



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월14일

(11) 등록번호 10-2252351

(24) 등록일자 2021년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08K 3/013 (2018.01) C08F 2/44 (2006.01)

C08F 2/50 (2006.01) C08G 18/08 (2006.01)

C08G 59/00 (2006.01) C08L 27/18 (2006.01)

C08L 83/04 (2006.01) G03F 9/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08K 3/013 (2018.01)

C08F 2/44 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0118600

(22) 출원일자 2020년09월15일

심사청구일자 2020년09월15일

(56) 선행기술조사문헌

JP2020026517 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 17 항

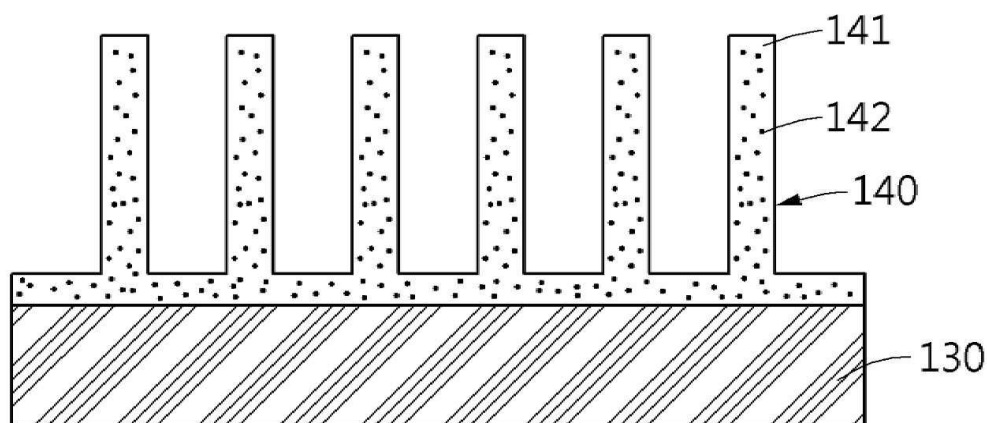
심사관 : 강윤옥

(54) 발명의 명칭 고굴절률 나노 구조체 형성 소재, 이를 이용하여 형성된 나노 구조체 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 고굴절률 나노입자를 이용하여 열 또는 자외선에 의해 경화되는 나노 구조체 형성 소재를 이용하여 고굴절 나노 구조체를 제조하는 기술적 사상에 관한 것으로, 본 발명은 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제 및 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 상기 복수의 나노입자, 상기 고분자 안정제 및 단량체(monomer)를 포함하고, 상기 복수의 나노입자가 분산된 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 고분자 복제 몰드에 적용하여 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시켜서 메타렌즈, 메타 표면같은 각종 응용소자에 이용할 수 있는 고굴절률 나노 구조체를 제조하는 기술에 관한 것이다.

대표도 - 도1e



(52) CPC특허분류

C08F 2/50 (2013.01)
C08G 18/0861 (2013.01)
C08G 59/00 (2013.01)
C08L 27/18 (2013.01)
C08L 83/04 (2013.01)
G03F 9/7042 (2013.01)
C08K 2201/011 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2020026518 A
 KR1020110033254 A*
 KR1020180022858 A
 KR1020190088423 A*
 KR1020070007852 A*
 KR1020170125216 A
 KR1020100027694 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711099671
과제번호	2019K1A4A7A02113032
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	동북아RND허브기반구축사업_전략형 국제공동연구사업(유럽)
연구과제명	메타렌즈 구현을 위한 초고굴절 나노 성형 소재 및 공정 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2019.11.29 ~ 2024.11.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자;

상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제;

광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제;

단량체(monomer); 및

분산 용매를 포함하고,

나노 패턴을 갖고, 기상 공정을 통해 표면 상에 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)이 형성되어 표면 에너지가 제어됨에 따라 상기 나노 패턴의 손상이 제거된 고분자 복제 몰드에 적용되는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 나노 입자는 결정질(crystalline) Si, 비결정질(amorphous) Si, Si_3N_4 , ZnS, ZrO_2 , 다이아몬드(diamond), Ge, GaN 및 Fe_2O_3 중 적어도 하나를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 나노 입자 각각의 지름은 10nm 내지 100nm로 형성되는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 분산 용매는 물, Methyl Isobutyl Ketone(MIBK), Methyl Ethyl Ketone(MEK), 메탄올(Methanol), 에탄올(Ethanol), Isopropyl Alcohol(IPA) 및 자일렌(Xylene) 중 어느 하나를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고분자 안정제는 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone, PVP), 폴리에틸렌글리콜(polyethylene glycol, PEG) 및 폴리아크릴 산(polyacrylic acid) 중 적어도 하나를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 나노 입자는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.1 wt% 내지 10 wt%의 함량을 가지고,

상기 단량체(monomer)는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.5 wt% 내지 2.6 wt%의 함량을 가지며,

상기 어느 하나의 개시제는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.2 wt% 내지 1.3 wt%의 함량을 가지고,

상기 고분자 안정제는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.5 wt% 내지 1.5 wt%의 함량을 가지는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단량체(monomer)는 dipentaerythritol hexaacrylate(DPHA) 및 벤질 메타크릴레이트(benzyl methacrylate) 중 적어도 하나를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 단량체(monomer)는 상기 복수의 나노 입자 간의 점착력을 증가시키는

고굴절률 나노 구조체의 형성 소재.

청구항 9

광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 고분자 복제 몰드에 적용된 후, 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아 형성되고,

상기 고분자 복제 몰드는 나노 패턴을 갖고, 기상 공정을 통해 표면 상에 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)이 형성되어 표면 에너지가 제어됨에 따라 상기 나노 패턴의 손상이 제거되는

고굴절률 나노 구조체.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재는 상기 고분자 복제 몰드에 스핀 코팅(spin-coating)되어 기판 상에 덮여진 후 상기 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아서 경화되는

고굴절률 나노 구조체.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재는 기판 상에 드롭 캐스팅(drop casting)되고, 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 상기 고분자 복제 몰드에 의해 덮여진 후 상기 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아서 경화되는

고굴절률 나노 구조체.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 고분자 복제 몰드는 PDMS(Polydimethyl siloxane), h-PDMS(hard-Polydimethyl siloxane), polyurethane

acrylate, perfluoropolyether(PFPE) 중 어느 하나를 이용하여 형성되는
고굴절률 나노 구조체.

청구항 13

삭제

청구항 14

고분자 복제 몰드를 형성하는 단계;

광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계;

열 또는 자외선을 이용하여 기판 상에서 상기 고분자 복제 몰드에 적용된 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계; 및

상기 고분자 복제 몰드로부터 상기 경화된 형성 소재를 분리시켜 고굴절률 나노 구조체를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 고분자 복제 몰드를 형성하는 단계는

나노 패턴을 갖는 마스터 스탬프를 이용하여 상기 고분자 복제 몰드를 복제하는 단계; 및

상기 복제된 고분자 복제 몰드의 표면 상에 기상 공정을 통해 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 형성하여 상기 복제된 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어하면서 상기 나노 패턴의 손상이 제거된 고분자 복제 몰드를 형성하는 단계를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 제조 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계는

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 스핀 코팅(spin-coating)하여 상기 기판 상에 덮어서 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 제조 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계는

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 기판 상에 드롭 캐스팅(drop casting)하고, 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 의해 덮어져 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 제조 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계는

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 상기 광개시제를 포함할 경우, 360nm 내지 370nm 영역의 자외선을 10분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가하여 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 제조 방법.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계는

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 상기 열개시제를 포함할 경우, 100℃ 이상의 열을 10분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가한 뒤, 40℃ 이하의 온도로 냉각 후 압력을 제거하여 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계를 포함하는

고굴절률 나노 구조체의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고굴절률 나노 구조체 형성 소재, 이를 이용하여 형성된 나노 구조체 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고굴절률 나노입자를 이용하여 열 또는 자외선에 의해 경화되는 나노 구조체 형성 소재를 이용하여 고굴절 나노 구조체를 제조하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 종래 기술에 따르면 메타렌즈(Metalenses)는 기존의 굴절 렌즈와 비교할 수 있는 많은 유망한 기능을 보여주었다.
- [0003] 초박형 서브 파장 안테나 어레이로 구성된 메타 표면은 부피가 크고 무거움에서 작고 가벼운 광학으로 패러다임 전환을 주도하고 있다.
- [0004] 전자기(electromagnetic, EM) 파와 안테나 간의 강력한 상호 작용은 파장 범위에서 작동하는 일반적인 굴절 구성 요소와 달리 서브 파장 범위에서 효율적인 광 변조를 가능하게 한다.
- [0005] 메타 표면은 안테나 구성을 조정하여 EM 파의 진폭, 위상, 편파 및 주파수를 제어 할 수 있으며 회절 제한 이미징, 고해상도 홀로그래피, 광학 클로킹 및 구조적 컬러 인쇄와 같은 여러 유망한 응용 프로그램을 실현할 수 있다.
- [0006] 하나 이상의 파동 속성을 동시에 제어하는 것도 단일 안테나로 다기능 작동을 가능하게 한다.
- [0007] 또한 다층 메타 표면은 기능 통합을 위한 좋은 기회를 제공하고, 빛을 집중 시키도록 설계된 메타렌즈가 차세대 렌즈로 등장했다.
- [0008] 기존의 비구면 렌즈는 비용과 시간이 많이 드는 공정을 필요로 하는 반면, 구면 수차는 메타렌즈에서 문제없이 완벽하게 제거 할 수 있다.
- [0009] 초기 플라스 모닉 메타렌즈는 낮은 회절 효율로 어려움을 겪었으나, 강한 전기 및 자기 공명을 유도하는 유전체 안테나를 사용하여 크게 증가했다.
- [0010] 이방성 안테나의 기하학적 위상은 편파 의존성으로 광대역 작동을 실현하며, 등방성 안테나로부터의 전파 위상은 메타렌즈의 편광에 민감하지 않은 작동을 가능하게 한다.
- [0011] 안테나의 기하학적 위상과 전파 위상을 적절히 제어하면 회절 광학 요소의 특성 인 메타렌즈의 색수차(chromatic aberration)를 보상 할 수 있다.
- [0012] 색수차는 전송 진폭 변조 또는 알고리즘 지원 최적화와 같은 다른 방법으로도 제거 할 수 있다. 유전체 메타렌즈는 기존의 부피가 크고 무거운 렌즈를 대체 할 수 있는 잠재력을 가지고 있지만 제조 한계로 인해 메타렌즈의 상용화가 방해받고 있는 실정이고, 현재의 메타렌즈(Metalenses)는 엄청난 제조 비용으로 인해 아직 상용화

와는 거리가 멀 수 있다.

- [0013] 메타렌즈(Metalenses)의 재료는 계층 구조가 단일 단계 제조에 대한 두 가지 요구 사항과 고 굴절률 및 패턴 전송 기능을 충족하는 매트릭스-내포 합성물로 구성 될 수 있다.
- [0014] 유전체 메타렌즈의 제조는 높은 제조 비용과 낮은 처리량으로 인해 어려움을 겪는다.
- [0015] 전자빔 리소그래피(Electron beam lithography, EBL)는 포토 리소그래피의 회절 한계보다 작은 크기의 서브 파장 구조가 필요하기 때문에 메타렌즈를 제작하는 데 널리 사용되고 있다.
- [0016] 전자빔의 파장은 몇 나노 미터에 불과하므로 EBL은 높은 패턴 충실도로 메타렌즈를 정의 할 수 있지만 매우 낮은 처리량은 대규모 제조를 방해한다.
- [0017] 나노 임프린트 리소그래피(nanoimprint lithography, NIL)는 메타 표면을 대규모로 제조하는 방법으로 평가되었다.
- [0018] NIL 용 마스터 몰드의 제작에는 EBL이 필요하지만 마스터 몰드에서 복제하는 것이 EBL보다 훨씬 빠르다.
- [0019] 그러나, 기존 NIL은 박막 증착 및 에칭과 같은 2 차 작업도 필요하므로 NIL에 의한 메타렌즈 생산은 사출 성형을 사용하는 상업용 플라스틱 렌즈 생산과 아직 경쟁력이 없다고 볼 수 있다.
- [0020] 이러한 2 차 작업은 생산성을 감소시키고 NIL의 기질 호환성을 저하시킴에 따라 메타렌즈의 상용화를 위해서는 원스텝 제조 방법의 개발이 필요하다.
- [0021] 즉, 종래 기술은 고굴절률 물질로 이루어진 나노 구조체를 구현하기 위해서는 고굴절률 물질을 기판 위에 제조하고자 하는 나노 구조체의 높이만큼 증착한 뒤, 포토리소그래피 또는 전자빔 리소그래피와 같은 복잡한 공정이 필요함에 따라 메타렌즈의 상용화를 위해서는 단일 공정(one-step) 제조 방법의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0022] 본 발명은 단일 공정(one-step)을 통해 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현하는 것을 목적으로 한다.
- [0023] 본 발명은 고굴절률 나노입자를 이용하여 열 또는 자외선에 의해 경화되는 나노 구조체 형성 소재를 제시하고, 나노 구조체 형성 소재를 이용하여 나노 구조체를 형성하는 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0024] 본 발명은 고굴절률을 갖는 복수의 나노입자가 분산된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 단일 공정(one-step)을 통해 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현함에 따라 메타렌즈 또는 메타표면의 공정 단가를 감소시키는 것을 목적으로 한다.
- [0025] 본 발명은 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현함에 있어서, 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어함에 따라 고분자 복제 몰드의 나노 패턴 손상을 제거하고, 이형 없는 고굴절률 나노 구조체를 제조하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0026] 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재는 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제, 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 복수의 나노 입자는 결정질(crystalline) Si, 비결정질(amorphous) Si, Si_3N_4 , ZnS, ZrO_2 , 다이아몬드(diamond), Ge, GaN 및 Fe_2O_3 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 복수의 나노 입자 각각의 지름은 10nm 내지 100nm로 형성될 수 있다.
- [0029] 상기 분산 용매는 물, Methyl Isobutyl Ketone(MIBK), Methyl Ethyl Ketone(MEK), 메탄올(Methanol), 에탄올(Ethanol), Isopropyl Alcohol(IPA) 및 자일렌(Xylene) 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 고분자 안정제는 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone, PVP), 폴리에틸렌글리콜(polyethylene glycol, PEG) 및 폴리아크릴 산(polyacrylic acid) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

상기 복수의 나노 입자는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.1 wt% 내지 10 wt%의 함량을 가지고, 상기 단량체(monomer)는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.5 wt% 내지 2.6 wt%의 함량을 가지며, 상기 어느 하나의 개시제는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.2 wt% 내지 1.3 wt%의 함량을 가지고, 상기 고분자 안정제는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.5 wt% 내지 1.5 wt%의 함량을 가질 수 있다.

[0031]

삭제

[0032]

상기 단량체(monomer)는 dipentaerythritol hexaacrylate(DPHA) 및 벤질 메타크릴레이트(benzyl methacrylate) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0033]

상기 단량체(monomer)는 상기 복수의 나노 입자 간의 점착력을 증가시킬 수 있다.

[0034]

본 발명의 일실시예에 따르면 고굴절률 나노 구조체는 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아 형성될 수 있다.

[0035]

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재는 나노 패턴을 갖는 고분자 복제 몰드에 스핀 코팅(spin-coating)되어 기판 상에 덮여진 후 상기 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아서 경화될 수 있다.

[0036]

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재는 기판 상에 드롭 캐스팅(drop casting)되고, 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 나노 패턴을 갖는 고분자 복제 몰드에 의해 덮여진 후 상기 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아서 경화될 수 있다.

[0037]

상기 고분자 복제 몰드는 PDMS(Polydimethyl siloxane), h-PDMS(hard-Polydimethyl siloxane), polyurethane acrylate, perfluoropolyether(PFPE) 중 어느 하나를 이용하여 형성될 수 있다.

[0038]

상기 고분자 복제 몰드는 표면 상에 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)이 형성되어 표면 에너지가 제어될 수 있다.

[0039]

본 발명의 일실시예에 따르면 고굴절률 나노 구조체의 제조 방법은 고분자 복제 몰드를 형성하는 단계, 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 상기 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계, 열 또는 자외선을 이용하여 기판 상에서 상기 고분자 복제 몰드에 적용된 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계 및 상기 고분자 복제 몰드로부터 상기 경화된 형성 소재를 분리시켜 고굴절률 나노 구조체를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0040]

상기 고분자 복제 몰드를 형성하는 단계는 나노 패턴을 갖는 마스터 스탬프를 이용하여 상기 고분자 복제 몰드를 복제하는 단계 및 상기 복제된 고분자 복제 몰드의 표면 상에 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 형성하여 상기 복제된 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어하면서 상기 고분자 복제 몰드를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0041]

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 스핀 코팅(spin-coating)하여 상기 기판 상에 덮여서 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0042]

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 기판 상에 드롭 캐스팅(drop casting)하고, 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 의해 덮여져 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 상기 고분자 복제 몰드에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0043]

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 상기 광개시제를 포함할 경우, 360nm 내지 370nm 영역의 자외선을 10분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가하여 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0044]

상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계는 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 상기

열개시제를 포함할 경우, 100℃ 이상의 열을 10분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가한 뒤, 40℃ 이하의 온도로 냉각 후 압력을 제거하여 상기 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 경화시키는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0045] 본 발명은 단일 공정(one-step)을 통해 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현할 수 있다.
- [0046] 본 발명은 고굴절률 나노입자를 이용하여 열 또는 자외선에 의해 경화되는 나노 구조체 형성 소재를 제시하고, 나노 구조체 형성 소재를 이용하여 나노 구조체를 형성하는 제조 방법을 제공할 수 있다.
- [0047] 본 발명은 고굴절률을 갖는 복수의 나노입자가 분산된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 단일 공정(one-step)을 통해 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현함에 따라 메타렌즈 또는 메타표면의 공정 단가를 감소시킬 수 있다.
- [0048] 본 발명은 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현함에 있어서, 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어함에 따라 고분자 복제 몰드의 나노 패턴 손상을 제거하고, 이형 없는 고굴절률 나노 구조체를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0049] 도 1a 내지 도 2e는 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 이용하여 형성된 고굴절률 나노 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3a 및 도 3b는 일실시예에 따른 고분자 복제 몰드의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4a 및 도 4b는 일실시예에 따른 고분자 복제 몰드의 표면 처리 없이 형성된 나노 구조체의 전자 현미경 이미지를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5a 및 도 5b는 일실시예에 따른 고분자 복제 몰드의 표면 처리 후 형성된 고굴절률 나노 구조체의 전자 현미경 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.
- [0051] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0052] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0053] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0054] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0055] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0056] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0057] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.
- [0058] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.
- [0059] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.

- [0060] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0061] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0062] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포괄적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다.
- [0063] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포괄적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0064] 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0066] 도 1a 내지 도 2e는 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 이용하여 형성된 고굴절률 나노 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0067] 도 1a 내지 도 1e는 본 발명의 일실시예에 따라 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 스핀 코팅 방식을 이용하여 나노 패턴을 갖는 고분자 복제 몰드에 적용하여 자외선 또는 열을 이용하여 경화시키고, 경화된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 고분자 복제 몰드로부터 분리하여 고굴절률 나노 구조체를 제조하는 방법을 예시한다.
- [0068] 본 발명의 일실시예에 따르면 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재는 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제 및 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함할 수 있다.
- [0069] 일례로, 복수의 나노 입자는 결정질(crystalline) Si, 비결정질(amorphous) Si, Si_3N_4 , ZnS, ZrO_2 , 다이아몬드(diamond), Ge, GaN 및 Fe_2O_3 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0070] 여기서, 복수의 나노 입자 각각의 지름은 10nm 내지 100nm로 형성될 수 있다.
- [0071] 일례로, 분산 용매는 물, Methyl Isobutyl Ketone(MIBK), Methyl Ethyl Ketone(MEK), 메탄올(Methanol), 에탄올(Ethanol), Isopropyl Alcohol(IPA) 및 자일렌(Xylene) 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 고분자 안정제는 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone, PVP), 폴리에틸렌글리콜(polyethylene glycol, PEG) 및 폴리아크릴 산(polyacrylic acid) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0073] 한편, 단량체(monomer)는 dipentaerythritol hexaacrylate(DPHA) 및 벤질 메타크릴레이트(benzyl methacrylate) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0074] 여기서, 단량체(monomer)는 복수의 나노 입자 간의 점착력을 증가시키는 역할을 수행할 수 있다.
- [0075] 일례로, 광개시제(photo-initiator)로 사용되는 물질은 2-히드록시-2-메틸프로피오페논, 2,2-디메톡시-1, 2-디페닐에탄-1-온(IRGACURE 651 : BASF사 제조), 1-히드록시-시클로헥실-페닐-케톤(IRGACURE 184 : BASF사 제조), 1-4-(2-히드록시에톡시)-페닐]-2-히드록시-2-메틸-1-프로판-1-온(IRGACURE 2959 : BASF사 제조), 2-벤질-2-디메틸아미노-(4-모르폴리노페닐)-부탄온-1(IRGACURE 369 : BASF사 제조), 2-(디메틸아미노)-2-[(4-메틸페닐)메틸]-1-[4-(4-모르폴리노페닐)]-1-부탄온(IRGACURE 379 : BASF사 제조); 2,4,6-트리메틸벤조일-디페닐-포스핀옥사이드(LUCIRIN TPO : BASF사 제조), 비스(2,4,6-트리메틸벤조일)-페닐포스핀옥사이드(IRGACURE 819 : BASF사 제조); 에탄온, 2-(2-히드록시에톡시)에틸에스테르의 혼합물(IRGACURE 754 : BASF사 제조), 페닐글리옥실릭에시드메틸에스테르(DAROCUR MBF : BASF사 제조), 에틸-4-디메틸아미노벤조에이트 DAROCUR EDB : BASF사 제조) 등이 사용될 수 있다.
- [0076] 한편, 열개시제(thermal-initiator)로는 t-부틸 퍼옥시벤조에이트(트라이고녹스(Trigonox) C), t-아밀 퍼옥시벤조에이트 (트라이고녹스 127), t-부틸-2-에틸헥사노에이트(트라이고녹스 21S), t-부틸퍼옥시다이에틸아세테이트(트라이고녹스 27), t-부틸 퍼옥시-2-에틸헥실카보네이트(트라이고녹스 117) 및 t-아밀퍼옥시-2-에틸헥실카보네이트(트라이고녹스 131) 등이 사용될 수 있으며 이에 한정되지는 않는다.
- [0077] 본 발명의 일실시예에 따르면 복수의 나노 입자는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.1

wt% 내지 10 wt%의 함량을 가지고, 단량체(monomer)는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.5 wt% 내지 2.6 wt%의 함량을 가지며, 광개시제 및 열개시제 중 어느 하나의 개시제는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.2 wt% 내지 1.3 wt%의 함량을 가지고, 상고분자 안정제는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재의 전체 중량에 대하여 0.5 wt% 내지 1.5 wt%의 함량을 가질 수 있다.

- [0078] 도 1a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 복수의 나노 패턴을 형성하고 있는 마스터 스탬프(100)를 이용하여 고분자 복제 몰드(110)를 형성한다.
- [0079] 일례로, 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 나노 패턴을 갖는 마스터 스탬프(100)를 이용하여 고분자 복제 몰드(110)를 복제하고, 복제된 고분자 복제 몰드(110)의 표면 상에 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 형성하여 복제된 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어하면서 고분자 복제 몰드(110)를 형성한다.
- [0080] 복제된 고분자 복제 몰드(110)의 표면 상에 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 형성하는 과정은 도 3a 및 도 3b를 이용하여 보충 설명한다.
- [0081] 예를 들어, 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 나노임프린트 리소그래피 공정 기반의 고굴절률 나노 구조체를 제조하기 위하여 나노 패턴을 갖는 마스터 스탬프로부터 고분자 복제 몰드(110)를 복제할 수 있다.
- [0082] 일례로, 고분자 복제 몰드(110)는 PDMS(Polydimethyl siloxane), h-PDMS(hard-Polydimethyl siloxane), polyurethane acrylate, perfluoropolyether(PFPE) 중 어느 하나를 이용하여 형성될 수 있다.
- [0083] 예를 들어, 고분자 복제 몰드(110)는 용매 성분을 흡수하여 선택적으로 제거할 수 있는 물질로서, 고분자소재도 다공성의 포어(pore)를 가져서 용매를 선택적으로 제거할 수 있는 물질로 형성될 수 있다.
- [0084] 도 1b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고분자 복제 몰드(110)에 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)를 스핀 코팅 방식을 이용하여 적용한다.
- [0085] 일례로, 고분자 복제 몰드(110)에 적용된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)는 분산 용매(121)에 나노 입자(122)가 분산된 구조를 갖는다.
- [0086] 구체적으로, 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)를 고분자 복제 몰드(110)에 가속시간 3초, 회전속도 2500 rpm, 30초의 조건으로 스핀 코팅(spin-coating)하여 고분자 복제 몰드(110)에 적용한다.
- [0087] 즉, 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)를 고분자 복제 몰드(110)에 스핀 코팅(spin-coating)하여 기판 상에 덮어서 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)를 고분자 복제 몰드(110)에 적용한다.
- [0088] 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)에 포함된 개시제의 종류에 따라 도 1c 또는 도 1d로 진행할 수 있다.
- [0089] 도 1c는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)에 광개시제(photo-initiator)가 포함된 경우에 해당될 수 있다.
- [0090] 도 1c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)가 적용된 고분자 복제 몰드(110)를 기판(130) 상에 덮고, 360nm 내지 370nm 영역의 자외선을 10분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가하여 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)를 경화시킨다.
- [0091] 예를 들어, 기판(130)은 실리콘, 사파이어, 폴리머 필름 및 유리 중 어느 하나를 이용하여 형성될 수 있으며, 기판은 종류는 한정되지 않는다.
- [0092] 도 1d는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)에 열개시제(thermal-initiator)가 포함된 경우에 해당될 수 있다.
- [0093] 도 1d를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)가 열개시제를 포함할 경우, 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)가 적용된 고분자 복제 몰드(110)를 기판(130) 상에 덮고, 100℃ 이상의 열을 10분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가한 뒤, 40℃ 이하의 온도로 냉각 후 압력을 제거하여 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(120)를 경화시키는 시킨다.
- [0094] 도 1e는 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법이 고분자 복제 몰드로부터 고굴절률 나노

구조체를 분리하는 과정을 예시한다.

- [0095] 도 1e를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고분자 복제 몰드로부터 고굴절률 나노 구조체(140)를 분리하여, 기판(130) 상에 고굴절률 나노 구조체(140)를 형성한다.
- [0096] 일례로, 고굴절률 나노 구조체(140)는 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 복수의 나노 입자, 고분자 안정제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아 형성될 수 있다.
- [0097] 본 발명의 일실시예에 따르면 고굴절률 나노 구조체(140)는 고분자 안정제와 단량체로 구성된 바인더(141) 내에 복수의 나노 입자(142)가 분산된 구조를 갖고 있으며, 고분자 복제 몰드(110)의 나노 패턴에 따라 나노 패턴으로 형성될 수 있다.
- [0098] 한편, 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 일실시예에 따라 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 기판 상에 드롭 캐스팅(drop casting)하여 나노 패턴을 갖는 고분자 복제 몰드에 적용하여 자외선 또는 열을 이용하여 경화시키고, 경화된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 고분자 복제 몰드로부터 분리하여 고굴절률 나노 구조체를 제조하는 방법을 예시한다.
- [0099] 도 2a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 복수의 나노 패턴을 형성하고 있는 마스터 스탬프(200)를 이용하여 고분자 복제 몰드(210)를 형성한다.
- [0100] 일례로, 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 나노 패턴을 갖는 마스터 스탬프(200)를 이용하여 고분자 복제 몰드(210)를 복제하고, 복제된 고분자 복제 몰드(210)의 표면 상에 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 형성하여 복제된 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어하면서 고분자 복제 몰드(210)를 형성한다.
- [0101] 복제된 고분자 복제 몰드(210)의 표면 상에 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 형성하는 과정은 도 3a 및 도 3b를 이용하여 보충 설명한다.
- [0102] 일례로, 고분자 복제 몰드(210)는 PDMS(Polydimethyl siloxane), h-PDMS(hard-Polydimethyl siloxane), polyurethane acrylate, perfluoropolyether(PFPE) 중 어느 하나를 이용하여 형성될 수 있다.
- [0103] 도 2b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고분자 복제 몰드(210)에 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 드롭 캐스팅(drop cating) 방식을 이용하여 적용한다.
- [0104] 일례로, 고분자 복제 몰드(210)에 적용된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)는 분산 용매(221)에 나노 입자(222)가 분산된 구조를 갖는다.
- [0105] 구체적으로, 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 기판(230)상에 드롭 캐스팅하고 고분자 복제 몰드(210)로 덮어서, 고분자 복제 몰드(210) 내 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 적용한다.
- [0106] 즉, 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 기판(230) 상에 드롭 캐스팅(drop casting)하고, 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 고분자 복제 몰드(210)에 의해 덮어져 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 고분자 복제 몰드(210)에 적용한다.
- [0107] 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)에 포함된 개시제의 종류에 따라 도 2c 또는 도 2d로 진행할 수 있다.
- [0108] 도 2c는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)에 광개시제(photo-initiator)가 포함된 경우에 해당될 수 있다.
- [0109] 도 2c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)가 적용된 고분자 복제 몰드(220)를 기판(230) 상에 덮고, 360nm 내지 370nm 영역의 자외선을 20분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가하여 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 경화시킨다.
- [0110] 도 2d는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)에 열개시제(thermal-initiator)가 포함된 경우에 해당될 수 있다.
- [0111] 도 2d를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)가 열개시제를 포함할 경우, 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)가 적용된 고분자 복제 몰드(220)를 기판(230) 상에 덮고, 200℃ 이상의 열을 20분 동안 2.0 bar 내지 2.5 bar의 압력과 함께 인가한 뒤, 40

℃ 이하의 온도로 냉각 후 압력을 제거하여 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재(220)를 경화시키는 시킨다.

- [0112] 도 2e는 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법이 고분자 복제 몰드로부터 고굴절률 나노 구조체를 분리하는 과정을 예시한다.
- [0113] 도 2e를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고분자 복제 몰드로부터 고굴절률 나노 구조체(240)를 분리하여, 기판(230) 상에 고굴절률 나노 구조체(240)를 형성한다.
- [0114] 일례로, 고굴절률 나노 구조체(240)는 광개시제(photo-initiator) 및 열개시제(thermal-initiator) 중 어느 하나의 개시제, 입사광을 굴절시키는 복수의 나노입자, 복수의 나노입자를 분산시키는 고분자 안정제, 단량체(monomer) 및 분산 용매를 포함하는 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재가 자외선 또는 열과 함께 압력을 인가 받아 형성될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 일실시예에 따르면 고굴절률 나노 구조체(240)는 고분자 안정제와 단량체로 구성된 바인더(242) 내에 복수의 나노 입자(242)가 분산된 구조를 갖고 있으며, 고분자 복제 몰드(220)의 나노 패턴에 따라 나노 패턴으로 형성될 수 있다.
- [0116] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 스핀 코팅 또는 드롭 캐스팅을 이용하여 고굴절률 나노 구조체를 제조할 수 있다.
- [0117] 따라서, 본 발명은 단일 공정(one-step)을 통해 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현할 수 있다.
- [0118] 또한, 본 발명은 고굴절률 나노입자를 이용하여 열 또는 자외선에 의해 경화되는 나노 구조체 형성 소재를 제시하고, 나노 구조체 형성 소재를 이용하여 나노 구조체를 형성하는 제조 방법을 제공할 수 있다.
- [0119] 또한, 본 발명은 고굴절률을 갖는 복수의 나노입자가 분산된 고굴절률 나노 구조체의 형성 소재를 단일 공정(one-step)을 통해 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현함에 따라 메타렌즈 또는 메타표면의 공정 단가를 감소시킬 수 있다.
- [0121] 도 3a 및 도 3b는 일실시예에 따른 고분자 복제 몰드의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0122] 도 3a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고굴절 나노구조체가 고분자 복제 몰드로부터 잘 이형되게 하기 위해, 고분자 복제 몰드에 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)를 형성시켜준다.
- [0123] 예를 들어, 기존의 액상 공정을 통한 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM) 코팅을 고분자 복제 몰드에 형성할 경우, 솔벤트(solvent)가 고분자 복제 몰드에 흡수되어 고분자 복제 몰드를 팽창시키거나 녹이기 때문에 고분자 복제 몰드에 복제된 나노 패턴에 손상이 생길 수 있다.
- [0124] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 이를 피하기 위해 기상 공정을 통한 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)을 고분자 복제 몰드의 표면에 코팅한다.
- [0125] 보다 구체적으로, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 도 1a 및 도 2a에서 설명된 고분자 복제 몰드(300)를 진공 챔버에 넣고, (tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyl)trichlorosilane (TFS)를 5 Torr의 기압에서 챔버 내에 증발시킨 뒤, 30분 동안 유지한다.
- [0126] 그 다음, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 2 Torr까지 진공도를 내리고, 탈이온수(Deionized water)를 증발시켜 10 Torr 기압에서 10분 동안 유지하여 기 증발된 (tridecafluoro-1,1,2,2-tetrahydrooctyl)trichlorosilane (TFS)와 반응시켜 고분자 복제 몰드(300)에 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)를 형성시켜준다. 여기서, 고분자 복제 몰드(300)는 고 중형비를 가질 수 있다.
- [0127] 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 고분자 복제 몰드(300)의 표면에너지를 더 낮추기 위해 상술한 과정의 사이클을 수회 더 진행할 수 있다.
- [0128] 도 3b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절률 나노 구조체 제조 방법은 자기조합단층박막(self-assembled monolayer, SAM)이 표면에 형성된 고분자 복제 몰드(310)를 형성한다.
- [0129] 일례로, 고분자 복제 몰드(310)의 표면(311)은 탈착 용이한 표면이 확보된 상태를 가질 수 있다.
- [0131] 도 4a 및 도 4b는 일실시예에 따른 고분자 복제 몰드의 표면 처리 없이 형성된 나노 구조체의 전자 현미경 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

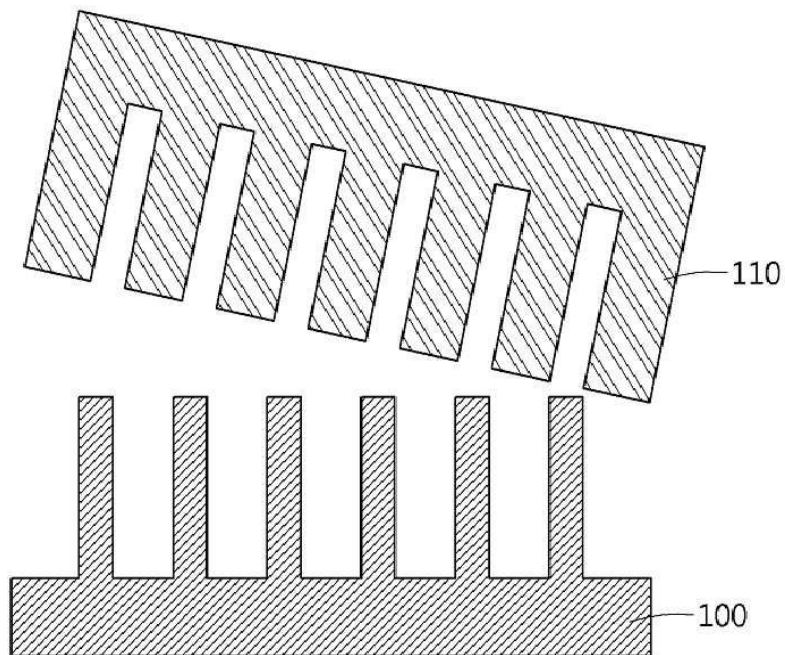
- [0132] 도 4a를 참고하면, 전자 현미경 이미지(400)는 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)이 형성되지 않은 고분자 복제 몰드를 이용하여 고굴절 나노 구조체의 형성 재료를 패터닝할 경우, 고분자 복제 몰드를 제거 후에 나노 구조체가 이형 되지 않은 영역이 존재하여 나노 구조체의 나노 패턴이 형성되지 않는 것을 나타낸다.
- [0133] 도 4b를 참고하면, 도 4b는 도 4a를 확대하여 예시하고, 전자 현미경 이미지(410)는 고분자 복제 몰드에 나노 구조체(411)와 나노 구조체가 이형되지 않은 영역(412)을 나타낸다.
- [0134] 즉, 고분자 복제 몰드의 표면 에너지 제어 없이 고분자 복제 몰드를 이용하여 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절 나노 구조체를 형성할 경우, 불규칙한 나노 패턴을 가지는 고굴절 나노 구조체가 형성될 수 있다.
- [0136] 도 5a 및 도 5b는 일실시예에 따른 고분자 복제 몰드의 표면 처리 후 형성된 고굴절 나노 구조체의 전자 현미경 이미지를 설명하기 위한 도면이다.
- [0137] 도 5a를 참고하면, 전자 현미경 이미지(500)는 자기조립단층박막(self-assembled monolayer, SAM)이 형성된 고분자 복제 몰드를 이용하여 고굴절 나노 구조체의 형성 재료를 패터닝할 경우를 예시한다.
- [0138] 전자 현미경 이미지(500)를 참고하면, 고굴절 나노 구조체(501)가 복수로 형성되어 나노 패턴을 형성하고 있다.
- [0139] 도 5b를 참고하면, 도 5b는 도 5a를 축소하여 예시하고, 전자 현미경 이미지(510)는 고굴절 나노 구조체(511)가 복수로 형성되어 나노 패턴을 형성하고 있음을 나타낸다.
- [0140] 즉, 표면 에너지 제어된 고분자 복제 몰드를 이용하여 본 발명의 일실시예에 따른 고굴절 나노 구조체를 형성할 경우, 고분자 복제 몰드의 나노 패턴을 따라 나노 패턴을 갖는 고굴절 나노 구조체가 형성될 수 있다.
- [0141] 따라서, 본 발명은 고굴절률을 갖는 나노 구조체를 구현함에 있어서, 고분자 복제 몰드의 표면 에너지를 제어함에 따라 고분자 복제 몰드의 나노 패턴 손상을 제거하고, 이형 없는 고굴절 나노 구조체를 제조할 수 있다.
- [0143] 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.
- [0144] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

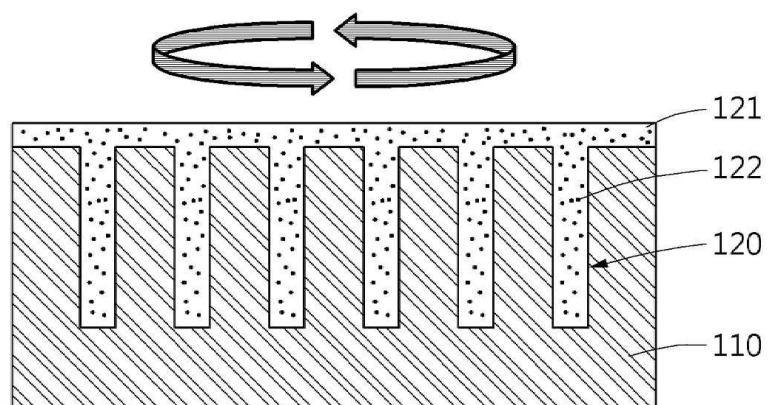
- [0146] 130: 기판
140: 고굴절 나노 구조체
141: 고분자 안정제
142: 나노입자

도면

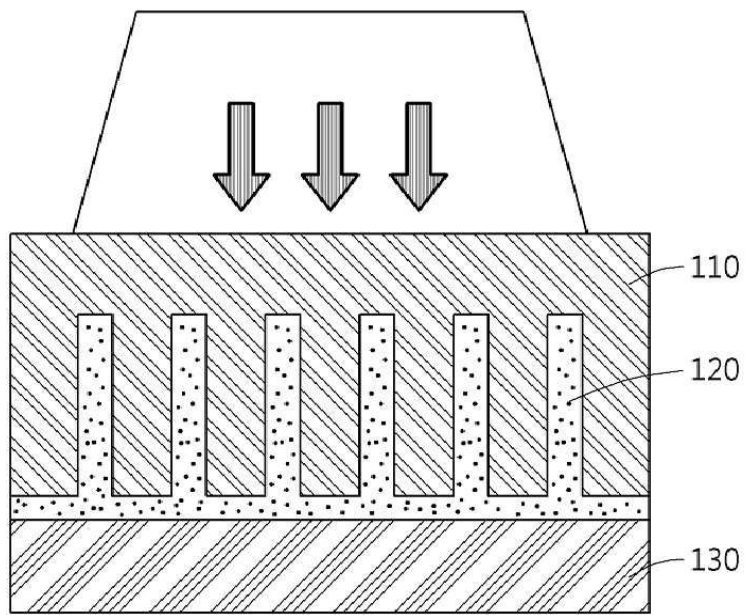
도면1a



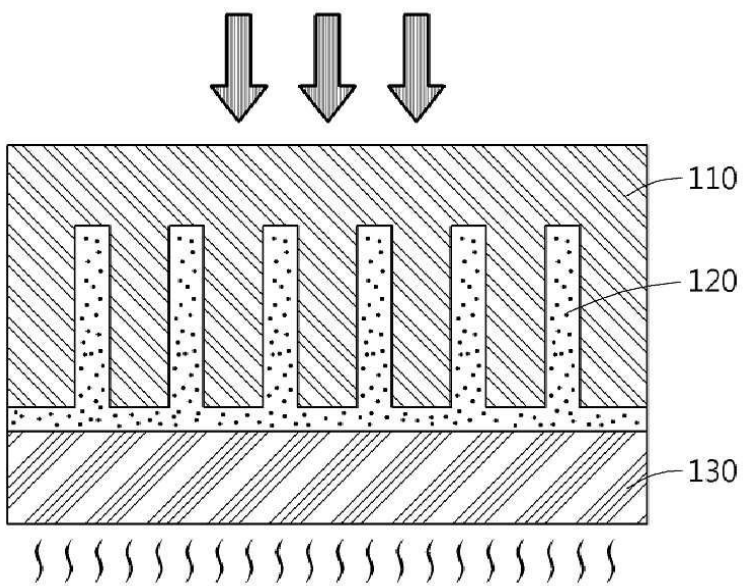
도면1b



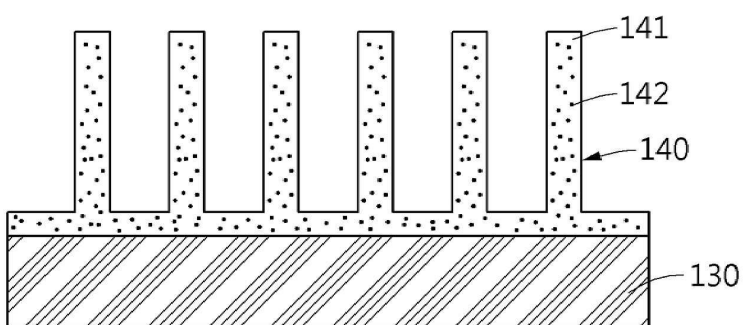
도면1c



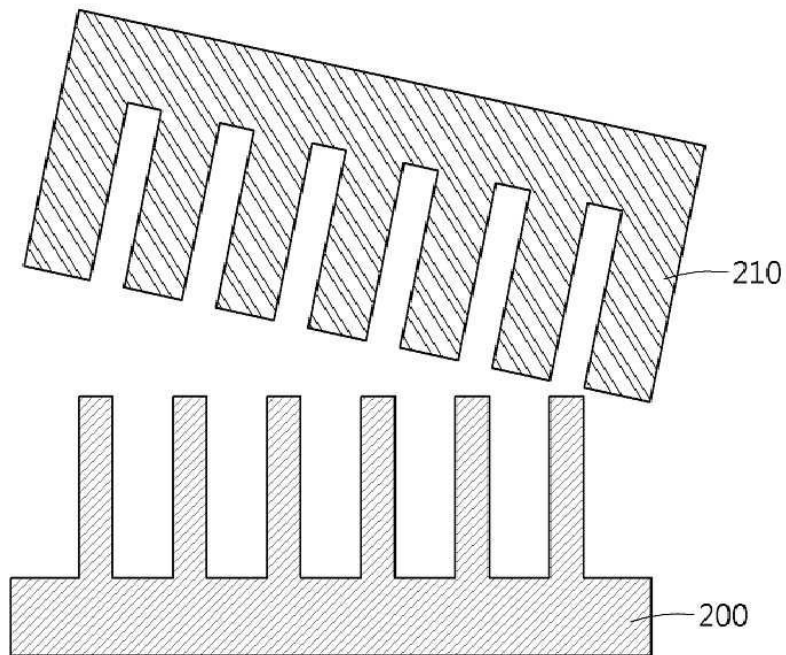
도면1d



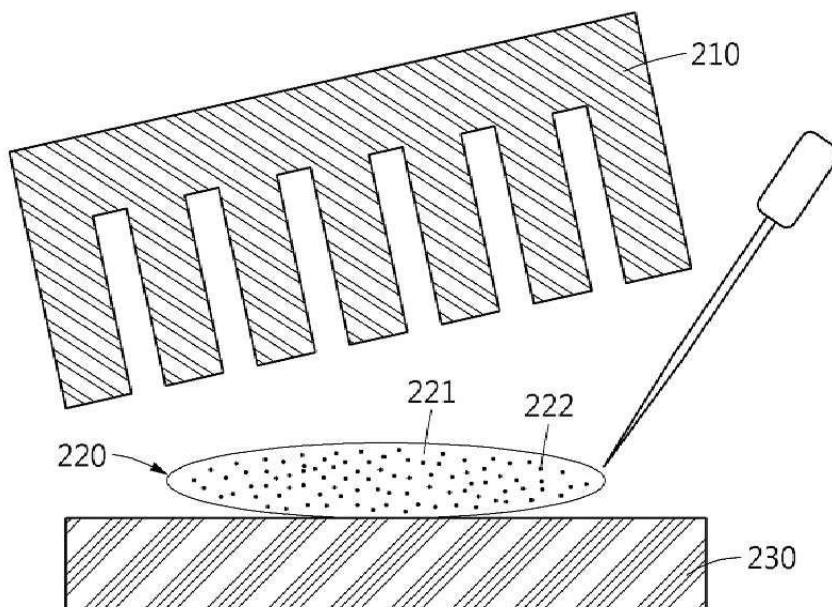
도면1e



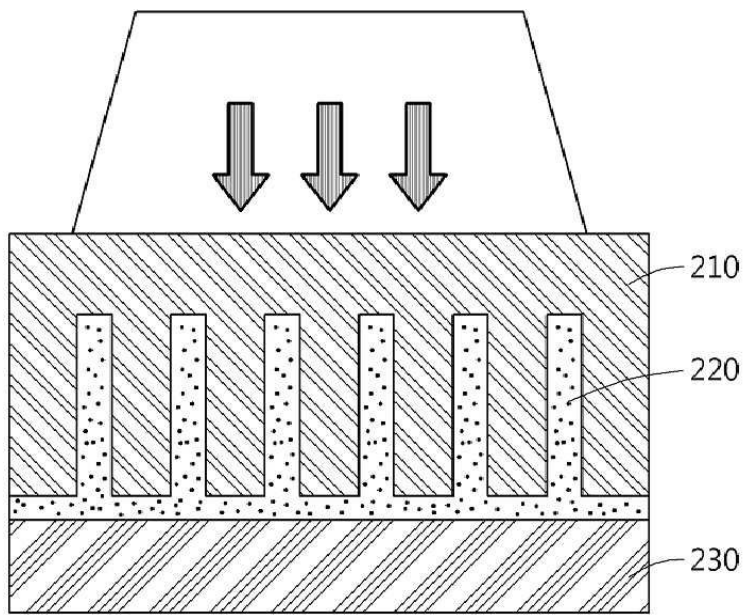
도면2a



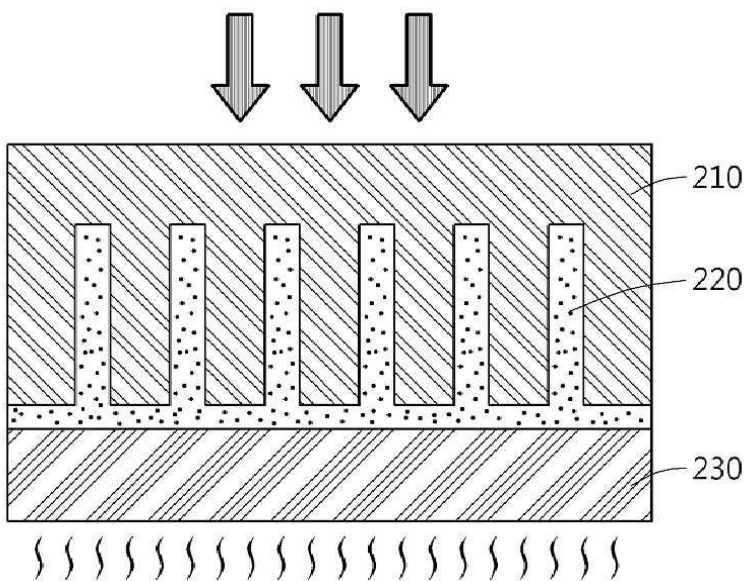
도면2b



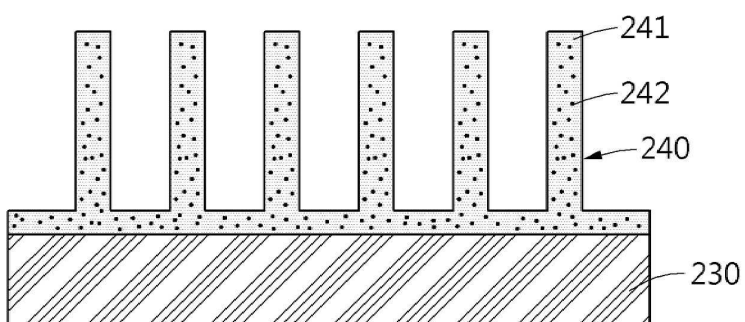
도면2c



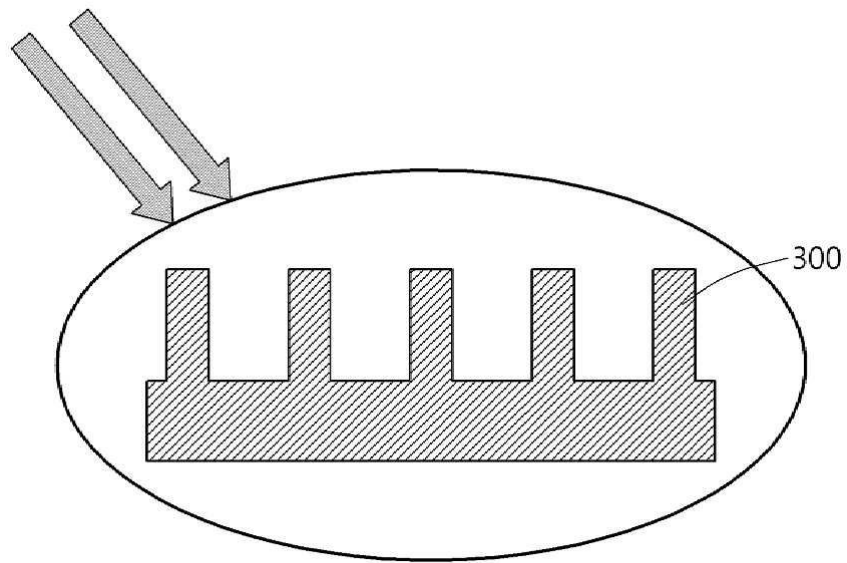
도면2d



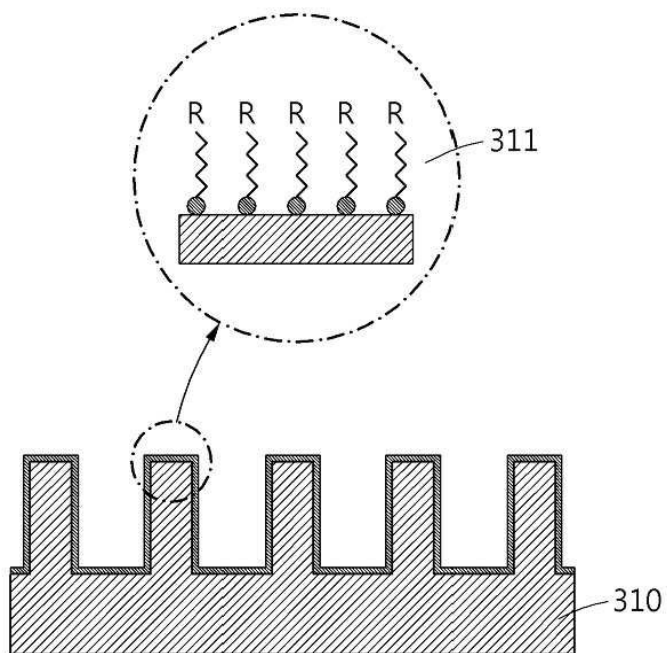
도면2e



도면3a

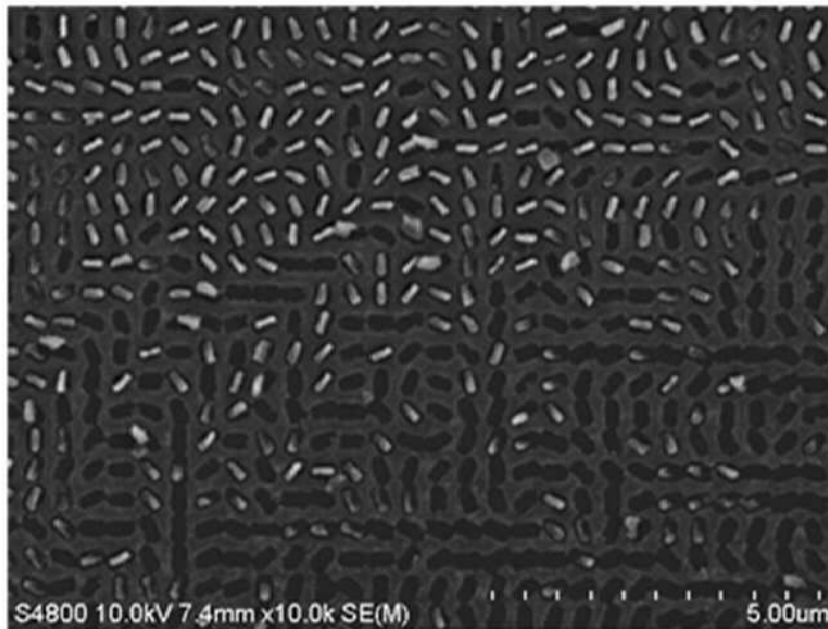


도면3b



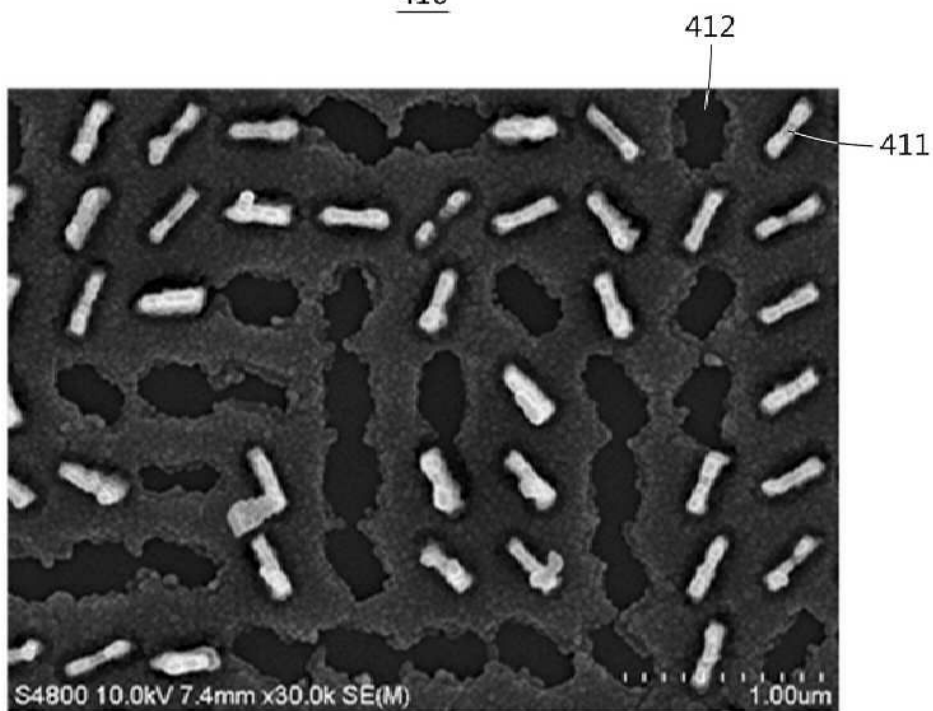
도면4a

400



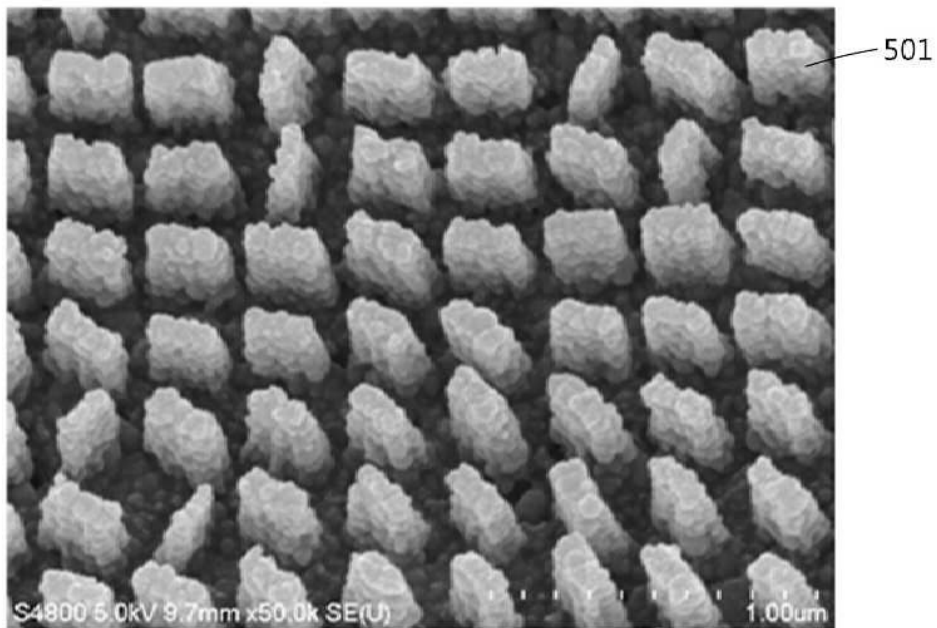
도면4b

410



도면5a

500



도면5b

510

