



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0136174
(43) 공개일자 2024년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G03F 7/0002 (2013.01)

G03F 7/0015 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0029537

(22) 출원일자 2023년03월06일

심사청구일자 2023년03월06일

(71) 출원인

국립부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

(72) 발명자

박윤익

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교 대연캠퍼스 공학1관 910호

박태완

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교 대연캠퍼스 공학1관 909호

강영립

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교 대연캠퍼스 공학1관 909호

(74) 대리인

박상열, 최내윤, 정우상

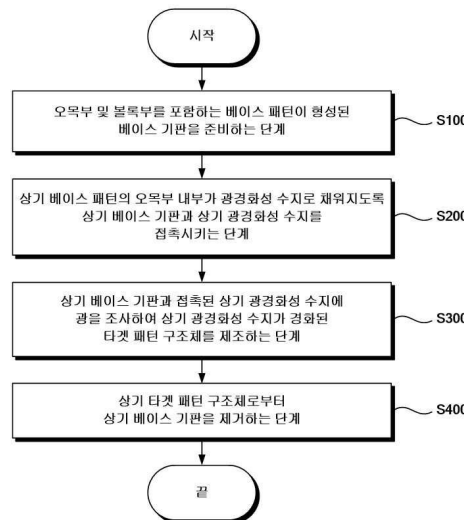
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 복합 리소그래피 공정 기반 나노스케일 패턴 제조 방법 및 패턴 제조 장치

(57) 요약

나노스케일 패턴 제조 방법이 제공된다. 상기 나노스케일 패턴 제조 방법은 오목부 및 볼록부를 포함하는 베이스 패턴이 형성된 베이스 기판을 준비하는 단계, 상기 베이스 패턴의 오목부 내부가 광경화성 수지로 채워지도록 상기 베이스 기판과 상기 광경화성 수지를 접촉시키는 단계, 상기 베이스 기판과 접촉된 상기 광경화성 수지에 광을 조사하여 상기 광경화성 수지가 경화된 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계, 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711131962
과제번호	2021R1A2C1004119
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업, 중견연구자지원사업
연구과제명	대면적 하이브리드 금속/세라믹 소재 비진공 저온 나노패터닝 기술 개발
기 여 율	50/100
과제수행기관명	부경대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2025.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711172922
과제번호	2022R1A4A1034312
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구사업, 기초연구실지원
연구과제명	3차원 적층 마이크로 연료전지 연구실
기 여 율	50/100
과제수행기관명	부산대학교
연구기간	2022.06.01 ~ 2025.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

오목부 및 볼록부를 포함하는 베이스 패턴이 형성된 베이스 기판을 준비하는 단계;

상기 베이스 패턴의 오목부 내부가 광경화성 수지로 채워지도록 상기 베이스 기판과 상기 광경화성 수지를 접촉시키는 단계;

상기 베이스 기판과 접촉된 상기 광경화성 수지에 광을 조사하여 상기 광경화성 수지가 경화된 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계; 및

상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계를 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 타겟 패턴 구조체는 타겟 패턴을 포함하되,

상기 타겟 패턴은 상기 베이스 패턴을 역상을 갖는 것을 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 타겟 패턴의 오목부는 상기 베이스 패턴의 볼록부와 대응되는 형상을 갖고, 상기 타겟 패턴의 볼록부는 상기 베이스 패턴의 오목부와 대응되는 형상을 갖는 것을 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 베이스 기판은 상기 베이스 패턴 상에 상기 베이스 패턴의 표면 프로파일을 따라 형성된 기능성 물질층을 더 포함하되,

상기 기능성 물질층은, 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판이 제거됨에 따라 상기 베이스 기판으로부터 상기 타겟 패턴 구조체로 전사되는 것을 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계는,

상기 베이스 기판과 상기 기능성 물질층 중 상기 베이스 기판만을 선택적으로 제거하는 것을 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 베이스 기판을 준비하는 단계는,

오목부 및 볼록부를 포함하는 마스터 패턴이 형성된 마스터 기판을 준비하는 단계;

상기 마스터 기판 상에 연성 물질을 제공하는 단계; 및

상기 연성 물질을 상기 마스터 기판으로부터 분리하여, 상기 마스터 패턴의 역상을 갖는 상기 베이스 패턴을 포함하는 상기 베이스 기판을 제조하는 단계를 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 마스터 기판을 준비하는 단계 이후 상기 마스터 기판 상에 연성 물질을 제공하는 단계 이전, 상기 마스터 기판에 소수성을 부여하는 전처리 단계를 더 포함하되,

상기 전처리 단계는,

상기 마스터 기판의 상기 마스터 패턴 상에 소수성 부여 물질을 코팅하는 단계; 및

상기 마스터 패턴 상에 코팅된 상기 소수성 부여 물질을 제거하여, 상기 마스터 패턴에 소수성을 부여하는 단계를 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 소수성 부여 물질은 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 베이스 기판을 제조하는 단계 이후,

상기 베이스 패턴 상에 기능성 물질을 코팅하는 단계를 더 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 10

제6 항에 있어서,

상기 연성 물질은 PMMA(Poly(methyl methacrylate))를 포함하는 나노스케일 패턴 제조 방법.

청구항 11

오목부 및 볼록부를 포함하는 베이스 패턴이 형성된 베이스 기판;

상기 베이스 기판이 안착되는 빌드 플랫폼;

상기 베이스 기판이 안착된 상기 빌드 플랫폼과 대향하여 배치되고, 광경화성 수지가 수용되는 탱크; 및

상기 광경화성 수지를 경화시키기 위한 광을 조사하는 광원을 포함하되,

상기 빌드 플랫폼은 상기 베이스 기판의 상기 베이스 패턴이 상기 광경화성 수지와 접촉되도록 이동시키고,

상기 베이스 패턴이 상기 광경화성 수지와 접촉된 상태에서 상기 광원을 통해 상기 광경화성 수지에 광을 조사하여, 상기 베이스 패턴의 역상을 갖는 타겟 패턴을 형성하는 것을 포함하는 나노스케일 패턴 제조 장치.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 타겟 패턴은 오목부 및 볼록부를 포함하되,

상기 타겟 패턴의 오목부의 폭 및 상기 타겟 패턴의 볼록부의 폭은 모두 나노(nano) 크기를 갖는 것을 포함하는 나노스케일 패턴 제조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복합 리소그래피 공정 기반 나노스케일 패턴 제조 방법 및 패턴 제조 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 광경화성 수지를 이용한 복합 리소그래피 공정 기반 나노스케일 패턴 제조 방법 및 패턴 제조 장치에 관련된 것이다.

배경 기술

[0002] 나노 구조체 공정기술은 기능성 나노 구조체를 대량으로 제작하거나, 이를 이용하여 코팅 또는 패터닝하여 다양한 기능성을 부여하는 공정기술 및 장비기술을 의미한다.

[0003] 스마트폰 및 태블릿 PC의 보급이 대중화되면서 핵심 부품인 애플리케이션 프로세서(application processor, AP), 디램(DRAM)과 낸드플래시 메모리(NAND)등의 반도체를 만들 수 있는 차세대 리소그래피 기술에 대한 관심이 커지고 있다. 현재 반도체 소자 및 나노 구조체의 대부분은 광리소그래피(Photolithography)라 부르는 노광 공정을 통하여 만들어지고 있다.

[0004] 광리소그래피를 통하여 만들 수 있는 미세 패턴의 크기는 공정에 사용되는 광원의 파장에 의해서 결정된다. 광원의 파장이 짧을수록 더욱 미세한 나노 패턴을 웨이퍼 위에 만들 수 있다. 현재 진행된 기술로는, 193nm의 파장을 가지는 ArF 리소그래피 기술에 액침기법을 더해 패터닝 한계를 30nm정도까지 끌어 올렸다.

[0005] 이러한 액침리소그래피 방법을 두 번 또는 세 번의 반복공정을 통하여 20nm이하의 회로 패턴을 만들 수 있다. 하지만 멀티 패터닝 공정은 반복되는 횟수에 비례해 생산시간이 길어지고 생산단가가 증가하게 되는 문제점을 가지고 있다.

[0006] 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 미세 패턴을 만들기 위한 다양한 기술들이 개발되고 있다. 예를 들어, 대한민국 특허 공개공보 10-2013-0032071(출원번호: 10-2011-0095754, 출원인: 주식회사 동진썬미켄)에는, 명세서의 화학식 1로 표시되는 반복단위 1 내지 99몰%, 및 명세서의 화학식 2로 표시되는 반복단위, 명세서의 화학식 3으로 표시되는 반복단위 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 반복단위를 1 내지 99몰% 포함하는 고분자; 2개 이상의 디아조나프토퀴논(DNQ)기를 포함하는 감광 성 화합물; 및 유기용매를 포함하는 I-선(line) 포토레지스트 조성물을 제공한다.

[0007] 이 밖에도, 미세 패턴을 형성하기 위한 다양한 기술들이 지속적으로 연구 개발되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 특허 공개공보: 10-2013-0032071

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 복합 리소그래피 공정 기반 나노스케일 패턴 제조 방법 및 패턴

제조 장치를 제공하는 데 있다.

- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 간소화된 방법으로 나노스케일 패턴을 제조할 수 있는 방법 및 나노스케일 패턴 제조 장치를 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 기존의 3D 프린팅 공정에 용이하게 적용할 수 있는 나노스케일 패턴 제조 방법 및 패턴 제조 장치를 제공하는 데 있다.
- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 대면적 양산이 용이한 나노스케일 패턴 제조 방법 및 패턴 제조 장치를 제공하는 데 있다.
- [0013] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 기술적 과제들을 해결하기 위하여, 본 발명은 나노스케일 패턴 제조 방법을 제공한다.
- [0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 나노스케일 패턴 제조 방법은, 오목부 및 볼록부를 포함하는 베이스 패턴이 형성된 베이스 기판을 준비하는 단계, 상기 베이스 패턴의 오목부 내부가 광경화성 수지로 채워지도록 상기 베이스 기판과 상기 광경화성 수지를 접촉시키는 단계, 상기 베이스 기판과 접촉된 상기 광경화성 수지에 광을 조사하여 상기 광경화성 수지가 경화된 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계, 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 패턴 구조체는 타겟 패턴을 포함하되, 상기 타겟 패턴은 상기 베이스 패턴을 역상을 갖는 것을 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 패턴의 오목부는 상기 베이스 패턴의 볼록부와 대응되는 형상을 갖고, 상기 타겟 패턴의 볼록부는 상기 베이스 패턴의 오목부와 대응되는 형상을 갖는 것을 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 기판은 상기 베이스 패턴 상에 상기 베이스 패턴의 표면 프로파일을 따라 형성된 기능성 물질층을 더 포함하되, 상기 기능성 물질층은, 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판이 제거됨에 따라 상기 베이스 기판으로부터 상기 타겟 패턴 구조체로 전사되는 것을 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계는, 상기 베이스 기판과 상기 기능성 물질층 중 상기 베이스 기판 만을 선택적으로 제거하는 것을 포함할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 기판을 준비하는 단계는, 오목부 및 볼록부를 포함하는 마스터 패턴이 형성된 마스터 기판을 준비하는 단계, 상기 마스터 기판 상에 연성 물질을 제공하는 단계, 및 상기 연성 물질을 상기 마스터 기판으로부터 분리하여, 상기 마스터 패턴의 역상을 갖는 상기 베이스 패턴을 포함하는 상기 베이스 기판을 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 기판을 준비하는 단계 이후 상기 마스터 기판 상에 연성 물질을 제공하는 단계 이전, 상기 마스터 기판에 소수성을 부여하는 전처리 단계를 더 포함하되, 상기 전처리 단계는, 상기 마스터 기판의 상기 마스터 패턴 상에 소수성 부여 물질을 코팅하는 단계, 및 상기 마스터 패턴 상에 코팅된 상기 소수성 부여 물질을 제거하여, 상기 마스터 패턴에 소수성을 부여하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 소수성 부여 물질은 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 포함할 수 있다.
- [0023] 일 실시 예에 따르면, 상기 나노스케일 패턴 제조 방법은, 상기 베이스 기판을 제조하는 단계 이후, 상기 베이스 패턴 상에 기능성 물질을 코팅하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 연성 물질은 PMMA(Poly(methyl methacrylate))를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 기술적 과제들을 해결하기 위하여, 본 발명은 나노스케일 패턴 제조 장치를 제공한다.
- [0027] 일 실시 예에 따르면, 상기 나노스케일 패턴 제조 장치는 오목부 및 볼록부를 포함하는 베이스 패턴이 형성된 베이스 기판, 상기 베이스 기판이 안착되는 빌드 플랫폼, 상기 베이스 기판이 안착된 상기 빌드 플랫폼과 대향하여 배치되고, 광경화성 수지가 수용되는 탱크, 및 상기 광경화성 수지를 경화시키기 위한 광을 조사하는 광원을 포함하되, 상기 빌드 플랫폼은 상기 베이스 기판의 상기 베이스 패턴이 상기 광경화성 수지와 접촉되도록 이

동시키고, 상기 베이스 패턴이 상기 광경화성 수지와 접촉된 상태에서 상기 광원을 통해 상기 광경화성 수지에 광을 조사하여, 상기 베이스 패턴의 역상을 갖는 타겟 패턴을 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[0028]

일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 패턴은 오목부 및 볼록부를 포함하되, 상기 타겟 패턴의 오목부의 폭 및 상기 타겟 패턴의 볼록부의 폭은 모두 나노(nano) 크기를 갖는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029]

본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은 오목부 및 볼록부를 포함하는 베이스 패턴이 형성된 베이스 기판을 준비하는 단계, 상기 베이스 패턴의 오목부 내부가 광경화성 수지로 채워지도록 상기 베이스 기판과 상기 광경화성 수지를 접촉시키는 단계, 상기 베이스 기판과 접촉된 상기 광경화성 수지에 광을 조사하여 상기 광경화성 수지가 경화된 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계, 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 이에 따라, 간소화된 방법으로 나노스케일을 갖는 패턴이 용이하게 제조될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030]

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S100 단계를 구체적으로 설명하기 위한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S110 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S120 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S130 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S140 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S150 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S200 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 11 및 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S300 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S400 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 본 발명의 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S160 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 타겟 패턴 구조체의 엣지 부분이 붕괴된 상태와 선명하게 형성된 상태를 비교하기 위한 도면이다.

도 16은 본 발명의 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S310 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 본 발명의 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 18은 본 발명의 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S200 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 19는 본 발명의 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법에 사용되는 베이스 기판을 설명하기 위한 도면이다.

도 20은 본 발명의 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 21 및 도 22는 본 발명의 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 23은 본 발명의 제7 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 24는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 각 단계들을 촬영한 사진이다.

도 25는 종래의 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴과 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 적용된 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴을 비교하는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0032] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0033] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다.
- [0034] 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0035] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0036] 또한, 하기에 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0038] **실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법**
- [0039] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0040] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은 베이스 기판을 준비하는 단계(S100), 상기 베이스 기판과 광경화성 수지를 접촉시키는 단계(S200), 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계(S300), 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 이하, 각 단계에 대해 설명된다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S100 단계를 구체적으로 설명하기 위한 순서도이고, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S110 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S120 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S130 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S140 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S150 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 도 2 및 도 3을 참조하면, 마스터 패턴을 포함하는 마스터 기판(100)이 준비될 수 있다(S110). 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 패턴은 오목부(100a) 및 볼록부(100b)를 포함하는 요철형태일 수 있다. 상기 마스터 패턴의 형태는 제한되지 않는다.
- [0043] 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 기판(100)은, 실리콘 기판, 화합물 반도체 기판, 플라스틱 기판, 유리 기판 등이 사용될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 패턴은, 광리소그래피(photolithography), 분자 자기조립(self-assembly), 이빔(electron beam) 리소그래피, 딥펜(dip-pen) 리소그래피, 나노임프린트, 패턴전사프린팅, 레이저 공정 기술 등으로 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 마스터 패턴은, Si, SiO₂/Si, 금속 등 Hard한 소재를 포함하며, 그 형태는 라인, 닷, 메쉬, 링, 홀, 사각형, 다이아몬드, 지그재그, 다각형 등 선과 점으로 이루어진 리소그래피 또는 분자자기조립을 통하여 형성이 가능한 모든 형상을 포함한다. 또한, 그 패턴의 크기는 10나노부터 100마이크로까지 가능하다.
- [0044] 도 2 및 도 4를 참조하면, 상기 마스터 기판(100)에 소수성을 부여하는 전처리 단계가 수행될 수 있다(S120). 일 실시 예에 따르면, 상기 전처리 단계는 상기 마스터 기판(100)의 상기 마스터 패턴 상에 소수성 부여 물질

(PM)을 코팅하는 단계, 및 상기 마스터 패턴 상에 코팅된 상기 소수성 부여 물질(PM)을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 소수성 물질은 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 포함할 수 있다. 즉, 상기 마스터 기판(100)의 상기 마스터 패턴 상에 PDMS를 코팅한 후 제거함으로써, 상기 마스터 기판(100)에 소수성이 부여될 수 있다. 이로 인해, 후술되는 연성 물질이 상기 마스터 기판(100)으로부터 용이하게 분리될 수 있다. 이와 달리, 상기 전처리 단계 없이 후술되는 연성 물질 제공 단계 및 연성 물질을 상기 마스터 기판(100)으로부터 분리하는 단계가 수행되는 경우, 연성 물질이 상기 마스터 기판(100)에 접촉되어 분리되지 않는 문제점이 발생할 수 있다.

[0045] 도 2 및 도 5를 참조하면, 소수성이 부여된 상기 마스터 기판(100) 상에 연성 물질(SM)이 제공될 수 있다(S130). 또한, 상기 마스터 기판(100) 상에 제공된 상기 연성 물질(SM)이 경화될 수 있다. 상기 연성 물질(SM)은 경화되어, 후술되는 베이스 기판(200)으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 연성 물질(SM)은 스핀 코팅(spin coating) 방법으로 제공될 수 있다. 상기 연성 물질의 제공 방법은 제한되지 않는다.

[0046] 일 실시 예에 따르면, 상기 연성 물질은 PMMA(Poly(methyl methacrylate))를 포함할 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 연성 물질은 PS(polystyrene), PVP(polyvinylpyrrolidone), P2VP(poly 2-vinyl pyridine), P4VP(poly 4-vinyl pyridine), PS-PDMS(polystyrene-polydimethylsiloxane), PDMS-P4VP(polydimethylsiloxane-poly 4-vinyl pyridine), PVDF-TrF(polyvinylidenefluoride-trifluoroethylene) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0047] 도 6 및 도 7을 참조하면, 경화된 상기 연성 물질(SM)이 상기 마스터 기판(100)으로부터 분리될 수 있다. 이에 따라, 베이스 기판(200)이 제조될 수 있다. 즉, 상기 베이스 기판(200)은 경화된 상기 연성 물질(SM)로 정의될 수 있다.

[0048] 상기 베이스 기판(200)은 상기 마스터 패턴의 역상을 갖는 베이스 패턴을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 베이스 패턴 또한 오목부(200a) 및 볼록부(200b)를 포함하되, 상기 베이스 패턴의 오목부(200a)는 상기 마스터 패턴의 볼록부(100b)와 대응되는 형상을 갖는 반면, 상기 베이스 패턴의 볼록부(200b)는 상기 마스터 패턴의 오목부(100a)와 대응되는 형상을 가질 수 있다.

[0049] 일 실시 예에 따르면, 상기 연성 물질(SM)이 상기 마스터 기판(100)으로부터 분리되기 전, 상기 연성 물질(SM)이 제공된 상기 마스터 기판(100)은 자외선 조사와 함께 열처리될 수 있다. 이에 따라, 상기 연성 물질(SM)은, 상기 마스터 패턴의 역상으로 용이하게 변형될 수 있다.

[0050] 일 실시 예에 따르면, 상기 연성 물질(SM)은, 접착 필름(adhesive film, 120)을 사용하여 분리될 수 있다. 구체적으로, 도 6에 도시된 바와 같이, 경화된 상기 연성 물질(SM)의 하부면에 접착 필름(120)을 부착한 후, 접착 필름(120)을 상기 마스터 기판(100)으로부터 떼어 내는 방법으로, 상기 연성 물질(SM)을 상기 마스터 기판(100)으로부터 분리할 수 있다.

[0051] 도 2 및 도 8을 참조하면, 상기 베이스 기판(200)의 상기 베이스 패턴 상에 기능성 물질이 코팅될 수 있다(S150). 이에 따라, 상기 베이스 패턴 상에 기능성 물질층(210)이 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 기능성 물질층(210)은, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 베이스 패턴의 표면 프로파일을 따라 형성될 수 있다. 즉, 상기 기능성 물질층(210)은 상기 베이스 패턴을 콘포말하게(conformally) 덮도록 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 기능성 물질은 금속을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 기능성 물질은 백금(Pt)을 포함할 수 있다.

[0052] 이상, 도 2 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S100 단계가 구체적으로 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S200 단계, S300 단계, 및 S400 단계가 설명된다.

[0053] 도 9 및 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S200 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 11 및 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S300 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S400 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0054] 도 9 및 도 10을 참조하면, 상기 S100 단계를 통해 제조된 상기 베이스 기판(200)과 광경화성 수지(PP)를 접촉시킬 수 있다(S200). 보다 구체적으로, 상기 베이스 패턴의 오목부(200a) 내부가 상기 광경화성 수지로 채워지도록 상기 베이스 기판(200)과 상기 광경화성 수지(PP)가 접촉될 수 있다. 이 경우, 상기 기능성 물질층(210) 또한 상기 광경화성 수지(PP)와 접촉될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 광경화성 수지(PP)는 포토폴리머

(Photopolymer)를 포함할 수 있다.

- [0055] 도 11 및 도 12를 참조하면, 상기 베이스 기판(200)과 접촉된 상기 광경화성 수지(PP)에 광(L)을 조사할 수 있다. 이에 따라, 상기 광경화성 수지(PP)가 경화된 타겟 패턴 구조체(300)를 제조할 수 있다(S300).
- [0056] 상기 타겟 패턴 구조체(300)는 상기 베이스 패턴의 역상을 갖는 타겟 패턴을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 타겟 패턴 또한 오목부(300a) 및 볼록부(300b)를 포함하되, 상기 타겟 패턴의 오목부(300a)는 상기 베이스 패턴의 볼록부(200b)와 대응되는 형상을 갖는 반면, 상기 타겟 패턴의 볼록부(300b)는 상기 베이스 패턴의 오목부(200a)와 대응되는 형상을 가질 수 있다.
- [0057] 도 13을 참조하면, 상기 타겟 패턴 구조체(300)로부터 상기 베이스 기판(200)이 제거될 수 있다(S400). 상기 베이스 기판(200)이 제거된 상기 타겟 패턴 구조체(300)는 UV 조사 또는 열처리를 통해 경화될 수 있다.
- [0058] 상술된 바와 같이, 상기 마스터 패턴의 크기가 나노 스케일을 가질 수 있으므로, 상기 타겟 패턴 구조체(300)의 타겟 패턴 또한 나노 스케일을 가질 수 있다. 결과적으로, 상기 S100 단계 내지 S400 단계를 통해 나노 스케일을 갖는 패턴이 용이하게 제조될 수 있다.
- [0059] 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 패턴 구조체(300)로부터 상기 베이스 기판(200)이 제거되기 전, 상기 베이스 기판(200)의 하부면에 부착된 접착 필름(120)이 먼저 제거될 수 있다. 이후, 상기 타겟 패턴 구조체(300)로부터 상기 베이스 기판(200)이 제거되되, 상기 베이스 기판(200)과 상기 기능성 물질층(210) 중 상기 베이스 기판(200)만이 선택적으로 제거될 수 있다. 이에 따라, 상기 기능성 물질층(210)은 상기 베이스 기판(200)으로부터 상기 타겟 패턴 구조체(300)로 전사될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법을 설명함에 있어, 상기 베이스 패턴 상에 상기 기능성 물질층(210)이 형성되고, 상기 기능성 물질층(210)이 상기 베이스 기판(200)으로부터 상기 타겟 패턴 구조체(300)로 전사되는 것으로 설명되었으나, 상기 기능성 물질층(210)은 생략될 수 있다. 즉, 상기 기능성 물질층(210) 없이 상기 베이스 기판(200)으로부터 상기 타겟 패턴 구조체(300)가 제조될 수 있다.
- [0061] 일 실시 예에 따르면, 상기 나노스케일 패턴 제조 방법은, SLA(Stereo Lithography Apparatus) 3D 프린팅 방법에 적용될 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 나노스케일 패턴 제조 방법은, FDM(Fused Deposition Modeling) 3D 프린팅 방법, DLP(Digital Light Processing) 3D 프린팅 방법, SLS(Selective Laser Sintering) 3D 프린팅 방법, LOM(Laminating Object Manufacturing) 3D 프린팅 방법, 및 폴리젯(Polyjet) 3D 프린팅 방법 중 어느 하나의 방법에 적용될 수 있다. 상기 나노스케일 패턴 제조 방법이 적용될 수 있는 3D 프린팅 방법은 제한되지 않는다. 구체적으로, 상기 나노스케일 패턴 제조 방법에 사용되는 베이스 기판이 3D 프린팅 과정에 사용되는 빌드 플랫폼에 부착됨으로써, 상술된 3D 프린팅 방법들을 통해 나노스케일을 갖는 패턴이 용이하게 제조될 수 있다.
- [0063] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 장치가 설명된다.
- [0064] **실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 장치**
- [0065] 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 장치는, 베이스 기판, 빌드 플랫폼, 탱크, 및 광원을 포함할 수 있다. 이하, 각 구성에 대해 설명된다.
- [0066] 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 기판은, 도 2 내지 도 8을 참조하여 설명된 방법으로 제조된 상기 베이스 기판과 같을 수 있다. 이에 따라, 구체적인 설명은 생략된다.
- [0067] 상기 빌드 플랫폼은 상기 나노스케일 패턴 제조 장치를 통해 제조되는 패턴을 지지하기 위한 것으로서, 상기 빌드 플랫폼에는 상기 베이스 기판이 안착될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 빌드 플랫폼은 SLA(Stereo Lithography Apparatus) 3D 프린팅 방법에 사용되는 빌드 플랫폼일 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 빌드 플랫폼은 FDM(Fused Deposition Modeling) 3D 프린팅 방법, DLP(Digital Light Processing) 3D 프린팅 방법, SLS(Selective Laser Sintering) 3D 프린팅 방법, LOM(Laminating Object Manufacturing) 3D 프린팅 방법, 및 폴리젯(Polyjet) 3D 프린팅 방법 중 어느 하나의 방법에 사용되는 빌드 플랫폼일 수 있다.
- [0068] 상기 탱크는 광경화성 수지를 수용할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 광경화성 수지는 포토폴리머(Photopolymer)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 탱크는 상기 베이스 기판이 안착된 상기 빌드 플

랫폼과 대향하도록 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 탱크에 수용된 광경화성 수지가 상기 베이스 기판에 안착된 상기 빌드 플랫폼과 마주보도록 배치될 수 있다.

[0069] 상기 광원은 상기 광경화성 수지를 경화시키기 위한 광을 조사할 수 있다. 예를 들어, 상기 광은 레이저(Laser)를 포함할 수 있다. 상기 광원으로부터 조사되는 상기 광의 종류는 제한되지 않는다.

[0070] 상기 빌드 플랫폼은 상기 베이스 기판의 상기 베이스 패턴이 상기 광경화성 수지와 접촉되도록 상기 베이스 기판을 이동시킬 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 베이스 패턴의 오목부 내부가 상기 광경화성 수지로 채워지도록 상기 베이스 기판을 이동시킬 수 있다.

[0071] 상기 베이스 패턴이 상기 광경화성 수지와 접촉된 상태에서 상기 광원을 통해 상기 광경화성 수지에 광을 조사할 수 있다. 이에 따라, 상기 광경화성 수지가 경화되어, 상기 베이스 패턴의 역상을 갖는 타겟 패턴이 형성될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 패턴은 오목부 및 볼록부를 포함하되, 상기 타겟 패턴의 오목부는 상기 베이스 패턴의 볼록부와 대응되는 형상을 갖는 반면, 상기 타겟 패턴의 볼록부는 상기 베이스 패턴의 오목부와 대응되는 형상을 가질 수 있다. 또한, 상기 타겟 패턴의 오목부의 폭 및 상기 타겟 패턴의 볼록부의 폭은 모두 나노(nano) 크기를 가질 수 있다.

[0073] 이상, 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 장치가 설명되었다. 이하, 본 발명의 변형 예들에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 설명된다.

[0074] 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0075] 본 발명의 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 베이스 기판을 준비하는 단계(S100), 상기 베이스 기판과 광경화성 수지를 접촉시키는 단계(S200), 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계(S300), 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 상기 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계 내지 S400 단계는, 도 1 내지 도 13을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계 내지 S400 단계와 같을 수 있다.

[0076] 다만, 상기 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 비교하여 S100 단계가 다를 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S100 단계는, 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S100 단계와 비교하여 S150 단계 이후 S160 단계가 더 수행되는 차이점이 있다. 이하, 상기 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S160 단계가 구체적으로 설명된다.

[0077] 도 14는 본 발명의 제1 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S160 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 15는 타겟 패턴 구조체의 엣지 부분이 붕괴된 상태와 선명하게 형성된 상태를 비교하기 위한 도면이다.

[0078] 도 14를 참조하면, 상기 S160 단계에서는, 상기 기능성 물질층(210)에 소수성이 부여될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 기능성 물질층(210)에 소수성을 부여하는 단계(S160)는, 상기 기능성 물질층(210) 상에 소수성 부여 물질(PM)을 코팅하는 단계, 및 상기 기능성 물질층(210) 상에 코팅된 상기 소수성 부여 물질(PM)을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 소수성 물질은 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 포함할 수 있다. 즉, 상기 기능성 물질층(210) 상에 PDMS를 코팅한 후 제거함으로써, 상기 기능성 물질층(210)에 소수성이 부여될 수 있다. 이로 인해, 상기 베이스 기판(200)과 광경화성 수지(PP)를 통해 제조되는 타겟 패턴 구조체(300)의 엣지 부분은, 도 15의 (a)에 도시된 바와 같이 같이 붕괴되지 않고, 도 15의 (b)에 도시된 바와 같이 더욱 선명하게 형성될 수 있다.

[0079] 또한, 도시되지 않았지만, 상기 기능성 물질층(210)이 생략된 경우, 상기 S160 단계에서는 상기 베이스 패턴 상에 PDMS를 코팅한 후 제거함으로써, 상기 베이스 패턴에 소수성이 부여될 수 있다. 이로 인해, 상기 베이스 기판(200)과 광경화성 수지(PP)를 통해 제조되는 타겟 패턴 구조체(300)의 엣지 부분이 붕괴되지 않고 더욱 선명하게 형성될 수 있다.

[0080] 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0081] 본 발명의 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 베이스 기판을 준비하는 단계(S100), 상기 베이스 기판과 광경화성 수지를 접촉시키는 단계(S200), 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계(S300), 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일

패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계, S200 단계, 및 S400 단계는, 도 1 내지 도 13을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계, S200 단계, 및 S400 단계와 같을 수 있다.

[0082] 즉, 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 비교하여 S300 단계가 다를 수 있다. 이하, 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S300 단계가 구체적으로 설명된다.

[0083] 도 16은 본 발명의 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S310 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 17은 본 발명의 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0084] 도 15 및 도 16을 참조하면, 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S300 단계에서는 상기 베이스 기판(200)과 접촉된 상기 광경화성 수지(PP)에 광을 조사하여 상기 광경화성 수지가 경화된 타겟 패턴 구조체를 제조하되, 1차 경화 단계(S310) 및 2차 경화 단계(S32)를 통해 타겟 패턴 구조체를 제조할 수 있다.

[0085] 상기 1차 경화 단계(S310)에서는, 상기 베이스 기판(200)과 접촉된 상기 광경화성 수지(PP)에 제1 광(L_1)을 조사할 수 있다. 상기 제1 광(L_1)은 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S300 단계에서 조사되는 광(L)보다 강도(Intensity)가 약할 수 있다. 또한, 상기 1차 경화 단계(S310)에서 상기 제1 광(L_1)이 조사되는 시간은 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S300 단계에서 상기 광(L)이 조사되는 시간보다 짧을 수 있다. 이에 따라, 상기 1차 경화 단계(S310)에서는 상기 광경화성 수지의 경화가 충분히 이루어지지 않을 수 있다.

[0086] 상기 1차 경화 단계(S310)이후, 상기 2차 경화 단계(S320)에서는 상기 광경화성 수지(PP)에 압력을 인가하며 제2 광(L_2)을 조사할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 2차 경화 단계(S320)에서는 상기 베이스 기판(200)과 상기 광경화성 수지(PP)가 접촉된 구조체를 유리 기판(S)과 롤러(R) 사이에 배치한 후, 상기 롤러(R)를 통해 압력을 인가하며 상기 제2 광(L_2)을 조사할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 광(L_2)의 세기는 상기 제1 광(L_1)의 세기보다 강할 수 있다. 또한, 상기 제2 광(L_2)의 조사 시간은 상기 제1 광(L_1)의 조사 시간보다 길 수 있다. 상기 2차 경화 단계(S320)를 통해 상기 광경화성 수지(PP)의 경화가 모두 이루어질 수 있다. 이에 따라, 상기 타겟 패턴 구조체(300)가 제조될 수 있다.

[0087] 즉, 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S300 단계는, 상기 1차 경화 단계(S310)를 통해 상기 광경화성 수지(PP)를 일정 부분 경화시킨 후, 상기 2차 경화 단계(S320)를 통해 상기 광경화성 수지(PP)를 완전히 경화시킴으로써 상기 타겟 패턴 구조체(300)를 제조할 수 있다. 이로 인해, 상기 타겟 패턴 구조체(300)의 엣지 부분이 붕괴되지 않고 더욱 선명하게 형성될 수 있다.

[0088] 구체적으로, 한번의 광 조사를 통해 상기 타겟 패턴 구조체(300)가 제조되는 경우, 상기 광경화성 수지(PP)의 수축으로 인하여 상기 타겟 패턴 구조체(300)의 엣지 부분이 붕괴되는 문제점이 발생될 수 있다.

[0089] 하지만, 상술된 바와 같이, 상기 1차 경화 단계(S310)를 통해 상기 광경화성 수지(PP)를 일정 부분만 경화시킨 상태에서, 상기 2차 경화 단계(S320)를 통해 상기 광경화성 수지(PP)에 압력을 인가하며 완전히 경화시키는 경우, 상기 광경화성 수지(PP)의 수축으로 인한 문제점이 해결될 수 있으므로, 상기 타겟 패턴 구조체(300)의 엣지 부분이 붕괴되지 않고 더욱 선명하게 형성될 수 있다.

[0090] 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0091] 본 발명의 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 베이스 기판을 준비하는 단계(S100), 상기 베이스 기판과 광경화성 수지를 접촉시키는 단계(S200), 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계(S300), 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 상기 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계, S300 단계, 및 S400 단계는, 도 1 내지 도 13을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계, S300 단계, 및 S400 단계와 같을 수 있다.

[0092] 즉, 상기 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 비교하여 S200 단계가 다를 수 있다. 이하, 상기 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S200 단계가 구체적으로 설명된다.

[0093] 도 18은 본 발명의 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S200 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0094] 도 18을 참조하면, 상기 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S200 단계에서는, 상기 베이스 기판

(200)과 상기 광경화성 수지(PP)가 접촉되기 전, 상기 광경화성 수지(PP)에 광(L)이 조사될 수 있다. 다만, 상기 S200 단계에서 조사되는 광(L)의 세기는 상기 S300 단계에서 조사되는 광(L)의 세기보다 약할 수 있다. 또한, 상기 S200 단계에의 광(L) 조사 시간은 상기 S300 단계에서의 광(L) 조사 시간 보다 짧을 수 있다. 이에 따라, 상기 S200 단계에서는 상기 광경화성 수지의 경화가 충분히 이루어지지 않고 일정 부분만 경화될 수 있다. 이후, 상기 S300 단계를 통해 상기 광경화성 수지의 경화가 모두 이루어 질 수 있다.

[0095] 즉, 상기 제3 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은 S200 단계를 통해 상기 광경화성 수지(PP)를 1차적으로 경화시킨 후, 상기 S300 단계를 통해 상기 광경화성 수지(PP)를 모두 경화시킬 수 있다. 이 경우, 일정 부분 경화된 상기 광경화성 수지(PP)가 다시 경화됨으로, 상기 광경화성 수지(PP)의 수축이 상대적으로 적게 발생될 수 있다. 이로 인해, 상기 타겟 패턴 구조체(300)의 엣지 부분이 붕괴되지 않고 더욱 선명하게 형성될 수 있다.

[0096] 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0097] 본 발명의 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 베이스 기판을 준비하는 단계(S100), 상기 베이스 기판과 광경화성 수지를 접촉시키는 단계(S200), 타겟 패턴 구조체를 제조하는 단계(S300), 및 상기 타겟 패턴 구조체로부터 상기 베이스 기판을 제거하는 단계(S400)를 포함할 수 있다. 상기 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계 내지 S400 단계는, 도 1 내지 도 13을 참조하여 설명된 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 포함하는 S100 단계 내지 S400 단계와 같을 수 있다.

[0098] 다만, 상기 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은 상기 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 비교하여 타겟 패턴 구조체의 제조에 사용되는 베이스 기판이 다를 수 있다. 이하, 상기 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법에 사용되는 베이스 기판이 설명된다.

[0099] 도 19는 본 발명의 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법에 사용되는 베이스 기판을 설명하기 위한 도면이다.

[0100] 도 19를 참조하면, 상기 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법에 사용되는 베이스 기판은 패턴의 폭이 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 도 19의 (a)에 도시된 바와 같이 하나의 베이스 기판(200)에 복수의 패턴들이 서로 다른 폭(W_1 , W_2 , W_3)을 갖도록 형성될 수 있다. 이와 달리, 다른 예를 들어, 도 19의 (b)에 도시된 바와 같이, 제1 폭(W_1)을 갖는 베이스 패턴이 형성된 제1 베이스 기판(210)과 제1 폭(W_1)보다 넓은 제2 폭(W_2)을 갖는 베이스 패턴이 형성된 제2 베이스 기판(220)이 나란히 연결되도록 빌드 플랫폼에 부착되어 사용될 수 있다.

[0101] 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0102] 본 발명의 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 도 15 및 도 16을 참조하여 설명된 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 같을 수 있다. 또한, 상기 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 도 19를 참조하여 설명된 상기 제4 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 베이스 기판이 적용될 수 있다.

[0103] 즉, 상기 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 1차 경화 단계(S310) 및 2차 경화 단계(S320)를 통해 타겟 패턴 구조체가 제조되되, 패턴 폭이 서로 다르게 형성된 베이스 기판이 사용될 수 있다. 이하, 상기 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계가 구체적으로 설명된다.

[0104] 도 20은 본 발명의 제5 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법 중 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0105] 도 20을 참조하면, 상기 베이스 기판(200)과 상기 광경화성 수지(PP)가 접촉된 구조체를 유리 기판(S)과 롤러(R) 사이에 배치한 후, 상기 롤러(R)를 통해 압력을 인가하며 광을 조사하되, 상기 베이스 기판(200)의 패턴 폭에 따라 상기 롤러(R)를 통해 인가되는 압력의 크기가 달라질 수 있다.

[0106] 예를 들어, 제1 폭(W_1)을 갖는 베이스 기판(200) 영역에서는 상기 롤러(R)를 통해 제1 압력(P_1)이 인가될 수 있다. 이와 달리, 상기 제1 폭(W_1) 보다 넓은 제2 폭(W_2)을 갖는 베이스 기판(200) 영역에서는 상기 롤러(R)를 통해 상기 제1 압력(P_1)보다 강한 제2 압력(P_2)이 인가될 수 있다.

[0107] 즉, 패턴 폭에 따라 압력의 크기를 달리 인가하되, 패턴 폭의 크기가 클수록 강한 압력을 인가할 수 있다. 이에 따라, 패턴 폭이 큰 영역에서도 타겟 패턴 구조체의 엣지 부분이 붕괴되지 않고 선명하게 형성될 수 있다.

[0108] 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0109] 본 발명의 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 도 15 및 도 16을 참조하여 설명된 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 같을 수 있다. 즉, 상기 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 1차 경화 단계(S310) 및 2차 경화 단계(S320)를 통해 타겟 패턴 구조체가 제조될 수 있다.

[0110] 다만, 상기 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계의 구체적인 과정은 상기 제2 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계의 구체적인 과정과 다를 수 있다. 이하, 상기 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계가 설명된다.

[0111] 도 21 및 도 22는 본 발명의 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0112] 도 21 및 도 22를 참조하면, 상기 베이스 기판(200)과 상기 광경화성 수지(PP)가 접촉된 구조체를 유리 기판(S)과 롤러(R) 사이에 배치한 후, 상기 롤러(R)를 통해 압력을 인가하며 광을 조사하되, 일정 영역에 광(L) 조사가 먼저 이루어진 후 상기 롤러(R)를 통한 압력 인가가 이루어질 수 있다. 도 21은 롤러(R)의 진행 방향을 따라 광(L) 조사가 먼저 이루어지는 상태를 나타내고, 도 22는 광(L) 조사가 이루어진 영역에 대해 롤러(R)를 통한 압력 인가가 이루어지는 상태를 나타낸다.

[0113] 상술된 바와 달리, 광(L) 조사와 롤러(R)를 통한 압력 인가가 동시에 이루어지는 경우, 상기 광경화성 수지(P)가 경화되는 과정에서 압력(P)이 제대로 인가되지 않아 상기 광경화성 수지(PP)가 수축되어 상기 광경화성 수지(PP)와 상기 기능성 물질층(210) 사이에 공극이 형성되는 문제점이 발생될 수 있다.

[0114] 하지만, 상술된 바와 같이, 광(L) 조사가 먼저 이루어진 후 롤러(R)를 통한 압력 인가가 이루어지는 경우, 상기 광경화성 수지(PP)가 경화되는 과정에서 충분한 압력이 가해질 수 있어, 상기 광경화성 수지(PP)의 수축으로 인한 공극 문제가 예방될 수 있다.

[0115] 제7 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법

[0116] 본 발명의 제7 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 도 21 및 도 22를 참조하여 설명된 상기 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 같을 수 있다. 다만, 상기 제7 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법은, 상기 제6 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법과 비교하여, 롤러(R) 대신 스탬프(SP)를 통해 압력이 인가될 수 있다. 이하, 상기 제7 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계가 설명된다.

[0117] 도 23은 본 발명의 제7 변형 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 S320 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0118] 도 23을 참조하면, 상기 베이스 기판(200)과 상기 광경화성 수지(PP)가 접촉된 구조체를 유리 기판(S)과 스탬프(SP) 사이에 배치한 후, 상기 스탬프(SP)를 통해 압력을 인가하며 광을 조사하되, 일정 영역에 광(L) 조사가 먼저 이루어진 후 상기 스탬프(SP)를 통한 압력 인가가 이루어질 수 있다.

[0119] 또한, 상기 스탬프(SP)는 제1 스탬프 영역(SP₁)과 제2 스탬프 영역(SP₂)으로 구분되되, 상기 제1 스탬프 영역(SP₁)의 표면과 상기 제2 스탬프 영역(SP₂)의 표면은 서로 다른 강도를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 스탬프 영역(SP₁)의 표면은 상대적으로 부드러운(soft) 반면, 상기 제2 스탬프 영역(SP₂)의 표면은 상대적으로 딱딱할(hard) 수 있다.

[0120] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 스탬프 영역(SP₁)은 광(L) 조사가 이루어지는 방향과 같은 방향에 위치한 영역일 수 있다. 예를 들어, 광(L) 조사가 왼쪽으로부터 오른쪽 방향으로 이루어지는 경우, 상기 제1 스탬프 영역(SP₁)은 상기 스탬프(SP)의 오른쪽 영역일 수 있다. 이와 달리, 상기 제2 스탬프 영역(SP₂)의 광(L) 조사가 이루어지는 방향과 반대 방향에 위치한 영역일 수 있다. 예를 들어, 광(L) 조사가 왼쪽으로부터 오른쪽 방향으로 이루어지는 경우, 상기 제2 스탬프 영역(SP₂)은 상기 스탬프(SP)의 왼쪽 영역일 수 있다.

[0121] 또한, 상기 제1 스탬프 영역(SP₁) 및 상기 제2 스탬프 영역(SP₂)의 표면은, 상기 제1 스탬프 영역(SP₁) 및 상기 제2 스탬프 영역(SP₂)이 각각 상기 접촉층(120)과 접촉되는 면일 수 있다.

[0122] 상기 제1 스탬프 영역(SP₁)과 대응되는 광경화성 수지(PP) 영역은, 경화가 시작되는 시점으로, 과도하게 압력이 인가되는 경우 상기 광경화성 수지(PP)가 상기 베이스 기판(200)을 벗어나는 문제점이 발생될 수 있다. 이에 따

라, 상기 제1 스탬프 영역(SP_1)의 표면을 상대적으로 부드럽게 함으로써 상대적으로 약한 압력을 인가할 수 있다.

[0123] 이와 달리, 상기 제2 스탬프 영역(SP_2)과 대응되는 광경화성 수지(PP) 영역은, 경화가 어느정도 진행된 시점으로, 인가되는 압력이 약한 경우 상기 기능성 물질층(210)과 상기 광경화성 수지(PP) 사이에 공극이 형성되는 문제점이 발생될 수 있다. 이에 따라, 상기 제2 스탬프 영역(SP_2)의 표면을 상대적으로 딱딱하게 함으로써 상대적으로 강한 압력을 인가할 수 있다.

[0125] 이상, 본 발명의 변형 예들에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 설명되었다. 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 구체적인 실험 과정을 촬영한 사진들이 설명된다.

[0126] 도 24는 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법의 각 단계들을 촬영한 사진이다.

[0127] 도 24의 (a)를 참조하면 S110 단계에서 준비되는 마스터 기판을 촬영한 사진을 나타낸다. 도 24의 (a)에서 확인할 수 있듯이, 마스터 기판은 규칙적인 마스터 패턴을 포함하고 실리콘(Si)으로 이루어지되, 마스터 패턴의 폭 및 피치는 모두 250 nm로 이루어진 것을 확인할 수 있었다.

[0128] 도 24의 (b)를 참조하면 S150 단계에서의 베이스 기판과 기능성 물질을 촬영한 사진을 나타낸다. 도 24의 (b)에서 확인할 수 있듯이, PMMA로 이루어진 베이스 기판의 베이스 패턴 상에 백금(Pt) 기능성 물질층이 코팅된 것을 확인할 수 있었다.

[0129] 도 24의 (c)를 참조하면 S300 단계에서의 베이스 기판과 광경화성 수지를 촬영한 사진을 나타내고, 도 24의 (d)를 참조하면 S400 단계에서 베이스 기판이 제거된 상태의 타겟 패턴 구조체를 촬영한 사진을 나타낸다. 도 24의 (c) 및 (d)에서 확인할 수 있듯이, 베이스 기판이 제거됨에 따라 백금(Pt) 기능성 물질층이 타겟 기판 구조체로 전사된 것을 확인할 수 있었다.

[0130] 도 25는 종래의 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴과 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 적용된 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴을 비교하는 사진이다.

[0131] 도 25의 (a)를 참조하면 종래의 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴을 촬영하여 나타내고, 도 25의 (b)를 참조하면 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 적용된 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴을 나타낸다.

[0132] 도 25의 (a)에서 확인할 수 있듯이 종래의 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴은 해상도가 낮은 반면, 도 25의 (b)에서 확인할 수 있듯이 본 발명의 실시 예에 따른 나노스케일 패턴 제조 방법이 적용된 SLA 3D 프린팅으로 제조된 패턴은 높은 해상도를 갖는 것을 확인할 수 있었다.

[0134] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

[0135] 100: 마스터 기판

120: 접착 필름

200: 베이스 기판

210: 기능성 물질층

300: 타겟 패턴 구조체

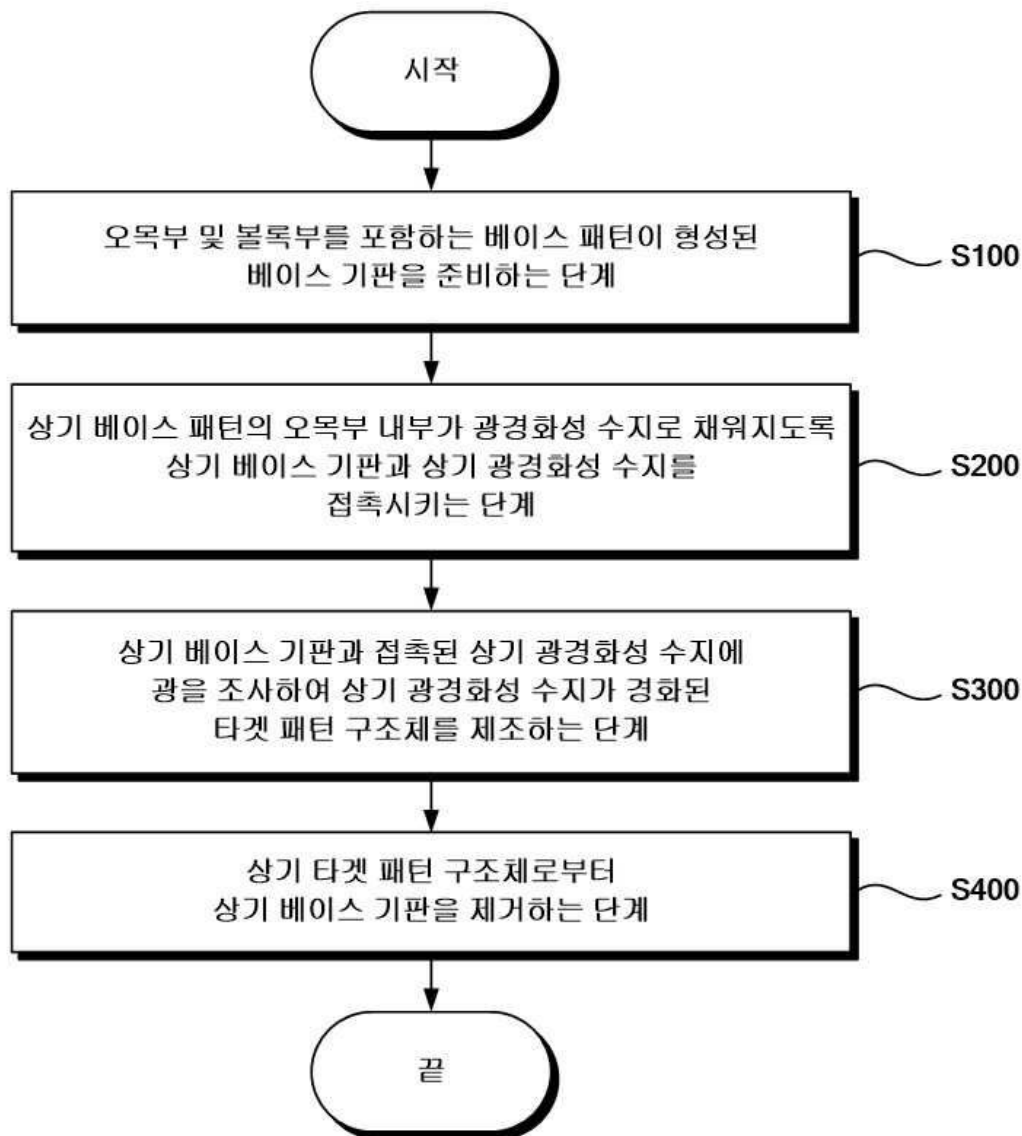
PM: 소수성 부여 물질

SM: 연성 물질

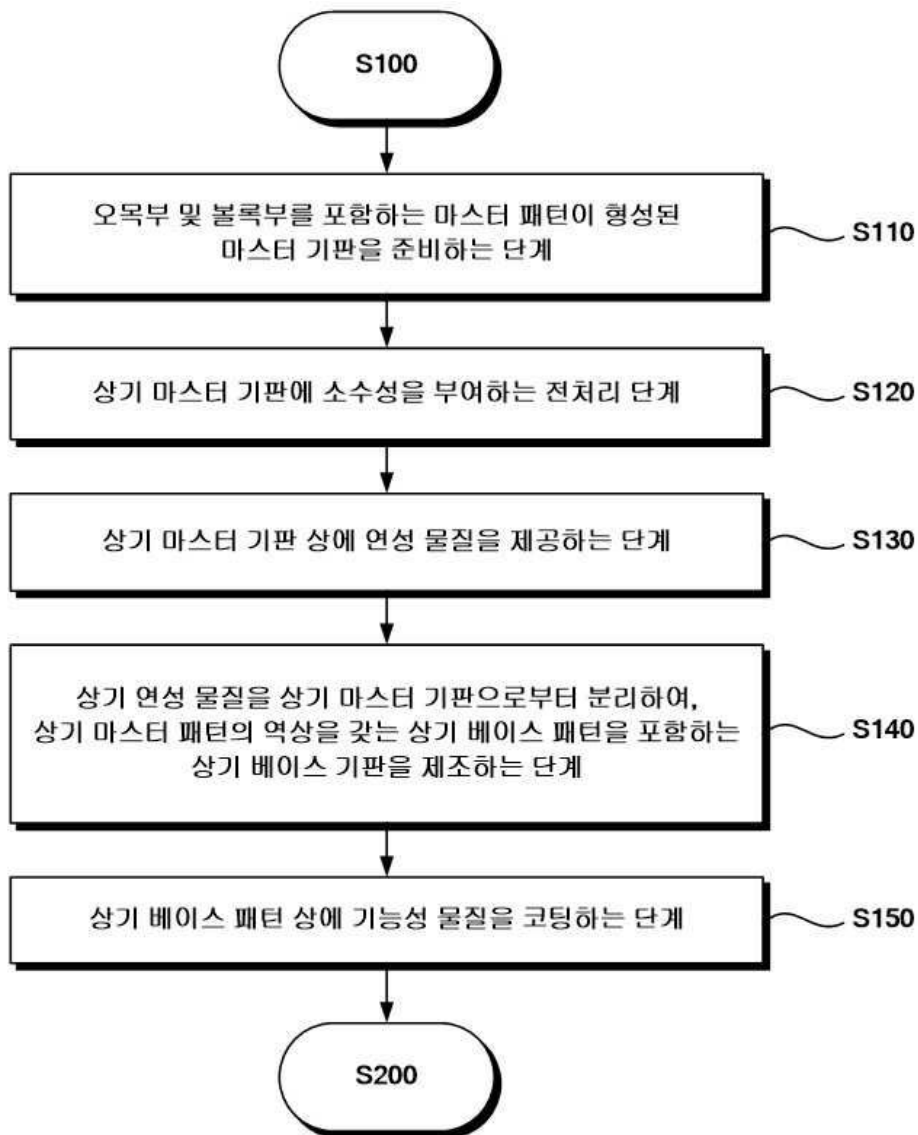
PP: 광경화성 수지

도면

도면1

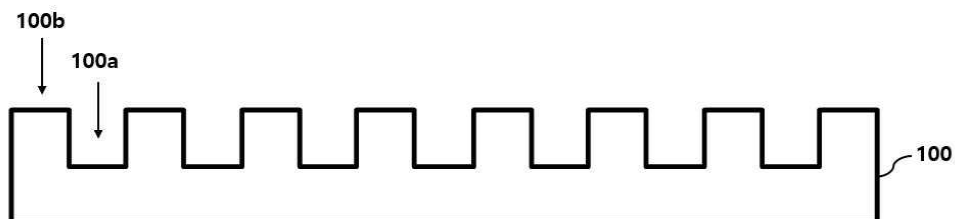


도면2



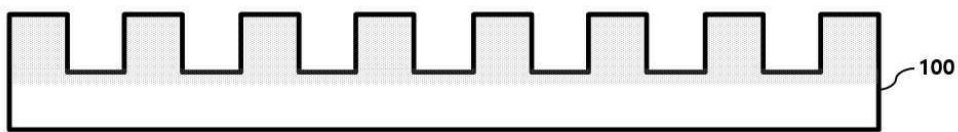
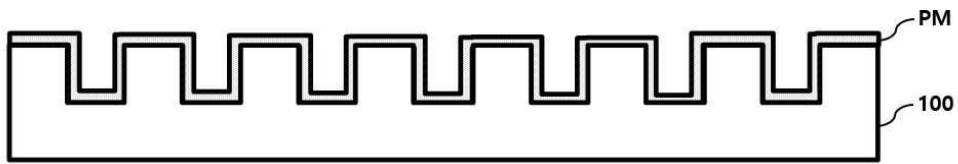
도면3

S110



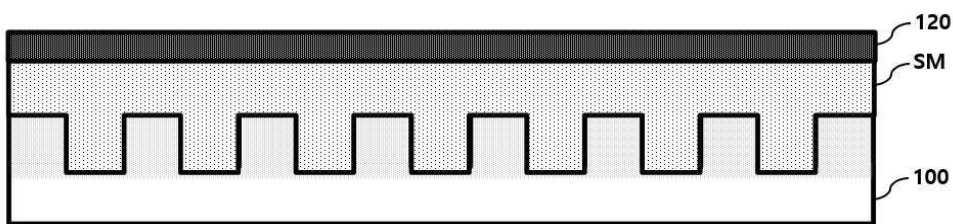
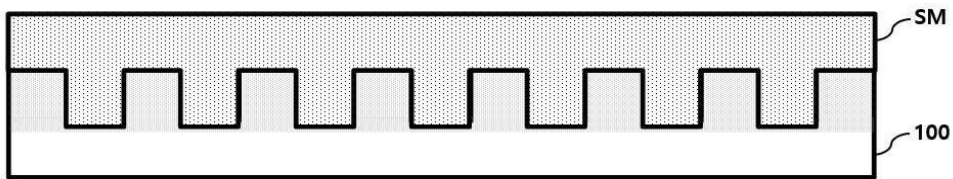
도면4

S120



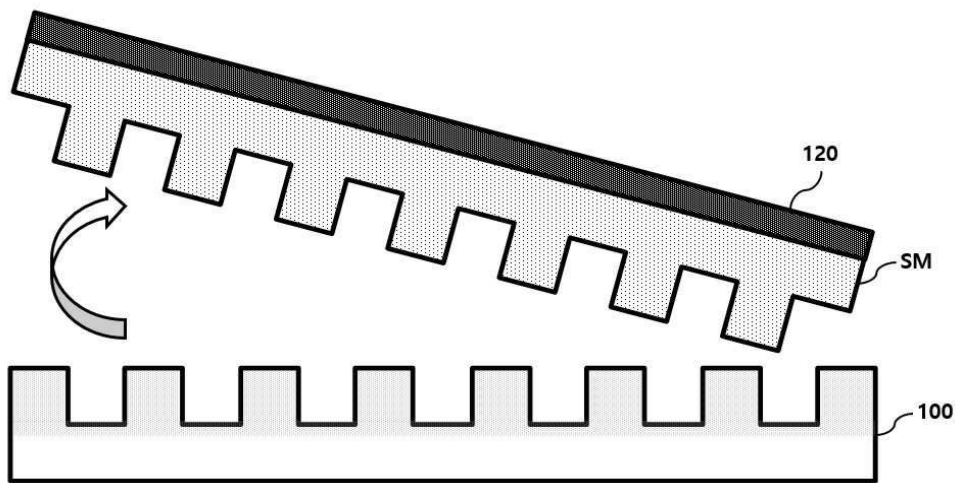
도면5

S130



도면6

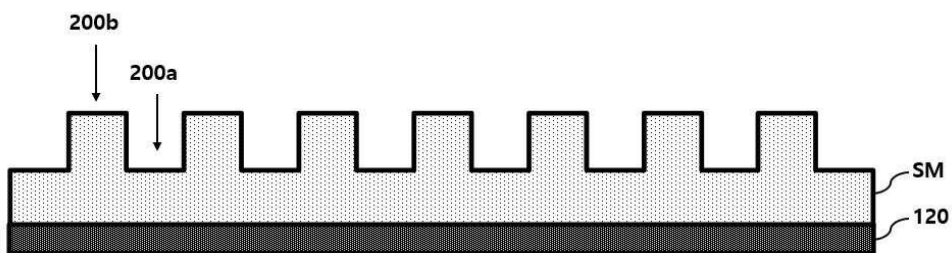
S140



도면7

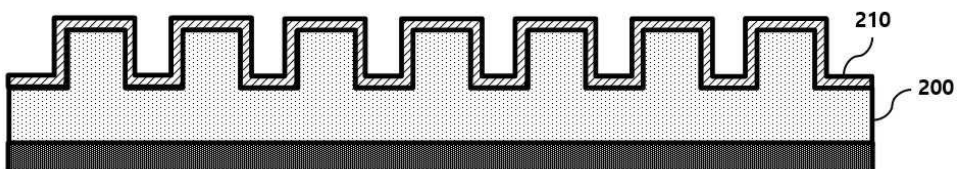
S140

200



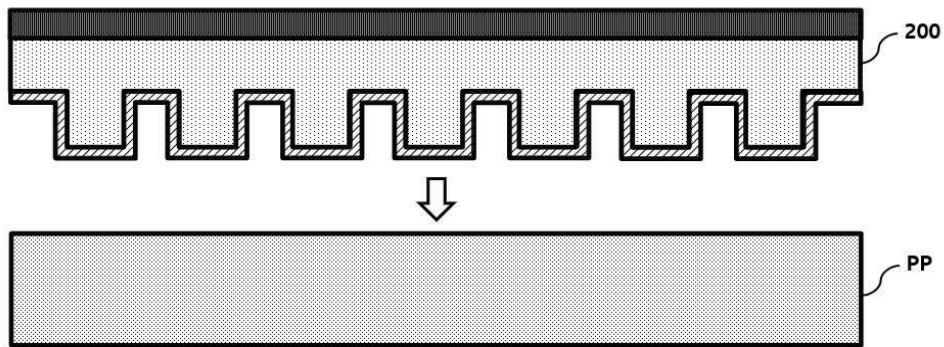
도면8

S150



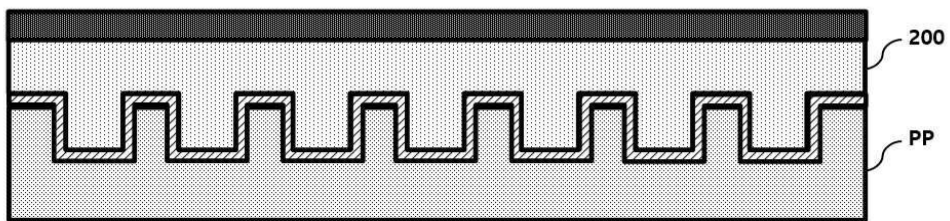
도면9

S200



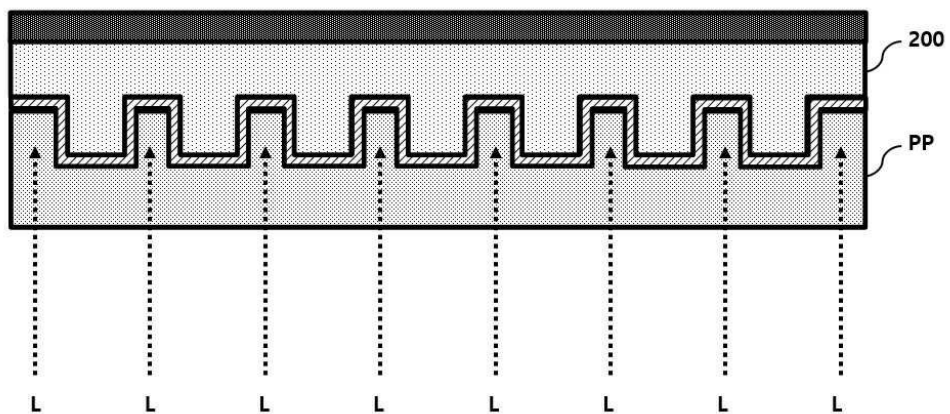
도면10

S200

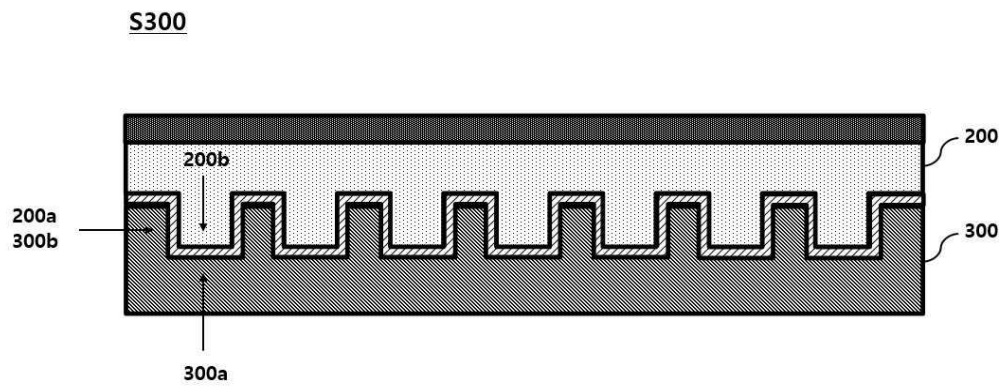


도면11

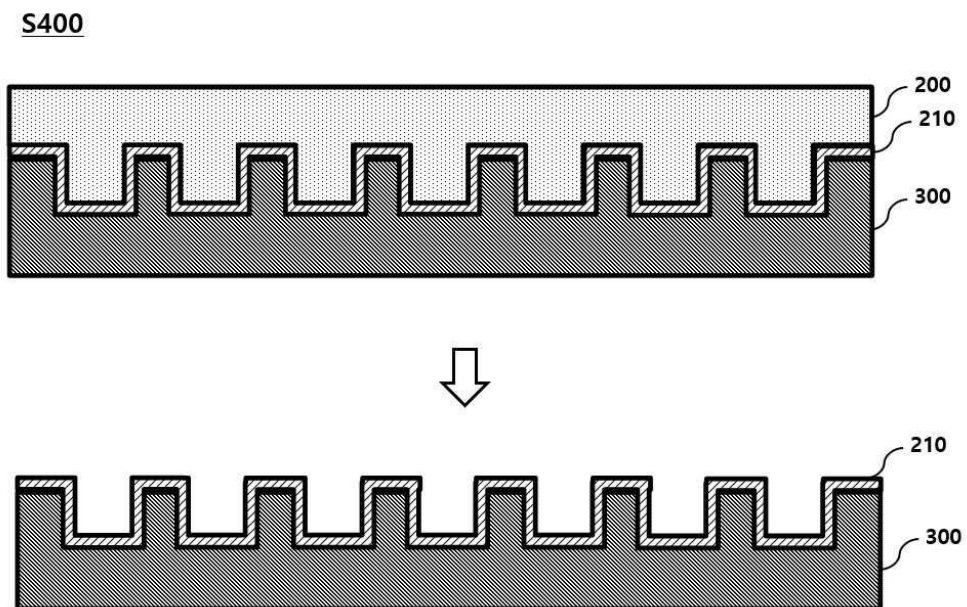
S300



도면12

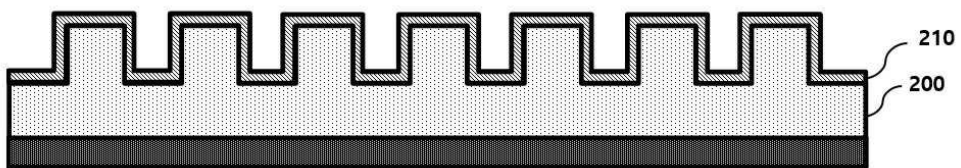
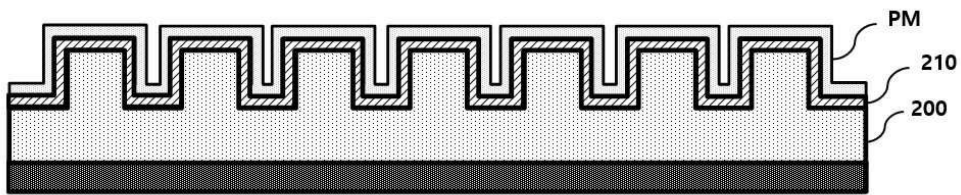


도면13

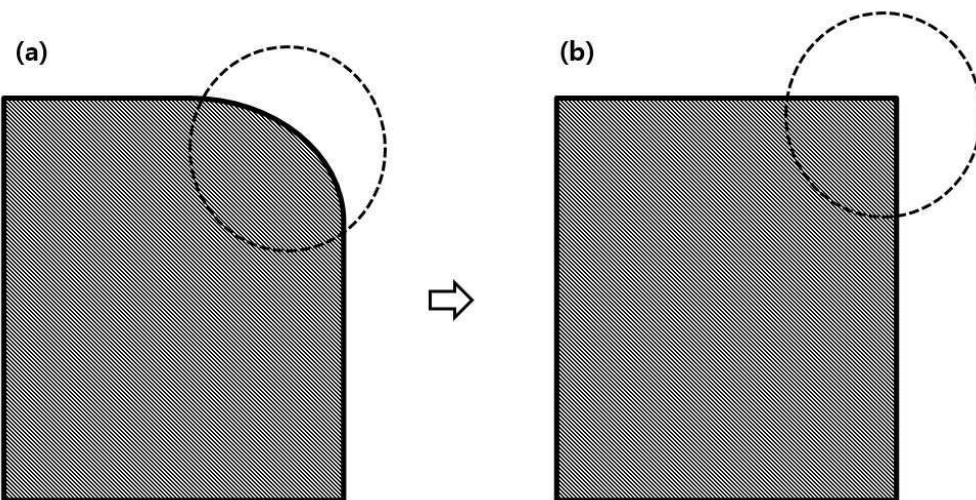


도면14

S160

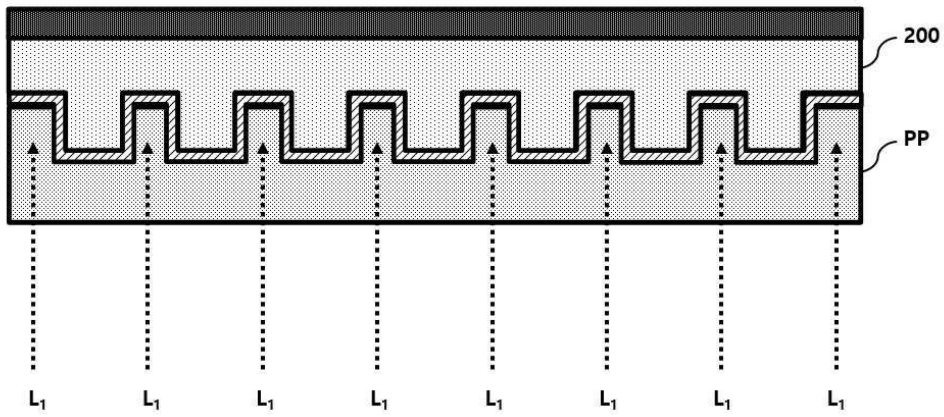


도면15



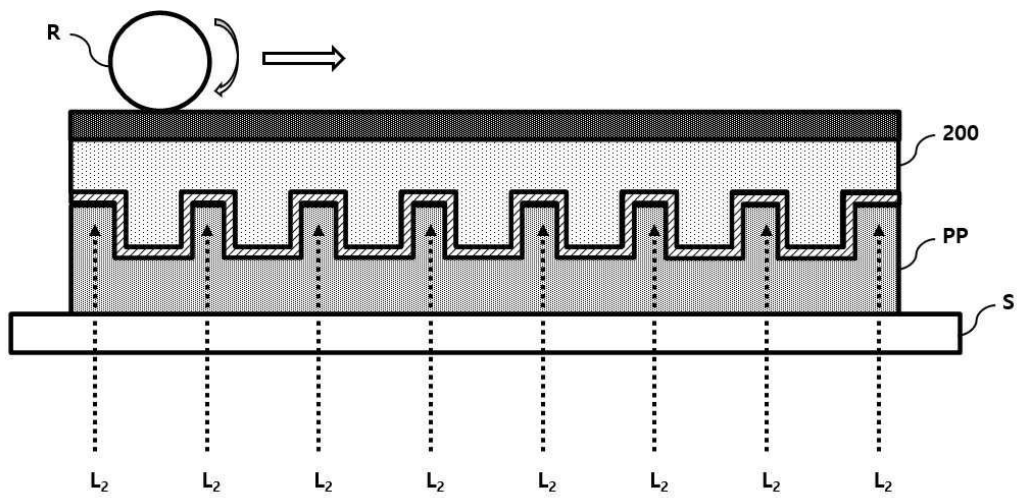
도면16

S310



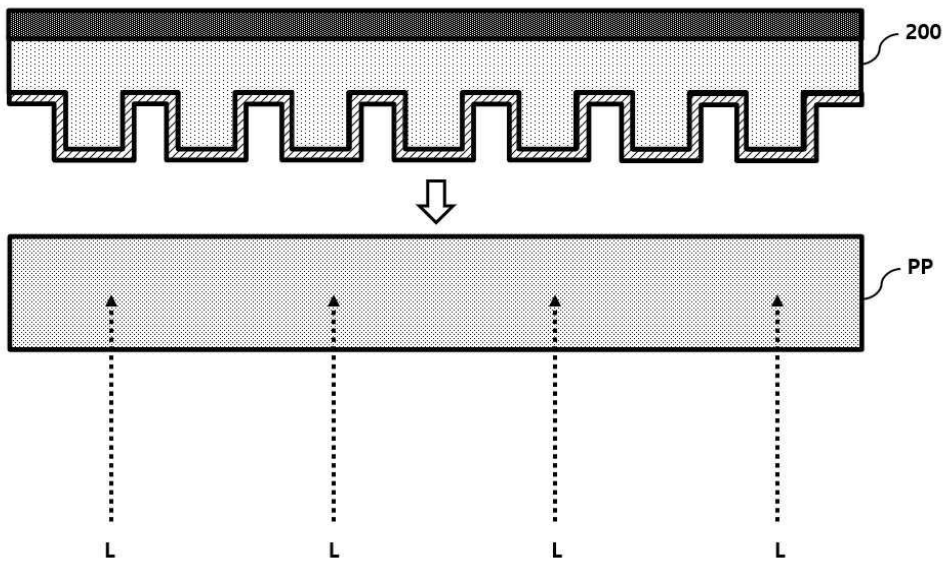
도면17

S320

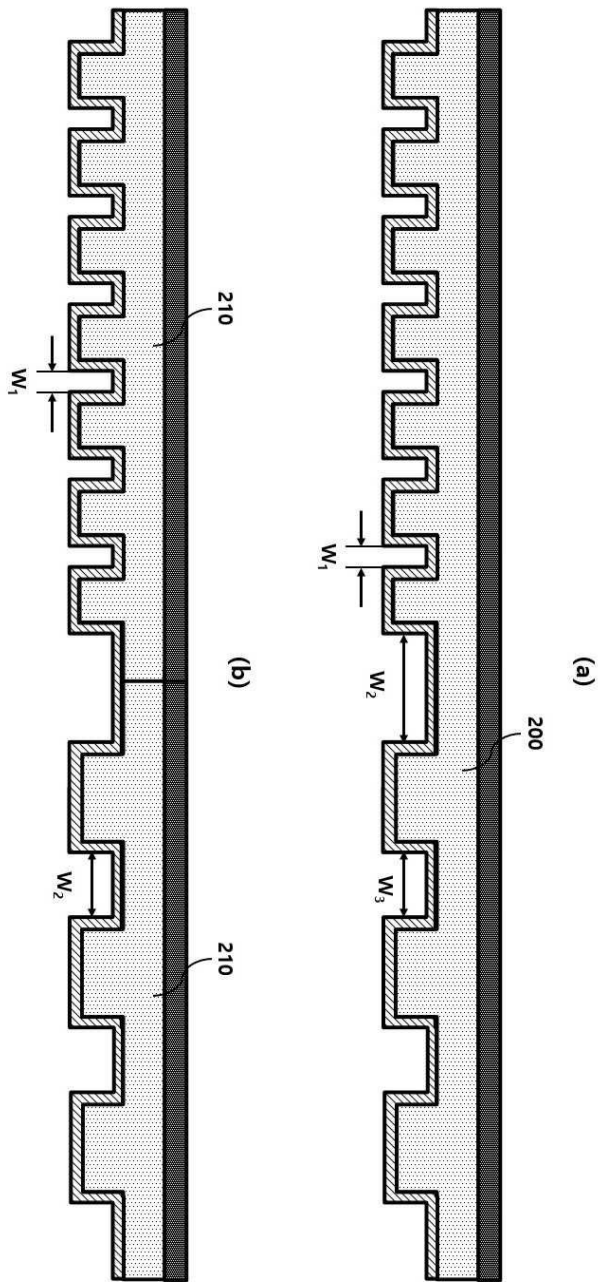


도면18

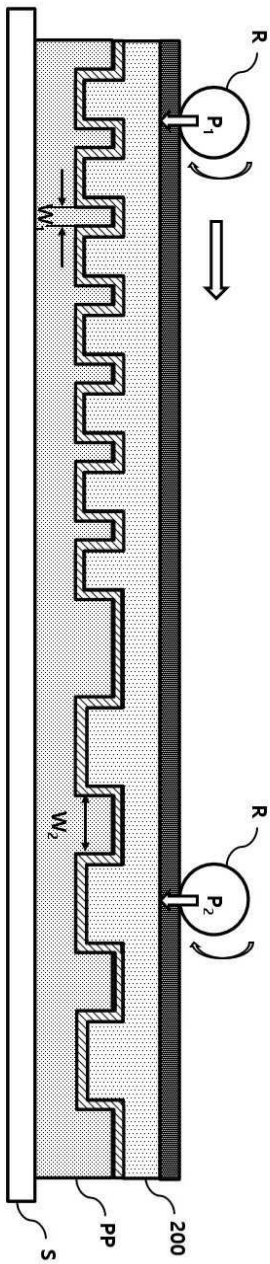
S200



도면19

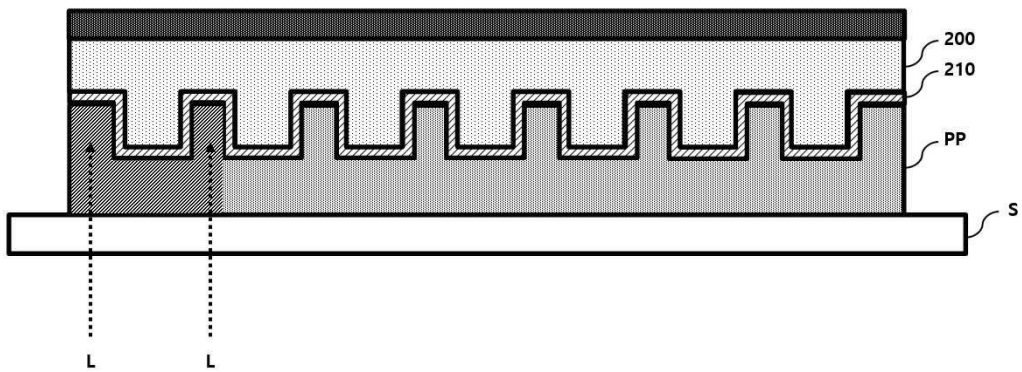


도면20



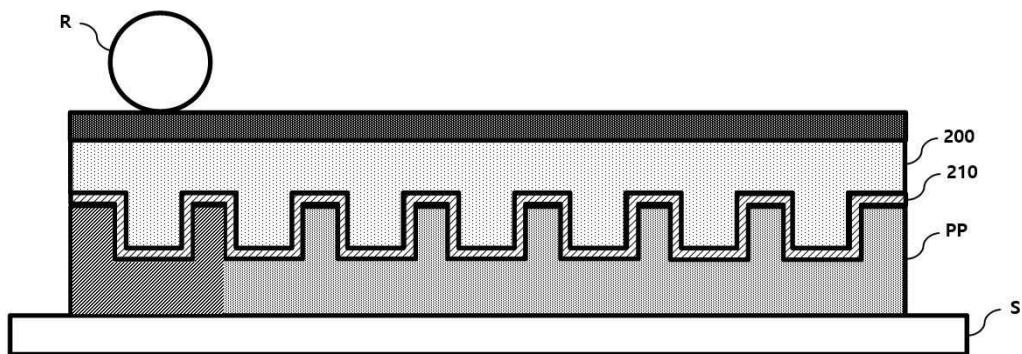
도면21

S320



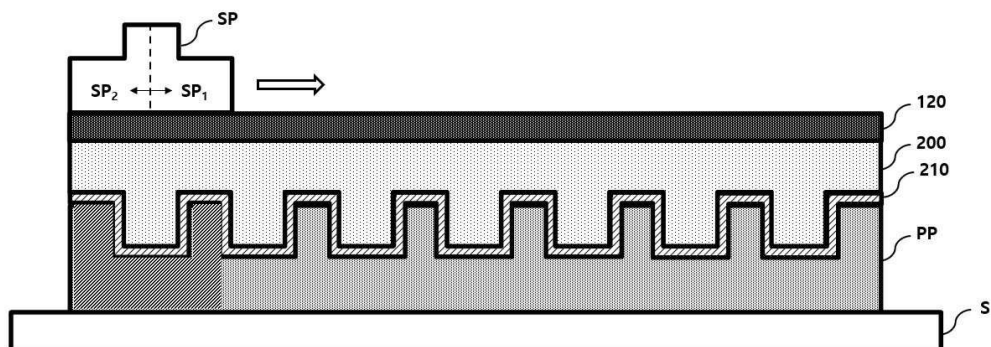
도면22

S320

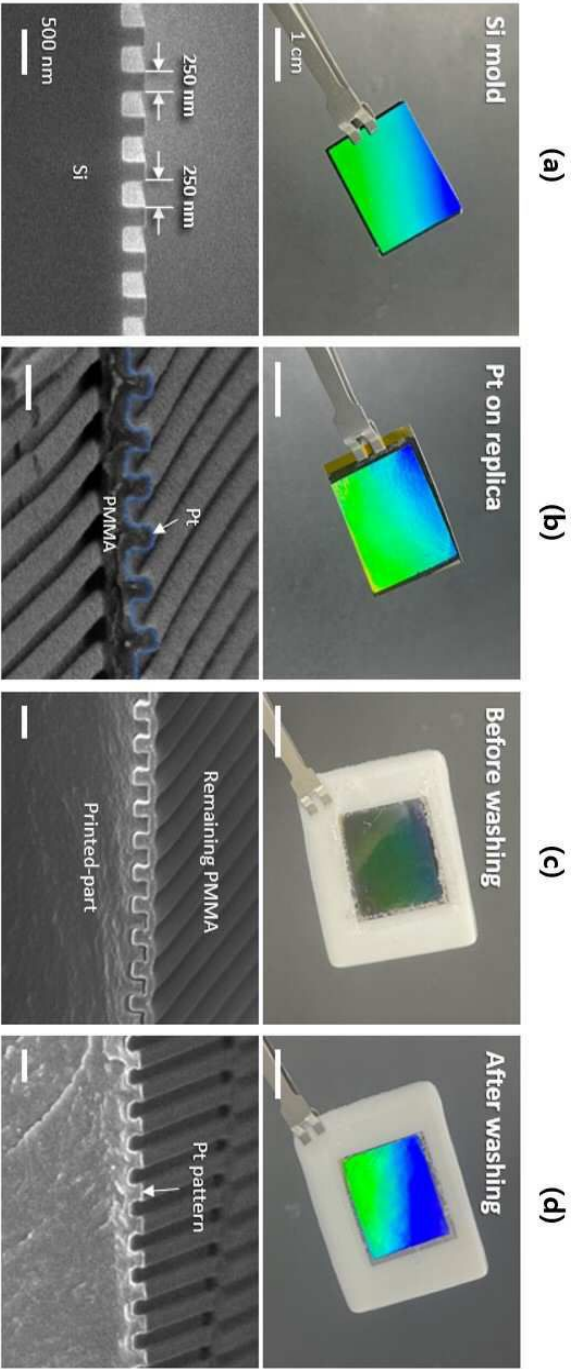


도면23

S320



도면24



도면25

