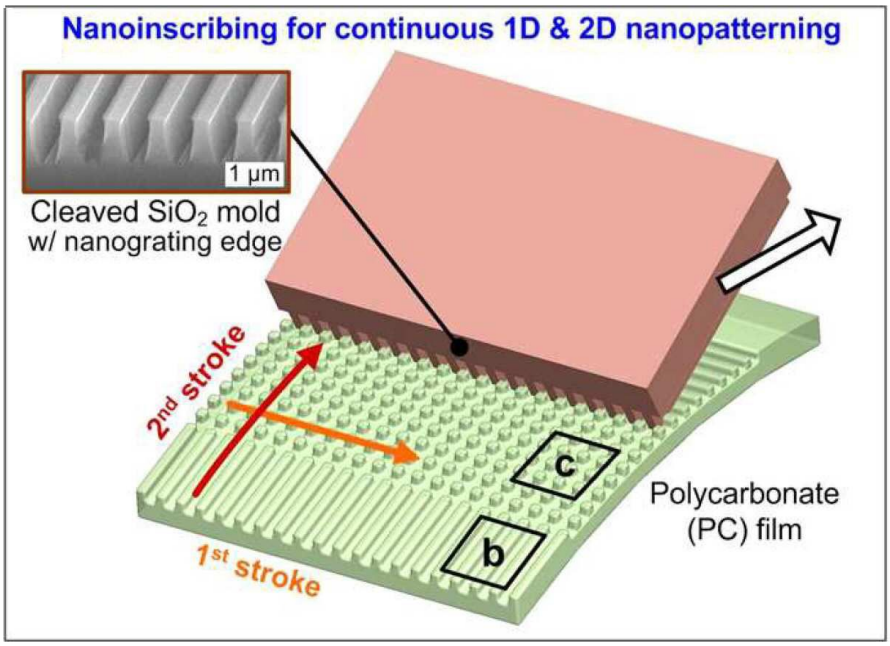
도면11



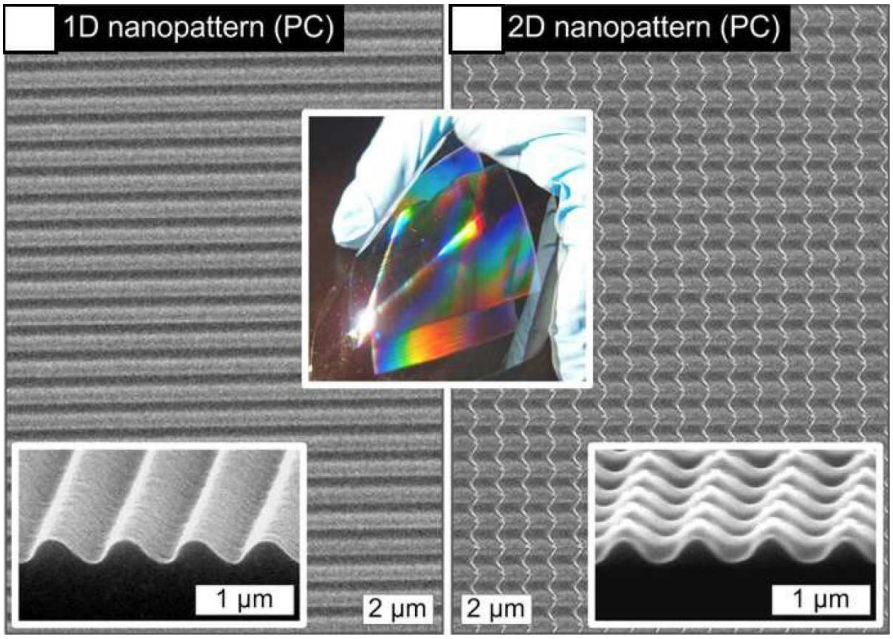
도면12



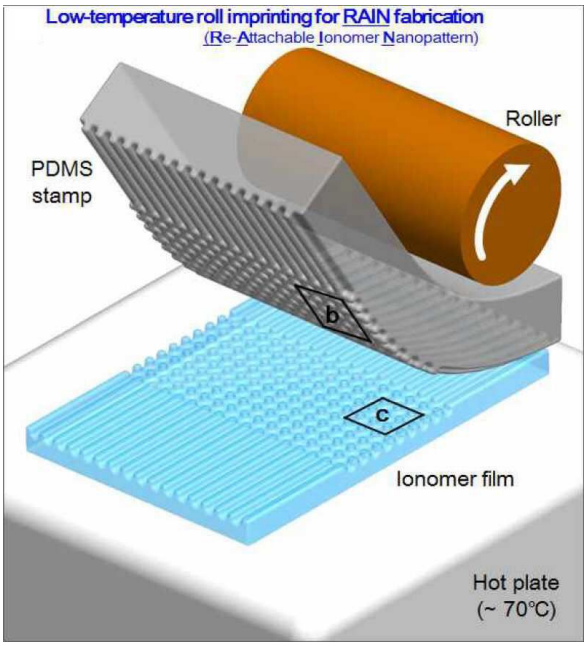
도면13


Nanoinscribing for continuous 1D & 2D nanopatterning
1 μm
Cleaved SiO_2 mold
w/ nanograting edge
2nd stroke
1st stroke
c
b
Polycarbonate
(PC) film

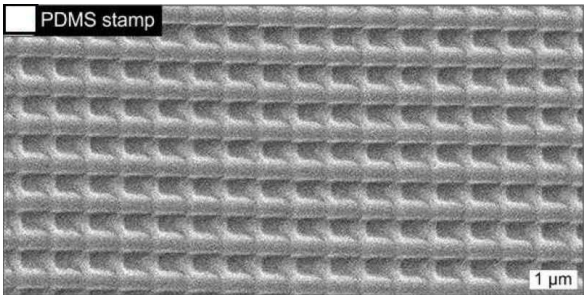
도면14


1D nanopattern (PC)
2D nanopattern (PC)
1 μm
2 μm
2 μm
1 μm

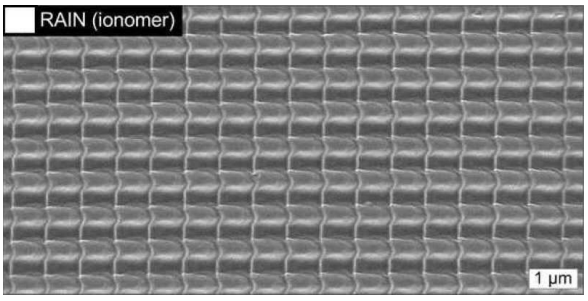
도면15



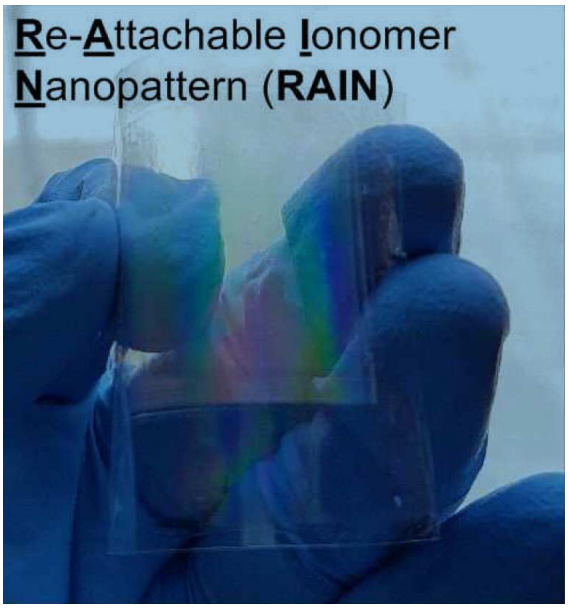
도면16



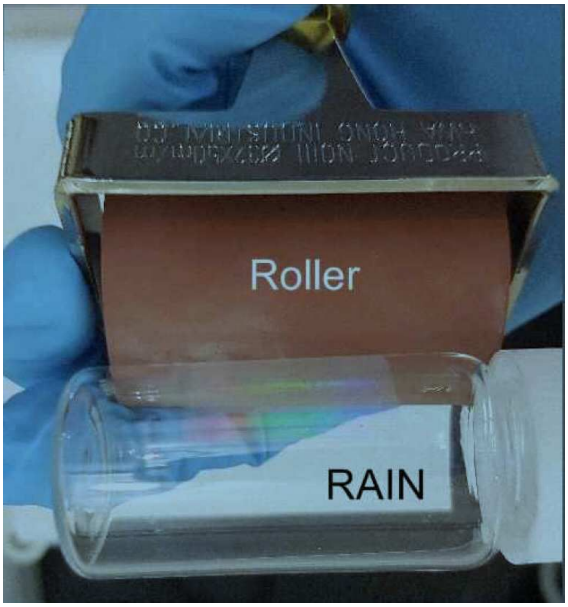
도면17



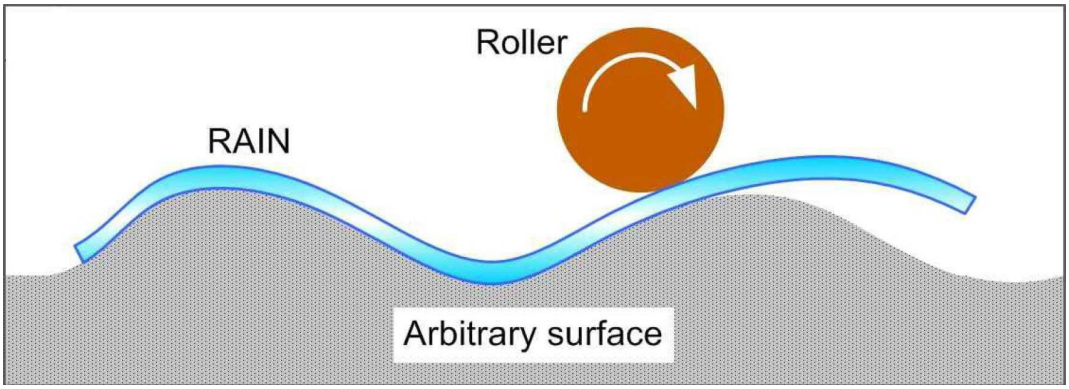
도면18



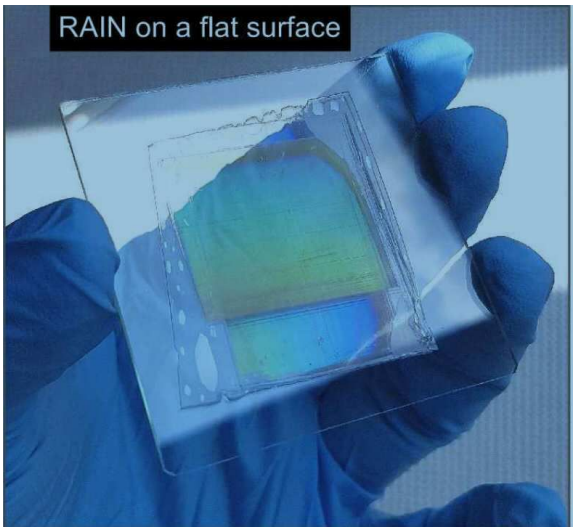
도면19



도면20

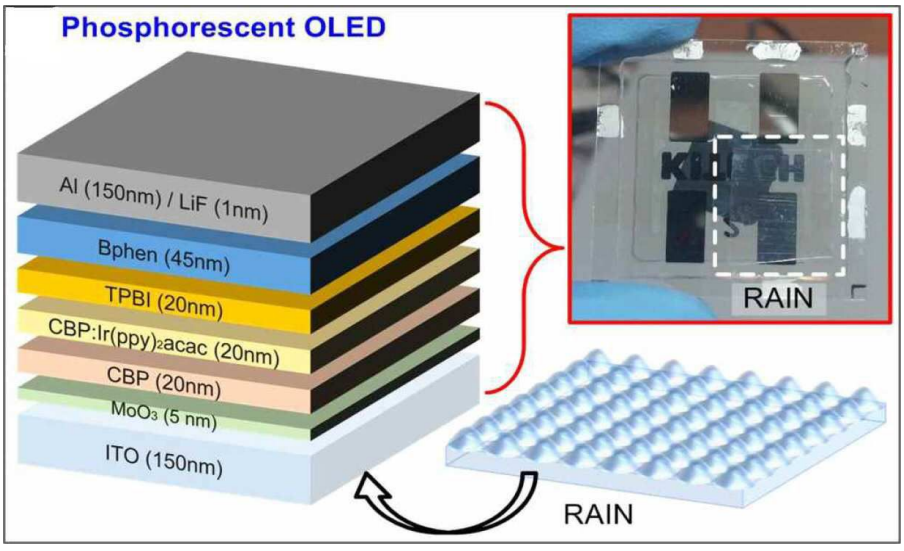


도면21



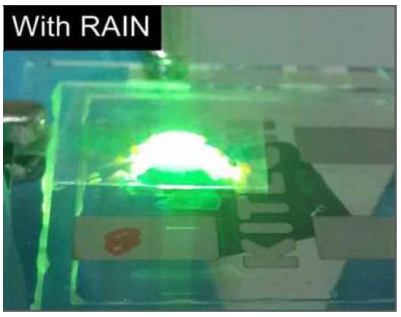
도면22

도면23

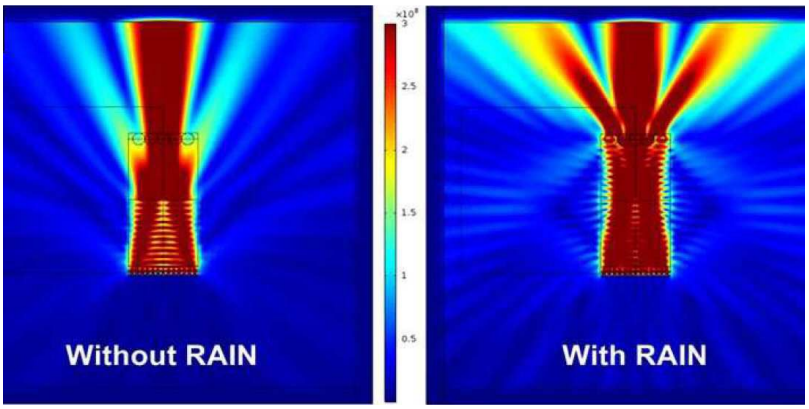


도면24

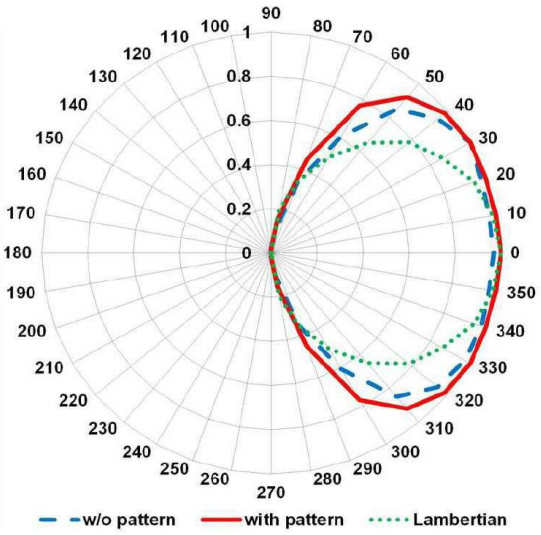
도면25



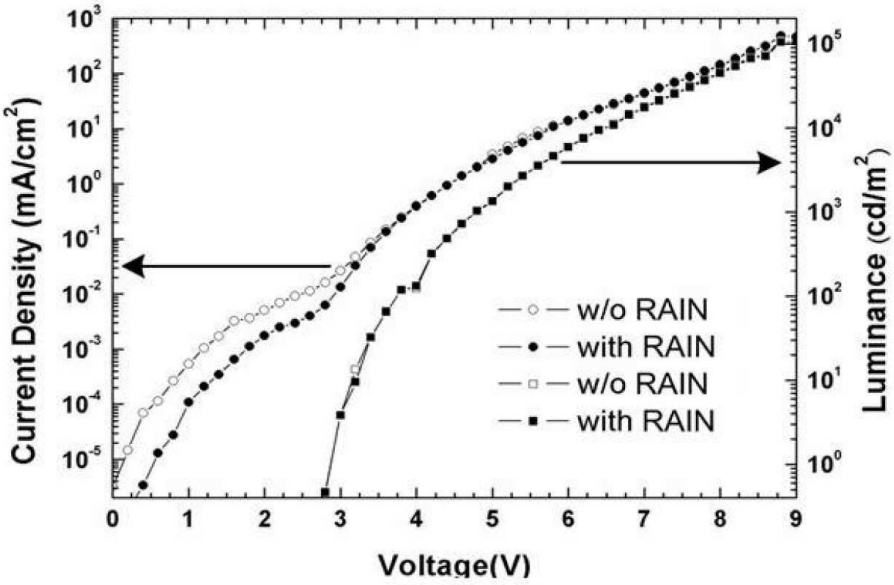
도면26



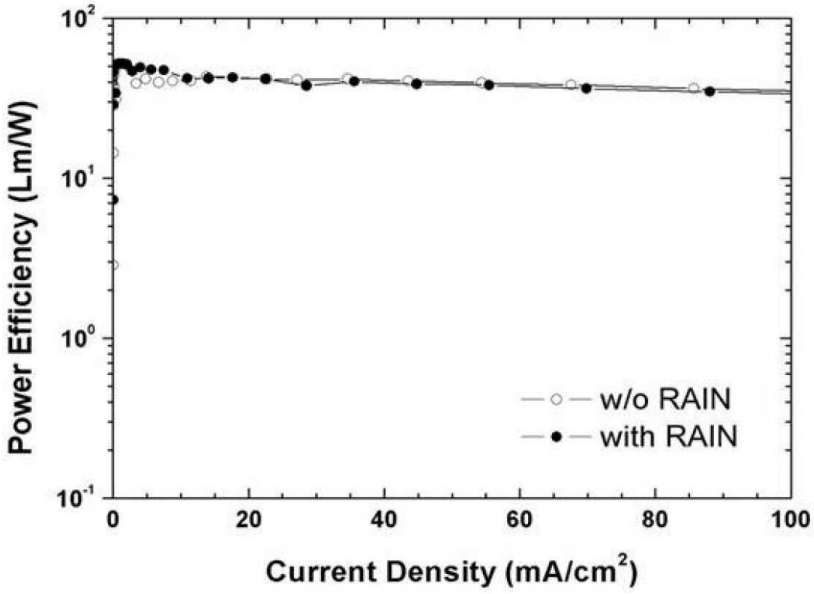
도면27


w/o pattern
with pattern
Lambertian

도면28


Current Density (mA/cm²)
Luminance (cd/m²)
Voltage(V)
w/o RAIN
with RAIN
w/o RAIN
with RAIN

도면29


Power Efficiency (Lm/W)
Current Density (mA/cm²)
w/o RAIN
with RAIN
10²
10¹
10⁰
10⁻¹
0
20
40
60
80
100