(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0070020
(43) 공개일자 2024년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B82B 3/00 (2017.01) *G03F 7/00* (2006.01)
B82Y 40/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B82B 3/0028 (2013.01)
G03F 7/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0151315
(22) 출원일자 2022년11월14일
심사청구일자 2022년11월14일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
신홍주
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김태중
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
조우택
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
제일특허법인(유)

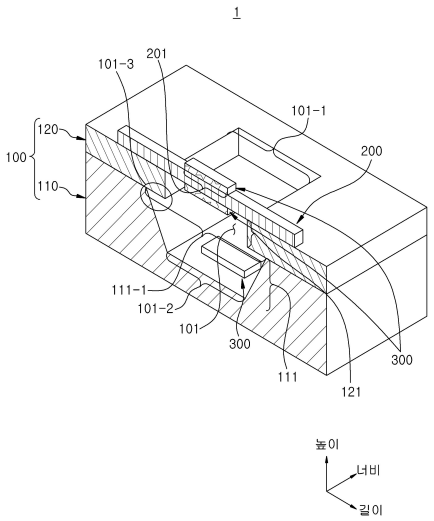
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 **선택적으로 패터닝된 나노 구조물 및 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법**

(57) 요 약

본 발명은 선택적으로 패터닝된 나노 구조물 및 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 관한 것이다. 구체적으로 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상부로 개방되는 기판 홈이 형성되어 상면에 홈 개구부가 제공되는 기판; 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는 나노 구조물; 및 상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역에 증착되어 배치되는 나노 물질; 을 포함하며, 상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 나노 물질이 배치되는 상기 나노 구조물의 일부 영역인 나노 물질 배치 영역의 너비는 상기 홈 개구부의 너비보다 작은, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345348792
과제번호 2020R1A6A1A03040570
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축
연구과제명 환경감시 자율무인시스템 연구센터
기 여 율 5/10
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415181703
과제번호 00144157
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 시장선도를 위한 한국 주도형 K-Sensor 기술개발(R&D)
연구과제명 다종센서의 융복합 및 초소형화를 위한 센서 플랫폼 기술 개발
기 여 율 3/10
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.04.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711126212
과제번호 2018-0-00756-004
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 차세대초소형IoT기술개발(R&D)
연구과제명 Disposable IoT 환경 및 생체신호 나노센서 개발
기 여 율 2/10
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

상부로 개방되는 기판 홈이 형성되어 상면에 홈 개구부가 제공되는 기판;

상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는 나노 구조물; 및

상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역에 증착되어 배치되는 나노 물질;을 포함하며,

상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 나노 물질이 배치되는 상기 나노 구조물의 일부 영역인 나노 물질 배치 영역의 너비는 상기 홈 개구부의 너비보다 작은,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판은, 기판 본체, 및 상기 기판 본체 상에 배치되는 절연층을 포함하는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기판 홈의 일 부분을 이루며 상부로 개방되는 본체 홈이 상기 기판 본체에 형성되어, 상기 기판 본체의 상면에 중간 개구부가 제공되며,

상기 기판 홈의 나머지 부분을 이루는 홈 형성 구멍이 상기 절연층에 형성되고,

상기 본체 홈은 상기 기판 홈의 바닥면인 홈 바닥면을 포함하며, 상기 홈 형성 구멍은 상기 홈 개구부를 포함하는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 중간 개구부의 길이와 너비는 각각 상기 홈 개구부의 길이와 너비 보다 큰,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 기판 홈은 상기 절연층에 형성되는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 나노 구조물은 복수 개이며,

복수 개의 상기 나노 구조물이 서로 얽힌 상태로 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 7

상부로 개방되는 기판 홈이 형성되어 상면에 홈 개구부가 제공되는 기판;

상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는 나노 구조물; 및

상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질 되어 형성되는 변질부; 를 포함하며,

상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 변질부가 되는 상기 나노 구조물의 일부 영역인 변질 영역의 너비는 상기 홈 개구부의 너비보다 작은,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기판은, 기판 본체, 및 상기 기판 본체 상에 배치되는 절연층을 포함하는

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 기판 홈의 일 부분을 이루며 상부로 개방되는 본체 홈이 상기 기판 본체에 형성되어, 상기 기판 본체의 상면에 중간 개구부가 제공되며,

상기 기판 홈의 나머지 부분을 이루는 홈 형성 구멍이 상기 절연층에 형성되고,

상기 본체 홈은 상기 기판 홈의 바닥면인 홈 바닥면을 포함하며, 상기 홈 형성 구멍은 상기 홈 개구부를 포함하는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 중간 개구부의 길이와 너비는 각각 상기 홈 개구부의 길이와 너비 보다 큰,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 기판 홈은 상기 절연층에 형성되는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 나노 구조물은 복수 개이며,

복수 개의 상기 나노 구조물이 서로 얽힌 상태로 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는,

선택적으로 패터닝된 나노 구조물.

청구항 13

기판에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈에 의해서 상기 기판의 상면에 제공되는 홈 개구부를, 나노 구조물이

가로지르는 브리지 구조를 만드는, 브리지 구조 형성 단계; 및

상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질을 증착하는, 증착 단계; 를 포함하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 증착 단계에서는,

상기 기판 상에 감광제를 코팅하고, 상기 나노 물질이 증착될 상기 나노 구조물의 일부 영역 위의 상기 감광제의 부분에 상부로 개방되는 개방부를 형성한 후, 상기 개방부를 통해 상기 나노 구조물의 일부 영역에 나노 물질을 증착하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 개방부의 너비는 상기 나노 구조물의 너비 보다 큰,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 브리지 구조 형성 단계는

기판을 준비하는, 기판 준비 단계,

상기 기판 상에 나노 구조물을 배치하는, 나노 구조물 배치 단계, 및

상기 기판에 상기 나노 구조물이 가로지르는 상기 홈 개구부를 가지는 상기 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계를 포함하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 나노 구조물 배치 단계에서는,

복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 브리지 구조 형성 단계는

기판을 준비하는, 기판 준비 단계,

상기 기판에 상기 홈 개구부를 가지는 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계, 및

상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물 배치 단계를 포함하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 나노 구조물 배치 단계에서는,

복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을, 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 20

기판에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈에 의해서 상기 기판의 상면에 제공되는 홈 개구부를, 나노 구조물이 가로지르는 브리지 구조를 만드는 브리지 구조 형성 단계; 및

상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 기능화 하거나 또는 개질하여 변질부를 형성하는, 변질 단계; 를 포함하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 변질 단계에서는,

상기 기판 상에 감광제를 코팅하고, 상기 변질부가 될 상기 나노 구조물의 일부 영역 위의 상기 감광제의 부분에 상부로 개방되는 개방부를 형성한 후, 상기 개방부를 통해, 상기 나노 구조물의 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질되도록 하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 개방부의 너비는 상기 나노 구조물의 너비 보다 큰,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 브리지 구조 형성 단계는

기판을 준비하는, 기판 준비 단계,

상기 기판 상에 나노 구조물을 배치하는, 나노 구조물 배치 단계, 및

상기 기판에 상기 나노 구조물이 가로지르는 상기 홈 개구부를 가지는 상기 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계를 포함하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 나노 구조물 배치 단계에서는,

복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 25

제 20 항에 있어서,

상기 브리지 구조 형성 단계는

기판을 준비하는, 기판 준비 단계,

상기 기판에 상기 홈 개구부를 가지는 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계, 및

상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물 배치 단계를 포함하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 나노 구조물 배치 단계에서는,

복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을, 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치하는,

나노 구조물의 선택적 패터닝 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 선택적으로 패터닝된 나노 구조물 및 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 산업에서는, 더 많은 연산능력과 메모리를 가지면서도, 에너지 소모는 낮고, 더 작은 디바이스에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다.

[0003] 공정 사이즈가 감소할수록, 고해상도 기술, 및 이중 패터닝 기술 등의 적용으로 인해, 리소그래피(lithography) 비용이 증가되고 있으며, 설계, 공정, 장비, 및 재료에 대한 비용도 기하급수적으로 늘어나고 있다. 또한, 최근에는 평면 집적의 한계에 부딪혀, 여러 층을 겹겹이 높이 쌓아 만드는 공정들이 활발히 개발되고 있다.

[0004] 이러한 공정들에서는, 수백 번의 나노 수준의 패터닝 및 집적 공정을 반복 해야 하기 때문에, 원가 절감을 위한 획기적인 공정기술이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

[0005] 나노 패터닝 및 나노 집적을 위해서는, 나노 구조물에 나노 물질을 정확히 정렬해야만 한다. 그리고, 이를 위해서는, 분해능이 높은 첨단 노광 장비를 사용하여 포토 리소그래피(photo lithography)와 리프트오프(lift-off)를 해야만 한다.

[0006] 포토 리소그래피란, 빛에 반응하는 감광성 고분자 물질인, 포토레지스트(photoresist)라고 불리우는 감광제를 기판 등에 도포하고, 감광제에 빛을 선택적으로 조사하여, 조사된 부위에 따라 원하는 패턴을 감광제에 형성하는 것이다.

[0007] 나노 구조물에의 나노 물질의 증착을 위해서, 포토 리소그래피에 의해서, 감광제에 정확히 패턴을 형성하기 위해서는, 파장이 짧은 빛을 조사할 수 있는 첨단 장비와, 최소 선폭이 나노 구조물의 크기의 수준에 준하는 포토 마스크를 제작해서 사용해야만 한다. 그러나, 이러한 방법은 비교적 높은 비용과 많은 시간을 요구하기 때문에, 공정의 자동화와 대량 생산에는 적합하지 않다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보, 10-1302058호 (2013.08.19. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 실시예들은 상기와 같은 배경에서 발명된 것으로서, 나노 수준의 분해능이 아닌, 일반적인 수준의 분해능을 가지는 포토 리소그래피 장비로도, 나노 구조물에 나노 물질을 선택적으로 증착하거나 나노 구조물의 표면을 선택적으로 기능화 하거나 또는 개질하는 등 나노 구조물을 선택적으로 패터닝할 수 있는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물 및 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 따르면, 상부로 개방되는 기판 홈이 형성되어 상면에 홈 개구부가 제공되는 기판; 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는 나노 구조물; 및 상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역에 증착되어 배치되는 나노 물질; 을 포함하며, 상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 나노 물질이 배치되는 상기 나노 구조물의 일부 영역인 나노 물질 배치 영역의 너비는 상기 홈 개구부의 너비보다 작은, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 기판은, 기판 본체, 및 상기 기판 본체 상에 배치되는 절연층을 포함하는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 기판 홈의 일 부분을 이루며 상부로 개방되는 본체 홈이 상기 기판 본체에 형성되어, 상기 기판 본체의 상면에 중간 개구부가 제공되며, 상기 기판 홈의 나머지 부분을 이루는 홈 형성 구멍이 상기 절연층에 형성되고, 상기 본체 홈은 상기 기판 홈의 바닥면인 홈 바닥면을 포함하며, 상기 홈 형성 구멍은 상기 홈 개구부를 포함하는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 중간 개구부의 길이와 너비는 각각 상기 홈 개구부의 길이와 너비 보다 큰 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 기판 홈은 상기 절연층에 형성되는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 나노 구조물은 복수 개이며, 복수 개의 상기 나노 구조물이 서로 얽힌 상태로 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상부로 개방되는 기판 홈이 형성되어 상면에 홈 개구부가 제공되는 기판; 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는 나노 구조물; 및 상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질 되어 형성되는 변질부; 를 포함하며, 상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 변질부가 되는 상기 나노 구조물의 일부 영역인 변질 영역의 너비는 상기 홈 개구부의 너비보다 작은, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 기판은, 기판 본체, 및 상기 기판 본체 상에 배치되는 절연층을 포함하는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 기판 홈의 일 부분을 이루며 상부로 개방되는 본체 홈이 상기 기판 본체에 형성되어, 상기 기판 본체의 상면에 중간 개구부가 제공되며, 상기 기판 홈의 나머지 부분을 이루는 홈 형성 구멍이 상기 절연층에 형성되고, 상기 본체 홈은 상기 기판 홈의 바닥면인 홈 바닥면을 포함하며, 상기 홈 형성 구멍은 상기 홈 개구부를 포함하는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 중간 개구부의 길이와 너비는 각각 상기 홈 개구부의 길이와 너비 보다 큰, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 기판 홈은 상기 절연층에 형성되는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 나노 구조물은 복수 개이며, 복수 개의 상기 나노 구조물이 서로 얽힌 상태로 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치되는, 선택적으로 패터닝된 나노 구조물이 제공될 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 기판에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈에 의해서 상기 기판의 상면에 제공되는 홈 개구부를, 나노 구조물이 가로지르는 브리지 구조를 만드는, 브리지 구조 형성 단계; 및 상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질을 증착하는, 증착 단계; 를 포함하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0023] 또한, 상기 증착 단계에서는, 상기 기판 상에 감광제를 코팅하고, 상기 나노 물질이 증착될 상기 나노 구조물의 일부 영역 위의 상기 감광제의 부분에 상부로 개방되는 개방부를 형성한 후, 상기 개방부를 통해 상기 나노 구조물의 일부 영역에 나노 물질을 증착하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 개방부의 너비는 상기 나노 구조물의 너비 보다 큰, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0025] 또한, 상기 브리지 구조 형성 단계는 기판을 준비하는, 기판 준비 단계, 상기 기판 상에 나노 구조물을 배치하는, 나노 구조물 배치 단계, 및 상기 기판에 상기 나노 구조물이 가로지르는 상기 홈 개구부를 가지는 상기 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계를 포함하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0026] 또한, 상기 나노 구조물 배치 단계에서는, 복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 브리지 구조 형성 단계는 기판을 준비하는, 기판 준비 단계, 상기 기판에 상기 홈 개구부를 가지는 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계, 및 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물 배치 단계를 포함하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0028] 또한, 상기 나노 구조물 배치 단계에서는, 복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을, 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0029] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 기판에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈에 의해서 상기 기판의 상면에 제공되는 홈 개구부를, 나노 구조물이 가로지르는 브리지 구조를 만드는 브리지 구조 형성 단계; 및 상기 홈 개구부를 가로지르는, 상기 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 기능화 하거나 또는 개질하여 변질부를 형성하는, 변질 단계; 를 포함하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0030] 또한, 상기 변질 단계에서는, 상기 기판 상에 감광제를 코팅하고, 상기 변질부가 될 상기 나노 구조물의 일부 영역 위의 상기 감광제의 부분에 상부로 개방되는 개방부를 형성한 후, 상기 개방부를 통해, 상기 나노 구조물의 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질되도록 하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0031] 또한, 상기 나노 구조물이 상기 홈 개구부를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 상기 개방부의 너비는 상기 나노 구조물의 너비 보다 큰, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0032] 또한, 상기 브리지 구조 형성 단계는 기판을 준비하는, 기판 준비 단계, 상기 기판 상에 나노 구조물을 배치하는, 나노 구조물 배치 단계, 및 상기 기판에 상기 나노 구조물이 가로지르는 상기 홈 개구부를 가지는 상기 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계를 포함하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0033] 또한, 상기 나노 구조물 배치 단계에서는, 복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0034] 또한, 상기 브리지 구조 형성 단계는 기판을 준비하는, 기판 준비 단계, 상기 기판에 상기 홈 개구부를 가지는 기판 홈을 형성하는, 기판 홈 형성 단계, 및 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 나노 구조물을 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물 배치 단계를 포함하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

[0035] 또한, 상기 나노 구조물 배치 단계에서는, 복수 개의 서로 얽힌 상기 나노 구조물을, 상기 홈 개구부를 가로지르도록 상기 기판 상에 배치하는, 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명의 실시예들에 따르면, 정렬 오차가 발생하여도, 나노 구조물의 일부 영역에 나노 물질을 증착하거나 나노 구조물의 일부의 표면을 기능화 또는 개질하는 등 나노 구조물의 일부를 패터닝할 수 있다는 효과가 있다.

[0037] 본 발명의 실시예들에 따르면, 나노 수준의 분해능이 아닌, 일반적인 수준의 분해능을 가지는 포토 리소그래피 장비로도, 나노 구조물의 일부 영역에 나노 물질을 선택적으로 증착하거나 나노 구조물의 일부의 표면을 기능화 또는 개질하는 등 나노 구조물의 일부를 패터닝할 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면 사시도이다.

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면도와 평면도이다.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물을 제작하는 과정에서, 정렬 오차가 발생하여도, 나노 물질이 나노 구조물의 일부 영역에 증착될 수 있는 것을 보여주는 도면이다.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나조 구조물의 단면 사시도이다.

도 5는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면 사시도이다.

도 6은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면 사시도이다.

도 7은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면도와 평면도이다.

도 8은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 관한 구성도이다.

도 9는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 일 공정도이다.

도 11은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 다른 공정도이다.

도 12는 기판이 기판 본체와 절연층으로 나뉘지 않는 경우의 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 나타내는 도면이다.

도 13은 기판 홈이 절연층에 형성되는 경우의 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 나타내는 도면이다.

도 14는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 관한 구성도이다.

도 15는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 나타내는 도면이다.

도 16은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 일 공정도이다.

도 17은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 다른 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하에서는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 구체적인 실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0040] 아울러 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0041] 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결', '지지'된다고 언급된 때에는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결, 지지될 수도 있지만 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0042] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도로 사용된 것은 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.

[0043] 또한, 본 명세서에서 길이, 너비, 높이 등의 표현은 각 도면에 별도의 화살표로 표시된 방향을 기준으로 설명한 것이며 해당 대상의 방향이 변경되면 다르게 표현될 수 있음을 미리 밝혀둔다. 마찬가지의 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.

[0044] 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은

아니다.

[0046] 선택적으로 패터닝된 나노 구조물

[0047] 이하, 도 1과 도 2를 참조하여 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 구체적인 구성에 대하여 설명한다.

[0048] 도 1과 도 2를 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)은 기판(100), 나노 구조물(200), 및 나노 물질(300)을 포함한다.

[0049] 기판(100)에는, 상부로 개방되는 기판 홈(101)이 형성된다. 이에 따라, 기판(100)의 상면에는 홈 개구부(101-1)가 제공된다. 또한, 기판 홈(101)은 홈 개구부(101-1)와 마주보는 바닥면인 홈 바닥면(101-2)을 포함할 수 있으며, 이 경우 기판(100)은 홈 개구부(101-1)와 홈 바닥면(101-2)을 포함한다. 홈 바닥면(101-2)의 길이와 너비는 각각 홈 개구부(101-1)의 길이와 너비와 동일할 수 있다. 그러나, 홈 바닥면(101-2)의 길이와 너비는 각각 홈 개구부(101-1)의 길이와 너비와 다를 수 있다. 또한, 홈 바닥면(101-2)의 길이와 홈 개구부(101-1)의 길이는 동일하나 홈 바닥면(101-2)의 너비와 홈 개구부(101-1)의 너비는 다르거나, 홈 바닥면(101-2)의 길이와 홈 개구부(101-1)의 길이는 다르나 홈 바닥면(101-2)의 너비와 홈 개구부(101-1)의 너비는 동일할 수 있다.

[0050] 기판(100)은 기판 본체(110), 및 절연층(120)을 포함할 수 있다.

[0051] 기판 본체(110)는 등방성 또는 비등방성 식각이 가능할 수 있다. 상세하게, 기판 본체(110)는 웨이퍼 또는 필름(film)의 형상일 수 있으며, 물성적으로, 기판 본체(110)는 리지드 또는 플렉시블 할 수 있다. 결정학적으로, 기판 본체(110)는 단결정체, 다결정체 또는 비정질체이거나, 결정상과 비정질상이 혼재된 혼합상일 수 있다. 기판 본체(110)가 둘 이상의 층이 적층된 경우, 각 층은 서로 독립적으로 단결정체, 다결정체, 비정질체 또는 혼합상일 수 있다.

[0052] 물질적으로, 기판 본체(110)는 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 기판 본체(110)는 실리콘(Si), 게르마늄(Ge) 또는 실리콘게르마늄(SiGe)을 포함하는 4족 반도체; 갈륨비소(GaAs), 인듐인(InP) 또는 갈륨인(GaP)을 포함하는 3-5족 반도체; 황화카드뮴(CdS) 또는 텔루르화아연(ZnTe)을 포함하는 2-6족 반도체; 황화납(PbS)을 포함하는 4-6족 반도체; 또는 이들에서 선택된 둘 이상의 물질이 각 층을 이룰 수 있다. 그러나, 기판 본체(110)는 특별히 한정되지 않는다.

[0053] 도 1과 도 2를 참조로 하면, 기판 홈(101)의 일 부분을 이루며 상부로 개방되는 본체 홈(111)이 기판 본체(110)에 형성된다. 이에 따라, 기판 본체(110)의 상면에는 중간 개구부(111-1)가 제공된다. 본체 홈(111)은 기판 홈(101)의 바닥면인 홈 바닥면(101-2)을 포함한다. 이 경우, 중간 개구부(111-1)의 길이와 너비는 각각 홈 개구부(101-1)의 길이와 너비 보다 클 수 있다. 이에 의해서, 기판 홈(101)에는 처마 구조(101-3)가 형성될 수 있다.

[0054] 절연층(120)은 기판 본체(110) 상에 배치된다. 일 예에 따른 절연층(120)은 원자층 증착 (Atomic Layer Deposition), 또는 스퍼터링 (sputtering) 및 플라즈마 화학 기상 증착법 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 등의 증착법 등 통상적으로 사용되는 방법을 통해 형성될 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 절연층(120)은 열산화 방법을 통해 형성될 수 있다. 비 한정적인 일 구체예로, 절연층(120)은 실리콘 산화물, 하프늄 산화물, 알루미늄 산화물, 지르코늄 산화물, 바륨-타이타늄 복합산화물, 이트륨 산화물, 텅스텐 산화물, 탄탈륨 산화물, 아연 산화물, 타이타늄 산화물, 주석 산화물, 바륨-지르코늄 복합산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 옥시나이트라이드, 지르코늄 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 이들의 혼합물(mixture) 또는 이들의 복합물(composite) 등일 수 있다. 그러나, 절연층(120)은 특별히 한정되지 않는다.

[0055] 도 1과 도 2를 참조로 하면, 기판 홈(101)의 나머지 부분을 이루는 홈 형성 구멍(121)이 절연층(120)에 형성된다. 홈 형성 구멍(121)은 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 포함한다.

[0056] 이러한 구성에 의해서, 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 기판(100)에, 기판 홈(101)이 형성될 수 있다. 그러나, 본 발명의 사상이 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 상부로 개방되는 기판 홈(101)이 형성된 기판(100)의 구성은 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 후술할 본 발명의 제 2 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 경우에는, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않고, 기판(100)에 상부로 개방되는 기판 홈(101)이 형성될 수 있다. 이 경우에, 기판 홈(101)은 상술한 처마 구조(101-3), 본체 홈(111), 중간 개구부(111-1), 및 홈 형성 구멍(121)을 포함하지 않게 된다. 또한, 후술할 본 발명의 제 3 실시

예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 경우에는, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하나, 기판 홈(101)이 절연층(120)에 형성될 수 있다. 이 경우에, 기판 홈(101)은 상술한 처마 구조(101-3), 본체 홈(111), 및 중간 개구부(111-1)를 포함하지 않게 된다. 또한, 기판 홈(101)은 상술한 제 1 실시예의 홈 형성 구멍(121)이 될 수도 있다.

[0057] 나노 구조물(200)은 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 기판(100) 상에 배치된다. 나노 구조물(200)은 홈 개구부(101-1)를 가로질러서 일측과 타측이 기판(100)에 접촉되는 것으로 기판(100)에 지지된다. 이에 따라, 나노 구조물(200)은 기판 홈(101)의 바닥면인 홈 바닥면(101-2)으로부터 기판 홈(101)의 깊이만큼 이격되게 배치된다. 즉, 나노 구조물(200)이 기판 홈(101)의 홈 바닥면(101-2)으로부터 이격되게 기판(100) 상에 배치되는 브리지 구조가 만들어진다.

[0058] 예를 들어, 나노 구조물(200)이 담긴 용액을 기판(100) 상에 떨어뜨리거나, 나노 구조물(200)이 담긴 용액에 기판(100)을 담글 수 있다. 이 후, 기판(100) 상의 용액을 건조시켜서, 나노 구조물(200)이, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 이 외, 드랍 캐스팅(drop casting), 딥 코팅(dip coating), 또는 스핀 코팅(spin coating) 등의 코팅법 등을 사용하여, 나노 구조물(200)이, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 그러나, 나노 구조물(200)이, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치되는 방법은 특별히 한정되지 않는다.

[0059] 나노 구조물(200)은 적어도 어느 하나의 부분이 나노 사이즈를 가질 수 있다. 예를 들어, 나노 구조물(200)이 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 나노 구조물(200)의 너비와 높이가 나노 사이즈를 가질 수 있다. 예를 들어, 나노 구조물(200)은 와이어, 메쉬, 빔, 플레이트 등에 의해 형성될 수 있다. 그러나, 나노 사이즈를 가지는 나노 구조물(200)의 부분, 및 나노 구조물(200)을 형성하는 물질의 종류는 이에 한정되지 않는다.

[0060] 나노 물질(300)은, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에 증착되어 배치될 수 있다. 예를 들어, 나노 물질(300)은 나노파티클(nanoparticle), 나노로드(nanorod), 나노필름(nanofilm), 탄소나노튜브(CNT, Carbon Nanotube), 및 양자점(QD, Quantum Dot) 중 적어도 하나의 물질일 수 있다. 또한, 이러한 나노 물질(300)은, 증발 증착(evaporation), 스퍼터링(sputtering), 화학 증착(CVD, Chemical Vapor Deposition), 산화(oxidation), 스프레이 코팅(spray coating), 드랍 코팅(drop coating), 또는 딥 코팅(dip coating) 등의 증착 방법을 통해, 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착되어 배치될 수 있다. 그러나, 나노 물질(300)의 종류, 또는 나노 물질(300)이 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착되어 배치되는 방법은 특별히 한정되지 않는다.

[0061] 한편, 나노 구조물(200)이 기판(100)의 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 나노 구조물(200)의 길이는 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 클 수 있다. 또한, 나노 구조물(200)의 너비는 홈 개구부(101-1)의 너비 보다 작을 수 있다. 또한, 나노 물질(300)이 배치되는 나노 구조물(200)의 일부 영역인 나노 물질 배치 영역(201)의 너비는 홈 개구부(101-1)의 너비 보다 작을 수 있다. 이 경우, 나노 물질 배치 영역(201)의 길이는 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 작을 수 있다. 또한, 나노 물질 배치 영역(201)의 길이는 홈 개구부(101-1)의 길이와 동일하거나 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 클 수 있다. 또한, 나노 물질 배치 영역(201)의 길이가 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 큰 경우에, 나노 물질 배치 영역(201)의 길이는 나노 구조물(200)의 길이 보다 작거나 나노 구조물(200)의 길이와 동일할 수 있다.

[0062] 상술한 조건에서, 홈 바닥면(101-2)의 길이와 홈 개구부(101-1)의 길이가 모두 나노 물질 배치 영역(201)의 길이 보다 작게 할 수 있다. 또한, 포토 리소그래피를 통해, 기판(100) 상에 코팅된 감광제(2)에 상부로 개방된 개방부(4)를 형성할 수 있다. 또한, 개방부(4)를 통해, 나노 물질(300)을, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착하여 나노 물질 배치 영역(201)이 형성될 수 있다. 이 경우에는, 개방부(4)의 길이가 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 크기 때문에, 기판(100)의 기판 홈(101)에는 감광제(2)가 없으나, 나노 물질(300)은 기판(100)의 기판 홈(101) 내면에 모두 증착된다. 이에 따라, 감광제(2)를 제거하여도, 기판(100)의 기판 홈(101) 내면에 모두 증착된 나노 물질(300)의 적어도 일부가 제거되지 않는다. 이러한 상태에서, 기판(100)의 기판 홈(101) 내면에 증착된 나노 물질(300)이 기판(100) 상에 증착된 도전체(도시되지 않음)에 연결될 수 있다. 이에 의해서, 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착된 나노 물질(300)뿐만 아니라, 기판(100)의 기판 홈(101) 내면에 증착된 나노 물질(300)에도 전류가 흐르게 되어, 제대로 된 동작이 이루어지지 않을 수 있다.

[0063] 그러므로, 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착된 나노 물질(300)만 기판(100) 상에 증착된 도전체 등에 연결

되어 동작이 제대로 이루어지도록 하기 위해서는, 홈 바닥면(101-2)의 길이와 홈 개구부(101-1)의 길이 중 적어도 어느 하나가, 나노 물질 배치 영역(201)의 길이 보다 큰 것이 바람직하다.

[0064] 이하에서는 상술한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 작용 및 효과에 대하여 도 3을 참조로 하여 설명한다.

[0065] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)에서, 나노 구조물(200)은, 기판(100)의 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 기판(100) 상에 배치된다. 즉, 기판(100)의 기판 홈(101)과, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는 나노 구조물(200)에 의해서, 브리지 구조가 형성된다.

[0066] 이러한 구성에서는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질(300)이 증착되어 배치되는 것이, 포토 리소그래피를 통해서, 이루어질 수 있다. 즉, 포토 리소그래피를 통해서, 기판(100)에 감광제(2)가 코팅되고, 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에 상부로 개방된 개방부(4)가 형성될 수 있다. 이와 같이 감광제(2)에 형성된 개방부(4)를 통해, 나노 물질(300)을, 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착할 수 있다. 이러한 경우, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 유입된 나노 물질(300) 중 일부는 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착되고, 나머지는 기판 홈(101)의 홈 바닥면(101-2)에 침전된다. 이에 따라, 도 3에 도시된 바와 같이, 기판(100) 상에 코팅된 감광제(2)에 개방부(4)를 형성하는 경우나, 또는 나노 물질(300)을 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 증착하는 경우에, 빛의 회절, 진동 또는 물리적인 동작오차 등에 의해, 정렬 오차가 발생한다고 하더라도, 나노 물질(300)이 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착될 수 있다. 그러므로, 분해능이 높은 첨단 포토 리소그래피 장비가 아닌, 일반적인 수준의 분해능을 가지는 포토 리소그래피 장비를 사용하더라도, 나노 물질(300)의 나노 구조물(200)의 일부 영역에의 증착이 이루어질 수 있다.

[0067] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제 2 실시예에 따르면, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않고, 기판(00)에 상부로 개방되는 기판 홈(101)이 형성될 수 있다.

[0068] 이하, 도 4를 참조하여, 제 2 실시예를 설명한다. 도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면 사시도이다.

[0069] 본 발명의 제 2 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 제 1 실시예와 비교하였을 때, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않는다는 차이가 있는바, 이러한 차이점을 위주로 설명하며, 동일한 설명 및 도면부호는 상술한 실시예들을 원용한다.

[0070] 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 2 실시예의 기판(100)은 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않는다. 또한, 상부로 개방된 기판 홈(101)이 기판(100)에 형성될 수 있다. 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않기 때문에, 기판 홈(101)은 상술한 제 1 실시예의 처마 구조(101-3), 본체 홈(111), 중간 개구부(111-1), 및 홈 형성 구멍(121)을 포함하지 않게 된다.

[0071] 이와 같이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않는 경우, 기판(100)은 상술한 제 1 실시예의 기판 본체(110)와 같이, 등방성 또는 비등방성 식각이 가능할 수 있다. 상세하게, 기판(100)은 웨이퍼 또는 필름(film)의 형상일 수 있으며, 물성적으로, 기판(100)은 리지드 또는 플렉시블 할 수 있다. 결정학적으로, 기판(100)은 단결정체, 다결정체 또는 비정질체이거나, 결정상과 비정질상이 혼재된 혼합상일 수 있다. 기판(100)이 둘 이상의 층이 적층된 경우, 각 층은 서로 독립적으로 단결정체, 다결정체, 비정질체 또는 혼합상일 수 있다. 물질적으로, 기판(100)은 반도체를 포함할 수 있다. 이러한 기판(100)은 실리콘(Si), 게르마늄(Ge) 또는 실리콘 게르마늄(SiGe)을 포함하는 4족 반도체; 갈륨비소(GaAs), 인듐인(InP) 또는 갈륨인(GaP)을 포함하는 3-5족 반도체; 황화카드뮴(CdS) 또는 텔루르화아연(ZnTe)을 포함하는 2-6족 반도체; 황화납(PbS)을 포함하는 4-6족 반도체; 또는 이들에서 선택된 둘 이상의 물질이 각 층을 이룰 수 있다.

[0072] 또한, 기판(100)은 상술한 제 1 실시예의 절연층(120)과 같이, 실리콘 산화물, 하프늄 산화물, 알루미늄 산화물, 지르코늄 산화물, 바륨-타이타늄 복합산화물, 이트륨 산화물, 텅스텐 산화물, 탄탈륨 산화물, 아연 산화물, 타이타늄 산화물, 주석 산화물, 바륨-지르코늄 복합산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 옥시나이트라이드, 지르코늄 실리케이트, 하프늄 실리케이트, 이들의 혼합물(mixture) 또는 이들의 복합물(composite) 등일 수 있다. 그러나, 기판(100)은 특별히 한정되지 않는다.

[0073] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제 3 실시예에 따르면, 기판 홈(101)이 절연층(120)에 형성될 수 있다.

[0074] 이하, 도 5를 참조하여, 제 3 실시예를 설명한다. 도 5는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된

나노 구조물의 단면 사시도이다.

[0075] 본 발명의 제 3 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 제 1 실시예와 비교하였을 때, 기판 홈(101)이 절연층(120)에 형성된다는 차이가 있는바, 이러한 차이점을 위주로 설명하며, 동일한 설명 및 도면부호는 상술한 실시예들을 원용한다.

[0076] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 3 실시예의 기판 홈(101)은 절연층(120)에 형성될 수 있다. 기판 홈(101)이 절연층(120)에 형성되기 때문에, 기판 홈(101)은 상술한 제 1 실시예의 처마 구조(101-3), 본체 홈(111), 및 중간 개구부(111-1)를 포함하지 않게 된다. 이 경우, 기판 홈(101)은 상술한 제 1 실시예의 홈 형성 구멍(121)이 될 수도 있다.

[0077] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제 4 실시예에 따르면, 나노 구조물(200)은 복수 개일 수 있으며, 나노 물질(300) 대신 변질부(400)를 포함할 수 있다.

[0078] 이하, 도 6과 도 7을 참조하여, 제 4 실시예를 설명한다. 도 6은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면 사시도이며, 도 7은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물의 단면도와 평면도이다.

[0079] 본 발명의 제 4 실시예를 설명함에 있어서, 상술한 제 1 실시예과 비교하였을 때, 나노 구조물(200)이 복수 개이며 나노 물질(300) 대신 변질부(400)를 포함한다는 차이가 있는바, 이러한 차이점을 위주로 설명하며, 동일한 설명 및 도면부호는 상술한 실시예들을 원용한다.

[0080] 도 6과 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 4 실시예의 나노 구조물(200)은 복수 개이다. 또한, 복수 개의 나노 구조물(200)은 서로 얽힌 상태로, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치된다. 예를 들어, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 담긴 용액을 기판(100) 상에 떨어뜨리거나, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 담긴 용액에 기판(100)을 담글 수 있다. 이 후, 기판(100) 상의 용액을 건조시켜서, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 이 외, 드랍 캐스팅(drop casting), 딥 코팅(dip coating) 또는 스핀 코팅(spin coating) 등의 코팅법 등을 사용하여, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 그러나, 복수 개의 나노 구조물(200)이 서로 얽힌 상태로, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치되는 방법은 특별히 한정되지 않는다.

[0081] 한편, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 기판(100)의 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 전체 길이는 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 클 수 있다. 또한, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 전체 너비는 홈 개구부(101-1)의 너비 보다 작을 수 있다. 또한, 변질부(400)가 되는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역인 후술할 변질 영역(202)의 너비는 홈 개구부(101-1)의 너비 보다 작을 수 있다. 이 경우, 변질 영역(202)의 길이는 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 작을 수 있다. 또한, 변질 영역(202)의 길이는 홈 개구부(101-1)의 길이와 동일하거나 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 클 수 있다. 또한, 변질 영역(202)의 길이가 홈 개구부(101-1)의 길이 보다 큰 경우에, 변질 영역(202)의 길이는 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 전체 길이 보다 작거나 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 전체 길이와 동일할 수 있다.

[0082] 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 4 실시예는 변질부(400)를 포함한다. 변질부(400)는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질 되어 형성된다. 예를 들어, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면에, 수산화 이온(OH^-)이나 아미노기($-NH_2$)를 붙여서, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면이 기능화되도록 할 수 있다. 또한, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 도핑(doping)하여, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면이 개질되도록 할 수 있다.

[0083] 한편, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)은, 상술한 제 2 실시예와 같이, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않을 수 있다. 또한, 상술한 제 3 실시예와 같이, 본 발명의

제 4 실시예에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)은, 기판 홈(101)이 절연층(120)에 형성될 수 있다.

[0084] 한편, 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 4 실시예와 같이, 복수 개의 나노 구조물(200)이 서로 얽힌 상태로, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록, 기판(100) 상에 배치되는 구성은, 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 1 내지 제 3 실시예와 같이 변질부(400)를 포함하지 않고, 나노 물질(300)을 포함하는 경우에도 적용 가능하다. 이 경우에는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 일부 영역에 나노 물질(300)이 적층되어 배치될 수 있다.

[0085] 또한, 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 4 실시예의 변질부(400)는, 본 발명에 따른 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)의 제 1 내지 제 3 실시예에도 나노 물질(300) 대신에 적용 가능하다. 이 경우에는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질되어, 변질부(400)가 형성될 수 있다.

[0087] 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법

[0088] 이하, 도 8 내지 도 11을 참조하여 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 대하여 설명한다.

[0089] 도 8은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 관한 구성도이며, 도 9는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 나타내는 도면이다.

[0090] 또한, 도 10은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 일 공정도이고, 도 11은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 다른 공정도이다.

[0091] 도 8과 도 9를 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법은, 브리지 구조 형성 단계(S100), 및 증착 단계(S200)를 포함한다.

[0092] 브리지 구조 형성 단계(S100)에서는, 기판(100)에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈(101)에 의해서 기판(100)의 상면에 제공되는 홈 개구부(101-1)를, 나노 구조물(200)이 가로지르는 브리지 구조를 만든다.

[0093] 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이, 브리지 구조 형성 단계(S100)는, 기판 준비 단계(S110), 나노 구조물 배치 단계(S120), 및 기판 홈 형성 단계(S130)를 포함할 수 있다.

[0094] 기판 준비 단계(S110)에서는, 기판(100)을 준비한다. 예를 들어, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함할 때, 기판 준비 단계(S110)는 기판 본체 준비 단계(S111), 및 절연층 배치 단계(S112)를 포함할 수 있다. 기판 본체 준비 단계(S111)에서는, 기판 본체(110)를 준비한다. 예를 들어, 기판 본체(110)는 실리콘 웨이퍼(silicon wafer)일 수 있다. 절연층 배치 단계(S112)에서는, 기판 본체(110) 상에 절연층(120)을 배치한다. 예를 들어, 절연층(120)은 실리콘 산화막(SiO_2)일 수 있으며, 실리콘 웨이퍼인 기판 본체(110)를 산화시켜 절연층(120)을 형성함으로써 기판 본체(110) 상에 절연층(120)이 배치되도록 할 수 있다.

[0095] 나노 구조물 배치 단계(S120)에서는, 기판(100) 상에 나노 구조물(200)을 배치한다. 예를 들어, 나노 구조물(200)이 담긴 용액을 기판(100) 상에 떨어뜨리거나, 나노 구조물(200)이 담긴 용액에 기판(100)을 담근 후에, 기판(100) 상의 용액을 건조시켜서, 기판(100) 상에 나노 구조물(200)이 배치되도록 할 수 있다.

[0096] 이 경우, 하나의 나노 구조물(200)이 기판(100) 상의 소정 영역에 배치되도록 할 수 있거나, 복수 개의 나노 구조물(200)이 서로 소정 거리 떨어져서 기판(100) 상에 각각 배치되도록 할 수 있다.

[0097] 기판 홈 형성 단계(S130)에서는, 기판(100)에 나노 구조물(200)이 가로지르는 홈 개구부(101-1)를 가지는 기판 홈(101)을 기판(100)에 형성한다. 하나의 나노 구조물(200)이 기판(100) 상의 소정 영역에 배치된 경우에, 기판 홈 형성 단계(S130)에서는, 하나의 나노 구조물(200)이 가로지르는 홈 개구부(101-1)를 가지는 하나의 기판 홈(101)을 기판(100)에 형성할 수 있다. 또한, 복수 개의 나노 구조물(200)이 서로 소정 거리 떨어져서 기판(100) 상에 각각 배치되는 경우에, 기판 홈 형성 단계(S130)에서는, 복수개의 나노 구조물(200) 각각이 가로지르는 홈 개구부(101-1)를 가지는 복수개의 기판 홈(101)을 기판(100)에 형성할 수 있다.

[0098] 예를 들어, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 경우에, 기판 홈 형성 단계(S130)는, 도 10에 도시된 바와 같이, 감광제 코팅 단계(S131), 노광 단계(S132), 현상 단계(S133), 절연층 식각 단계(S134),

및 기판 본체 식각 단계(S135)를 포함할 수 있다.

[0099] 감광제 코팅단계(S131)에서는, 기판(100)의 절연층(120) 상부에 포토레지스트(photoresist)라고 불리우는 감광제(2)를 코팅한다. 예를 들어, 스핀 코팅에 의해서, 감광제(2)를 기판(100)의 절연층(120) 상부에 코팅할 수 있다. 이 경우, 감광제(2)는 네가티브 감광제일 수 있다.

[0100] 노광단계(S132)에서는, 포토 마스크(3)를 이용하여 감광제(2)에 자외선 노광을 수행한다. 예를 들어, 감광제(2)가 네가티브 감광제라면, 기판 홈(101)이 형성될 부분의 상부의 감광제(2)의 부분을 제외한 감광제의 부분에 포토 마스크(3)를 이용하여 자외선 노광이 수행될 수 있다.

[0101] 현상단계(S133)에서는, 현상액을 이용하여 기판 홈(101)이 형성될 부분의 상부의 감광제(2)의 부분을 제거한다. 이에 의해서, 감광제(2)에는 나노 구조물(200)과 절연층(120)의 일부가 외부로 노출되도록 상부로 개방되는 개방부(4)가 형성된다.

[0102] 절연층 식각 단계(S134)에서는, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 외부로 노출된 절연층(120)의 부분을, 에칭액 또는 에칭가스에 의해서 제거할 수 있다. 이에 따라, 절연층(120)에 홈 개구부(101-1)를 가지는 홈 형성 구멍(121)이 형성될 수 있다.

[0103] 기판 본체 식각단계(S135)에서는, 감광제(2)를 제거하고, 홈 형성 구멍(121)을 통해 기판 본체(110)를 식각한다. 예를 들어, 적어도 하나 이상의 가스를 이용하여 홈 형성 구멍(121)을 통해 기판 본체(110)를 등방 식각할 수 있다. 이에 의해서, 기판 본체(110)에 홈 바닥면(101-2)과 중간 개구부(111-1)를 가지는 본체 홈(111)이 형성될 수 있다. 또한, 홈 개구부(101-1), 중간 개구부(111-1), 및 홈 바닥면(101-2)을 가지는 기판 홈(101)이, 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 기판(100)에 형성될 수 있다. 한편, 기판 본체 식각단계(S135)에서는 감광제(2)를 제거하지 않은 상태에서, 홈 형성 구멍(121)을 통해 기판 본체(110)를 식각할 수도 있다. 이 경우에는 기판 본체(110)의 식각 후 감광제(2)를 제거할 수 있다.

[0104] 증착 단계(S200)에서는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질(300)을 증착한다. 증착 단계(S200)에서는, 기판(100) 상에 감광제를 코팅하고, 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에 상부로 개방된 개방부(4)를 형성한 후, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 나노 구조물(200)의 일부 영역에 나노 물질(300)을 증착할 수 있다. 즉, 증착 단계(S200)에서는, 포토 리소그래피를 통해, 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에 상부로 개방된 개방부(4)를 형성한 후, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 나노 구조물(200)의 일부 영역에 나노 물질(300)을 코팅할 수 있다.

[0105] 이 경우, 나노 구조물(200)이 홈 개구부(101-1)를 가로지르는 방향을 길이방향으로 할 때, 감광제(2)의 개방부(4)의 너비는 나노 구조물(200)의 너비보다 클 수 있다. 이에 따라, 개방부(4)는 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위뿐만 아니라, 기판 홈(101)의 홈 바닥면(101-2)까지 연장될 수 있다. 또한, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 유입된 나노 물질(300) 중 일부는 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착되고, 나머지는 기판 홈(101)의 홈 바닥면(101-2)에 침전된다. 이에 의해서, 기판(100) 상에 코팅된 감광제(2)에 개방부(4)를 형성하는 경우나, 또는 나노 물질(300)을 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착하는 경우에, 빛의 회절, 진동 또는 물리적인 동작오차 등에 의해, 정렬 오차가 발생한다고 하더라도, 나노 물질(300)이 나노 구조물(200)의 일부 영역에 증착될 수 있다. 그러므로, 일반적인 수준의 분해능을 가지는 포토 리소그래피 장비를 사용하더라도, 나노 물질(300)의 나노 구조물(200)의 일부 영역에의 증착이 이루어질 수 있다.

[0106] 예를 들어, 증착 단계(S200)는, 도 10에 도시된 바와 같이, 감광제 코팅 단계(S210), 노광 단계(S220), 현상 단계(S230), 및 나노 물질 배치 단계(S240)를 포함할 수 있다.

[0107] 감광제 코팅단계(S210)에서는, 기판(100) 상에 감광제(2)를 코팅한다. 예를 들어, 스핀 코팅에 의해서 감광제(2)를 기판(100) 상에 코팅할 수 있다. 이 경우, 감광제(2)는 포지티브 감광제일 수 있다.

[0108] 노광단계(S220)에서는, 포토 마스크(3)를 이용하여 감광제(2)에 자외선 노광을 수행한다. 예를 들어, 감광제(2)가 포지티브 감광제라면, 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에 포토 마스크(3)를 이용하여 자외선 노광이 수행될 수 있다.

[0109] 현상단계(S230)에서는, 현상액을 이용하여 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분을 제거한다. 이에 의해서, 나노 물질(300)이 증착될 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)

의 부분에는 상부로 개방된 개방부(4)가 형성될 수 있다.

[0110] 나노 물질 배치 단계(S240)에서는, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 나노 물질(300)을 증착할 수 있다. 이에 따라, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질(300)이 증착될 수 있다.

[0111] 이후, 감광제(2)를 제거하면, 도1과 도2에 도시된 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)이 만들어진다.

[0112] 한편, 도 11을 참조하면, 브리지 구조 형성 단계(S100)는, 기판 준비 단계(S110), 기판 홈 형성 단계(S120'), 및 나노 구조물 배치 단계(S130')를 포함할 수도 있다.

[0113] 기판 준비 단계(S110)에서는, 기판(100)을 준비한다. 예를 들어, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함할 때, 기판 준비 단계(S110)는 기판 본체 준비 단계(S111), 및 절연층 배치 단계(S112)를 포함할 수 있다. 기판 본체 준비 단계(S111)에서는, 기판 본체(110)를 준비한다. 예를 들어, 기판 본체(110)는 실리콘 웨이퍼(silicon wafer)일 수 있다. 절연층 배치 단계(S112)에서는, 기판 본체(110) 상에 절연층(120)을 배치한다. 예를 들어, 절연층(120)은 실리콘 산화막(SiO_2)일 수 있으며, 실리콘 웨이퍼인 기판 본체(110)를 산화시켜 절연층(120)을 형성함으로써, 기판 본체(110) 상에 절연층(120)이 배치되도록 할 수 있다.

[0114] 기판 홈 형성 단계(S120')에서는, 홈 개구부(101-1)를 가지는 기판 홈(101)을 기판(100)에 형성한다. 예를 들어, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 경우에, 기판 홈 형성 단계(S120')는, 도 11에 도시된 바와 같이, 감광제 코팅 단계(S121'), 노광 단계(S122'), 현상 단계(S123'), 절연층 식각 단계(S124'), 및 기판 본체 식각 단계(S125')를 포함할 수 있다.

[0115] 감광제 코팅단계(S121')에서는, 기판(100)의 절연층(120) 상부에 감광제(2)를 코팅한다. 예를 들어, 스핀 코팅에 의해서 감광제(2)를 기판(100)의 절연층(120) 상부에 코팅할 수 있다. 이 경우, 감광제(2)는 네가티브 감광제일 수 있다.

[0116] 노광단계(S122')에서는, 포토 마스크(3)를 이용하여 감광제(2)에 자외선 노광을 수행한다. 예를 들어, 감광제(2)가 네가티브 감광제라면, 기판 홈(101)이 형성될 부분의 상부의 감광제(2)의 부분을 제외한 감광제(2)의 부분에 포토 마스크(3)를 이용하여 자외선 노광이 수행될 수 있다.

[0117] 현상단계(S123')에서는, 현상액을 이용하여 기판 홈(101)이 형성될 부분의 상부의 감광제(2)의 부분을 제거한다. 이에 의해서, 감광제(2)에는 나노 구조물(200)과 절연층(120)의 일부가 외부로 노출되도록 상부로 개방되는 개방부(4)가 형성된다.

[0118] 절연층 식각단계(S124')에서는, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 외부로 노출된 절연층(120)의 부분을, 에칭액 또는 에칭가스에 의해서 제거할 수 있다. 이에 따라, 절연층(120)에 홈 개구부(101-1)를 가지는 홈 형성 구멍(121)이 형성될 수 있다.

[0119] 기판 본체 식각단계(S125')에서는, 감광제(2)를 제거하고, 홈 형성 구멍(121)을 통해 기판 본체(110)를 식각한다. 예를 들어, 적어도 하나 이상의 가스를 이용하여 홈 형성 구멍(121)을 통해 기판 본체(110)를 등방식각할 수 있다. 이에 의해서, 기판 본체(110)에 홈 바닥면(101-2)과 중간 개구부(111-1)를 가지는 본체 홈(111)이 형성될 수 있다. 또한, 홈 개구부(101-1), 중간 개구부(111-1), 및 홈 바닥면(101-2)을 가지는 기판 홈(101)이, 기판 본체(110)와 절연층(120)을 포함하는 기판(100)에 형성될 수 있다. 한편, 기판 본체 식각단계(S135)에서는 감광제(2)를 제거하지 않은 상태에서, 홈 형성 구멍(121)을 통해 기판 본체(110)를 식각할 수도 있다. 이 경우에는 기판 본체(110)의 식각 후 감광제(2)를 제거할 수 있다.

[0120] 나노 구조물 배치 단계(S130')에서는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치한다. 예를 들어, 나노 구조물(200)이 담긴 용액을 기판(100) 상에 떨어뜨리거나, 나노 구조물(200)이 담긴 용액에 기판(100)을 담근 후에, 기판(100) 상의 용액을 건조시켜서, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 나노 구조물(200)이 기판(100) 상에 배치되도록 할 수 있다.

[0121] 이 경우, 하나의 기판 홈(101)이 기판(100)에 형성되도록 한 후, 하나의 나노 구조물(200)이 하나의 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 기판(100) 상에 배치될 수 있다. 또한, 기판(100)에 복수 개의 기판 홈(101)이 형성되도록 한 후, 복수 개의 나노 구조물(200) 각각이 각 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 기판(100) 상에 배치될 수 있다.

[0122] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법과 같이, 브리지 구조 형성 단계(S100), 및 증

착 단계(S200)를 포함하는 경우에, 나노 구조물(200)은 상술한 바와 같이 하나가 아니라 복수 개가 서로 얽힌 것일 수도 있다. 이러한 경우에, 브리지 구조 형성 단계(S100)의 나노 구조물 배치 단계(S120, S130')에서는 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치하거나, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치할 수 있다. 또한, 증착 단계(S200)에서는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질(300)을 증착할 수 있다.

[0123] 한편, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에서는, 도 12에 도시된 바와 같이 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않을 수도 있다. 이 경우에는, 도 10과 도 11에 도시된 공정의 기판 준비 단계(S100)가 기판 본체 준비 단계(S111)와 절연층 배치 단계(S112)로 나뉘지 않을 수 있다. 또한, 기판(100)이 실리콘(Si) 등과 같이 기판 본체(110)와 동일한 소재로 형성된다면, 도 10과 도 11에 도시된 공정의 기판 홈 형성 단계(S130, S120')의 절연층 식각 단계(S134, S124')가 생략될 수 있다. 또한, 기판(100)이 실리콘 산화물(SiO_2) 등과 같이 절연층(120)과 동일한 소재로 형성된다면, 도 10과 도11에 도시된 공정의 기판 홈 형성 단계(S130, S120')의 기판 본체 식각단계(S135, S125')가 생략될 수 있다.

[0124] 또한, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에서는, 도 13에 도시된 바와 같이 기판 홈(101)이 기판(100)의 절연층(120)에 형성될 수 있다. 이 경우에는, 도 10과 도 11에 도시된 공정의 기판 홈 형성 단계(S130, S120')의 기판 본체 식각단계(S135, S125')가 생략될 수 있다.

[0125] 한편, 이러한 구성 이외에도, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에서는, 브리지 구조 형성 단계(S100)에서 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 기판(100) 상에 배치되고, 증착 단계(S200) 대신에 변질 단계(S300)를 포함할 수 있다.

[0126] 이하, 도 14 내지 도 17을 참조하여, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 설명한다. 도 14는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에 관한 구성도이며, 도 15는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 나타내는 도면이다.

[0127] 또한, 도 16은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 일 공정도이고, 도 17은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 도시한 다른 공정도이다.

[0128] 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법을 설명함에 있어서, 상술한 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법과 비교하였을 때, 브리지 구조 형성 단계(S100)에서 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 기판(100) 상에 배치되고 증착 단계(S200) 대신에 변질 단계(S300)를 포함한다는 차이가 있는바, 이러한 차이점을 위주로 설명하며, 동일한 설명 및 도면부호는 상술한 실시예들을 원용한다.

[0129] 도 14 내지 도 17을 참조하면, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에서는, 브리지 구조 형성 단계(S100)의 나노 구조물 배치 단계(S120, S130')에서 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치하거나, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치할 수 있다. 예를 들어, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 담긴 용액을 기판(100) 상에 떨어뜨리거나, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 담긴 용액에 기판(100)을 담근 후에, 기판(100) 상의 용액을 건조시켜서, 기판(100) 상에 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 배치되도록 하거나, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치할 수 있다. 이 경우, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)은 복수 개일 수 있다.

[0130] 도 14 내지 도 17을 참조하면, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법은, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법의 증착 단계(S200) 대신에 변질 단계(S300)를 포함한다.

[0131] 변질 단계(S300)에서는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 기능화 하거나 또는 개질하여 변질부(400)를 형성한다. 변질 단계(S300)에서는,_기판(100) 상에 감광제(2)를 코팅하고, 변질부(400)가 될 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에 상부로 개방되는 개방부(4)를 형성한 후, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역의 표면이 기능화되거나 개질되도록 할 수 있다.

[0132] 이 경우, 감광제(2)의 개방부(4)의 너비는 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 전체 너비보다 클 수 있다. 이에 따라, 개방부(4)는 변질부(400)가 될, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역 위뿐만 아니라,

기판 홈(101)의 홈 바닥면(101-2)까지 연장될 수 있다. 또한, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 유입된, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역의 변질을 위한 물질 중 일부는 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역을 변질시키고, 나머지는 기판 홈(101)의 홈 바닥면(101-2)에 침전된다. 이에 의해서, 기판(100) 상에 코팅된 감광제(2)에 개방부(4)를 형성하는 경우나, 또는 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역의 변질을 위한 물질을 감광제(2)의 개방부(4)를 통해 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부의 변질을 위해 사용하는 경우에, 빛의 회절, 진동 또는 물리적인 동작오차 등에 의해, 정렬 오차가 발생한다고 하더라도, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역이 변질될 수 있다. 그러므로, 일반적인 수준의 분해능을 가지는 포토 리소그래피 장비를 사용하더라도, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역을 변질할 수 있다.

[0133] 예를 들어, 변질 단계(S300)는, 도 16에 도시된 바와 같이, 감광제 코팅 단계(S310), 노광 단계(S320), 현상 단계(S330), 및 표면 작업 단계(S340)를 포함할 수 있다.

[0134] 감광제 코팅단계(S310)에서는, 기판(100) 상에 감광제(2)를 코팅한다. 예를 들어, 스핀 코팅에 의해서 감광제(2)를 기판(100) 상에 코팅할 수 있다. 이 경우, 감광제(2)는 포지티브 감광제일 수 있다.

[0135] 노광 단계(S320)에서는, 포토 마스크(3)를 이용하여 감광제(2)에 자외선 노광을 수행한다. 예를 들어, 감광제(2)가 포지티브 감광제라면, 변질부(400)가 될, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에 포토 마스크(3)를 이용하여 자외선 노광이 수행될 수 있다.

[0136] 현상 단계(S330)에서는, 현상액을 이용하여 변질부(400)가 될, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분을 제거한다. 이에 의해서, 변질부(400)가 될, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역 위의 감광제(2)의 부분에는 상부로 개방된 개방부(4)가 형성될 수 있다.

[0137] 표면 작업 단계(S340)에서는, 감광제(2)의 개방부(4)를 통해, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 일부 영역의 표면을 기능화하거나 개질할 수 있다. 이에 따라, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에 변질부(400)가 형성될 수 있다.

[0138] 이후, 감광제(2)를 제거하면, 도4와 도5에 도시된 선택적으로 패터닝된 나노 구조물(1)이 만들어진다. 한편, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법과 같이, 브리지 구조 형성 단계(S100), 및 변질 단계(S300)를 포함하는 경우에, 나노 구조물(200)은 상술한 바와 같이 복수 개가 서로 얽힌 것이 아니라 하나일 수도 있다. 이러한 경우에, 브리지 구조 형성 단계(S100)의 나노 구조물 배치 단계(S120, S130')에서는 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치하거나, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르도록 나노 구조물(200)을 기판(100) 상에 배치할 수 있다. 또한, 변질 단계(S300)에서는, 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 가로지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 기능화 하거나 또는 개질하여 변질부(400)를 형성할 수 있다.

[0139] 한편, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에서도, 상술한 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법과 같이, 기판(100)이 기판 본체(110)와 절연층(120)으로 나뉘지 않을 수 있다. 이 경우에는, 도 16과 도 17에 도시된 공정의 기판 준비 단계(S100)가 기판 본체 준비 단계(S111)와 절연층 배치 단계(S112)로 나뉘지 않을 수 있다. 또한, 기판(100)이 실리콘(Si) 등과 같이 기판 본체(110)와 동일한 소재로 형성된다면, 도 16과 도 17에 도시된 공정의 기판 홈 형성 단계(S130, S120')의 절연층 식각 단계(S134, S124')가 생략될 수 있다. 또한, 기판(100)이 실리콘 산화물(SiO_2) 등과 같이 절연층(120)과 동일한 소재로 형성된다면, 도 16과 도17에 도시된 공정의 기판 홈 형성 단계(S130, S120')의 기판 본체 식각단계(S135, S125')가 생략될 수 있다.

[0140] 또한, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법에서도 상술한 본 발명의 제 1 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법과 같이, 기판 홈(101)이 기판(100)의 절연층(120)에 형성될 수 있다. 이 경우에는, 도 16과 도 17에 도시된 공정의 기판 홈 형성 단계(S130, S120')의 기판 본체 식각단계(S135, S125')가 생략될 수 있다.

[0141] 한편, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법의 브리지 구조 형성 단계(S100)의 기판 홈(101)의 홈 개구부(101-1)를 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)이 가로지르는 브리지 구조를 만드는 것은, 상술한 제 1 실시예의 브리지 구조 형성 단계(S100)에도 적용될 수 있다. 이 경우에는, 증착 단계(S200)에서, 홈 개구부(101-1)를 가로 지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역에

나노 물질(300)을 증착할 수 있다.

[0142] 또한, 본 발명의 제 2 실시예에 따른 나노 구조물의 선택적 패터닝 방법의 변질 단계(S300)는 상술한 제 1 실시예에서 증착 단계(S200) 대신에 적용될 수 있다. 이 경우에 증착 단계(S200) 대신 적용된 변질 단계(S300)에서는, 홈 개구부(101-1)를 가로 지르는, 나노 구조물(200)의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 기능화 하거나 또는 개질하여 변질부(400)를 형성할 수 있다.

[0143] 이상 본 발명의 실시예들을 구체적인 실시 형태로서 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명은 이에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 기술적 사상에 따르는 최광의 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시형태들을 조합/치환하여 적시되지 않은 형상의 패턴을 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

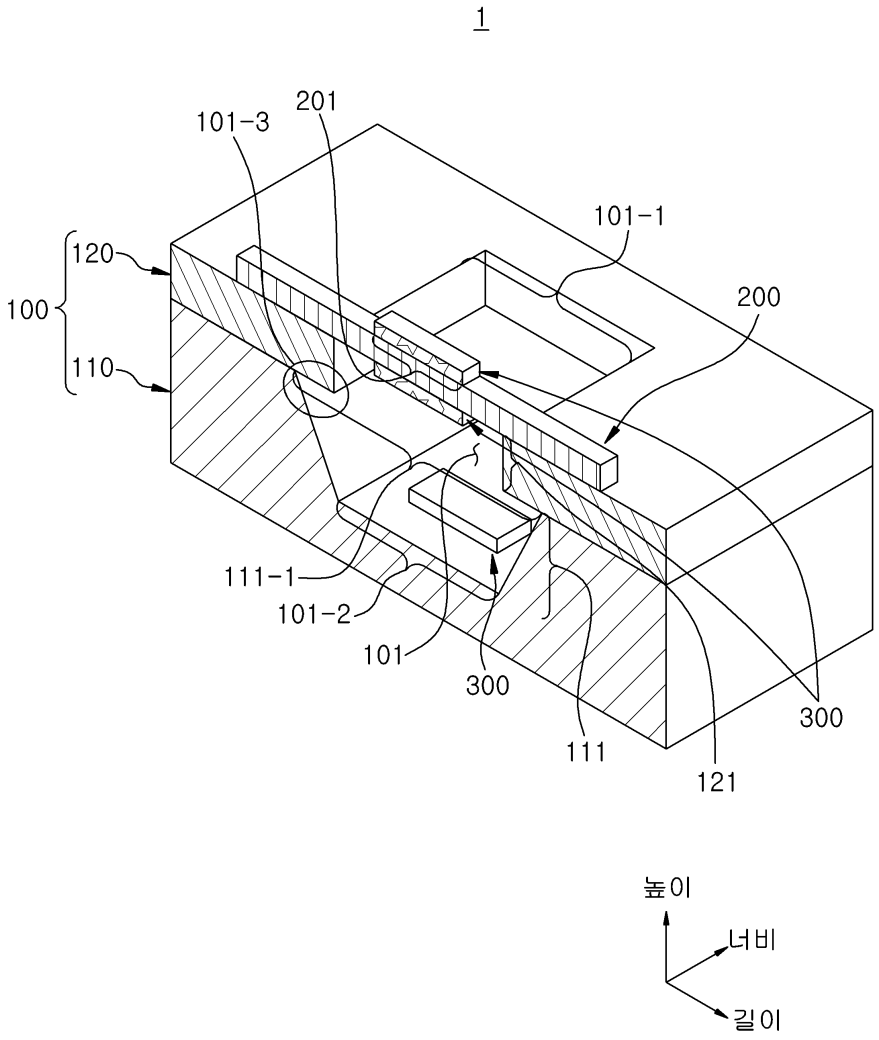
부호의 설명

[0144] 1: 선택적으로 패터닝된 나노 구조물

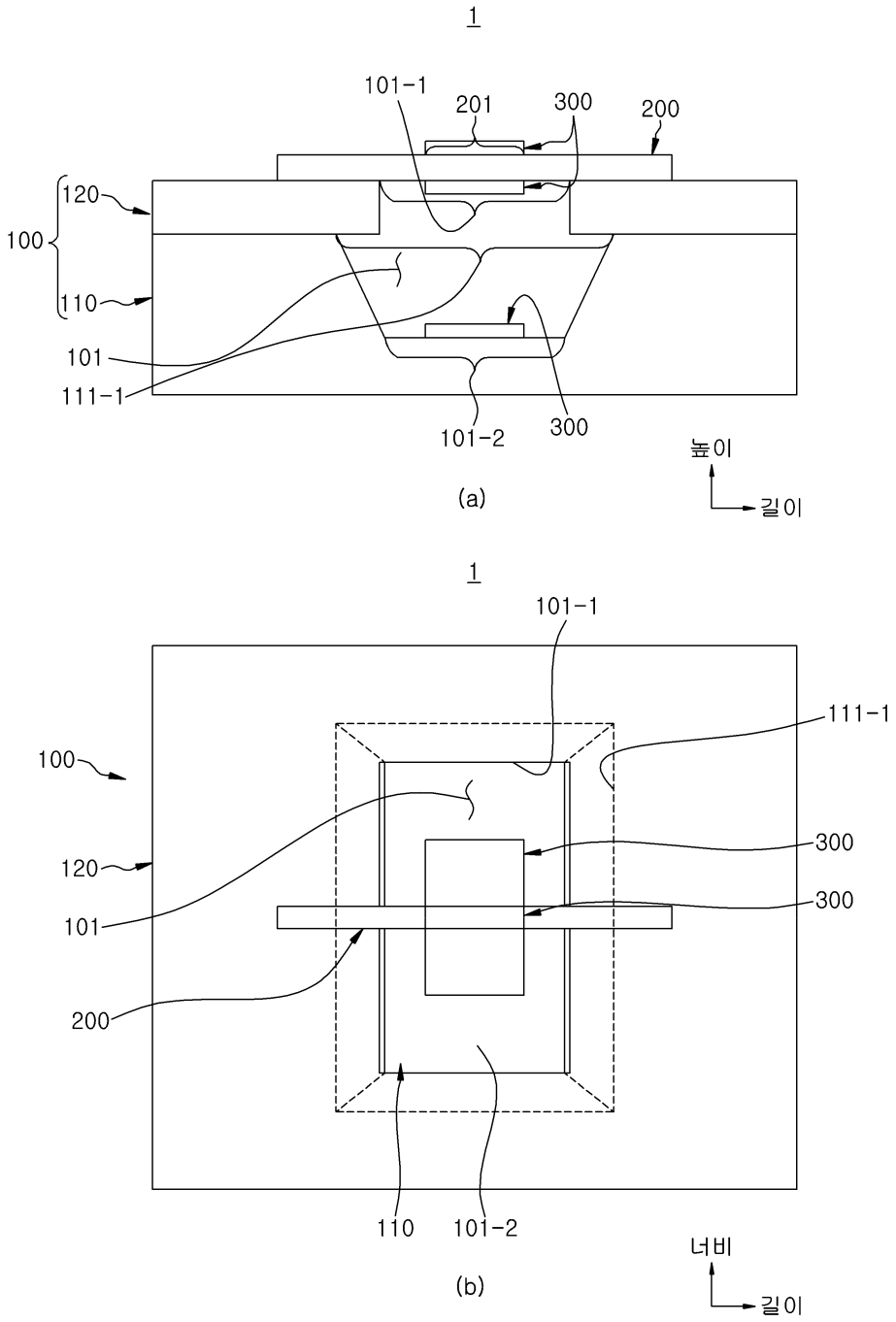
2 : 감광제	3 : 포토 마스크
4 : 개방부	100 : 기판
101 : 기판 홈	101-1 : 홈 개구부
101-2 : 홈 바닥면	101-3 : 처마 구조
110 : 기판 본체	111 : 본체 홈
111-1 : 중간 개구부	120 : 절연층
121 : 홈 형성 구멍	200 : 나노 구조물
201 : 나노 물질 배치 영역	202 : 변질 영역
300 : 나노 물질	400 : 변질부

도면

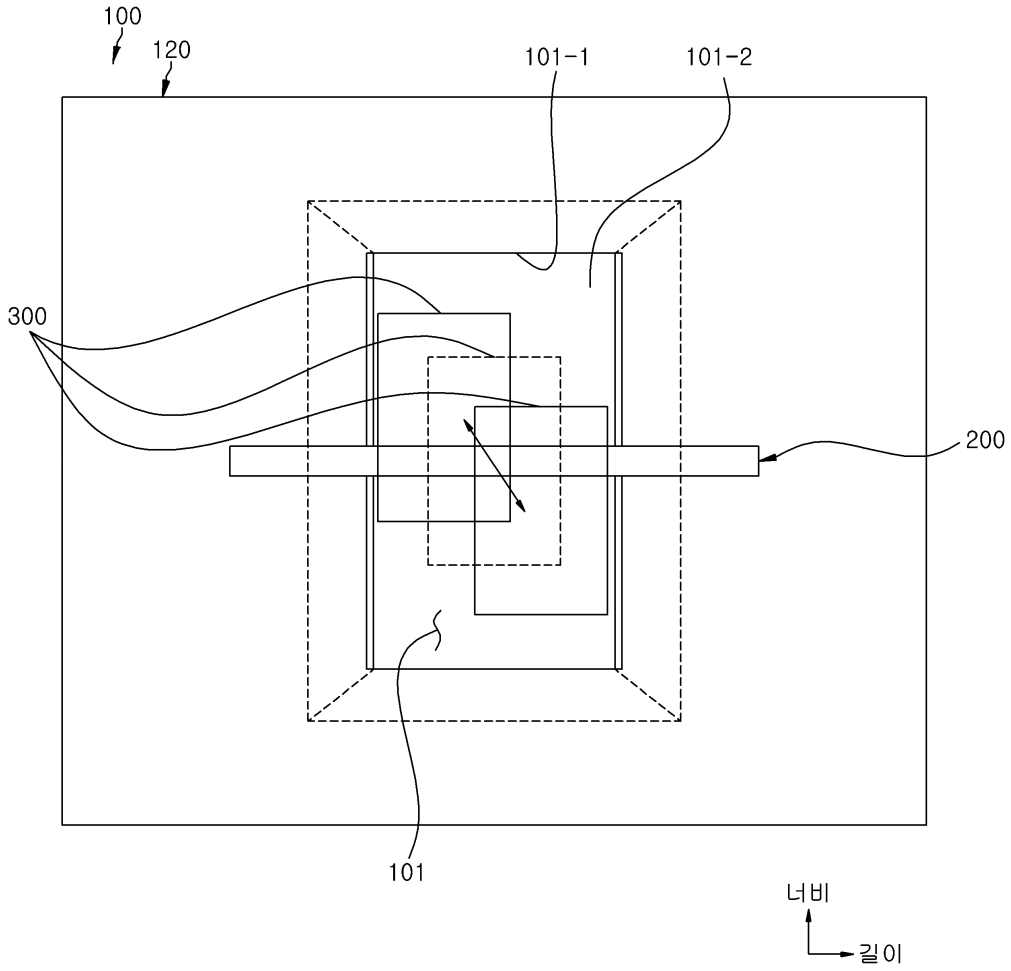
도면1


1
201
101-3
101-1
120
100
200
110
111-1
101-2
101
300
300
111
121
높이
너비
길이

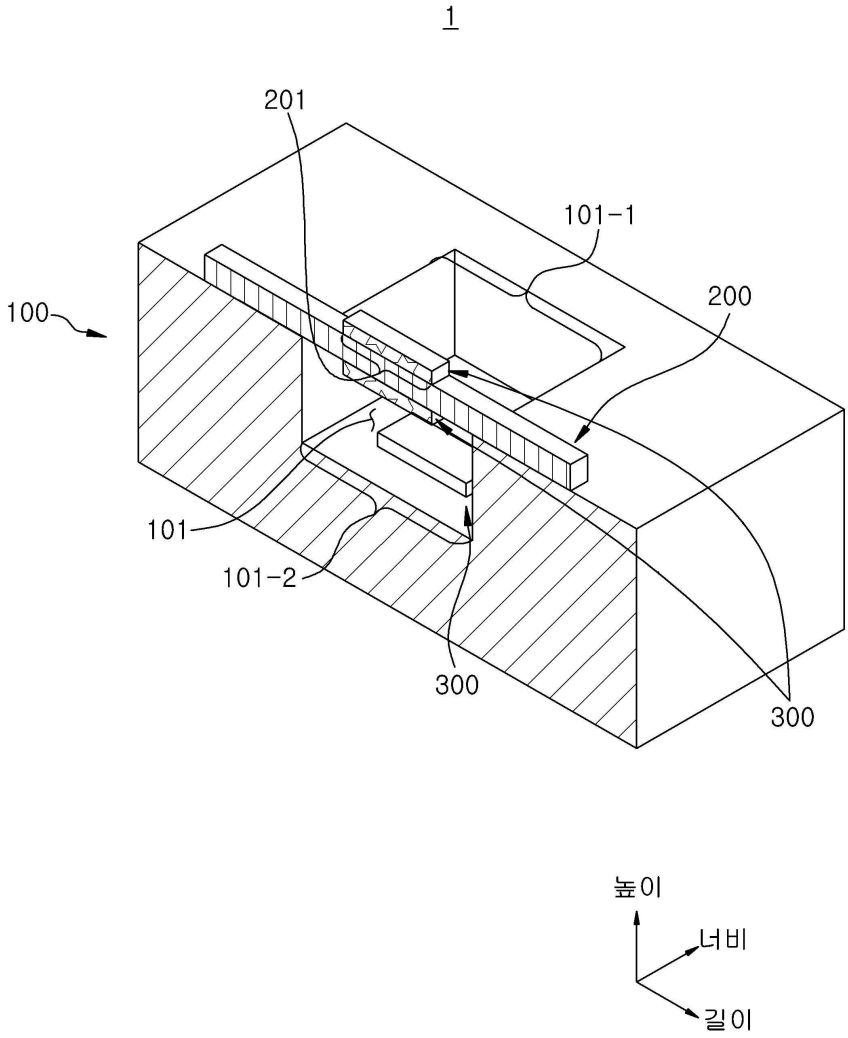
도면2


1
101-1
201
300
200
120
100
110
101
111-1
101-2
300
높이
길이
(a)
1
101-1
111-1
100
120
300
101
300
200
110
101-2
너비
길이
(b)

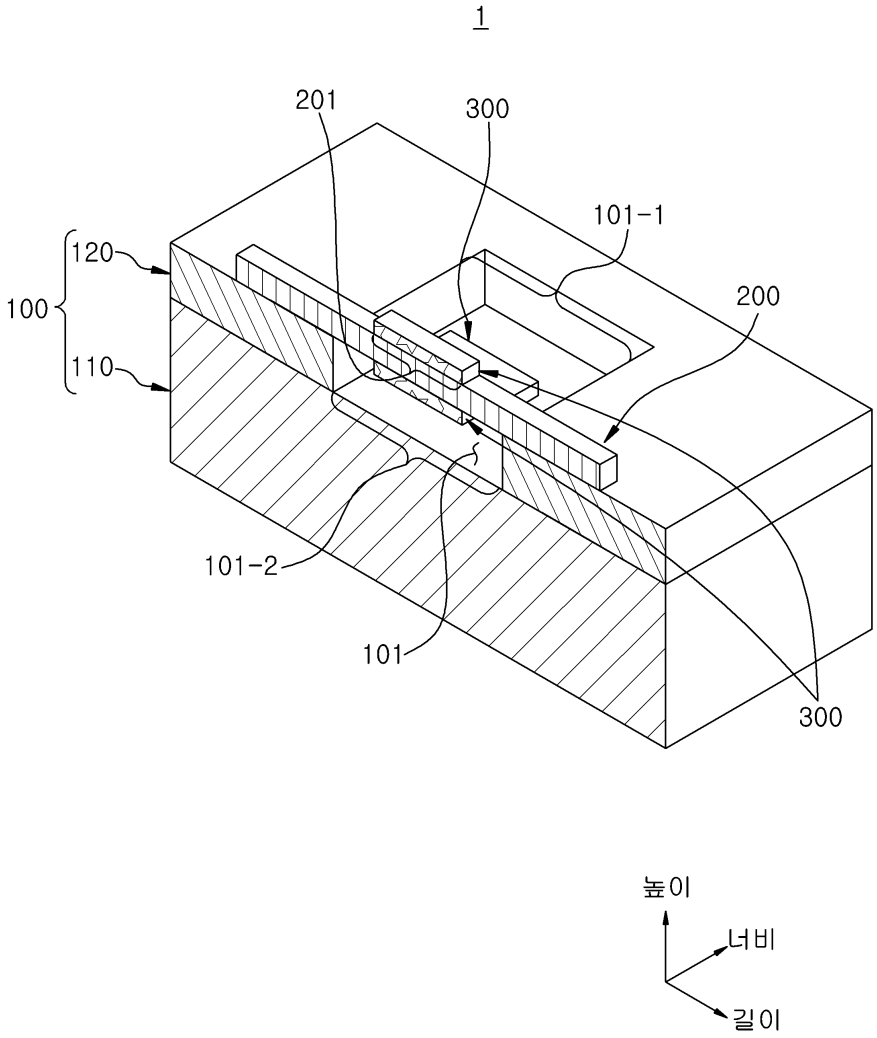
도면3



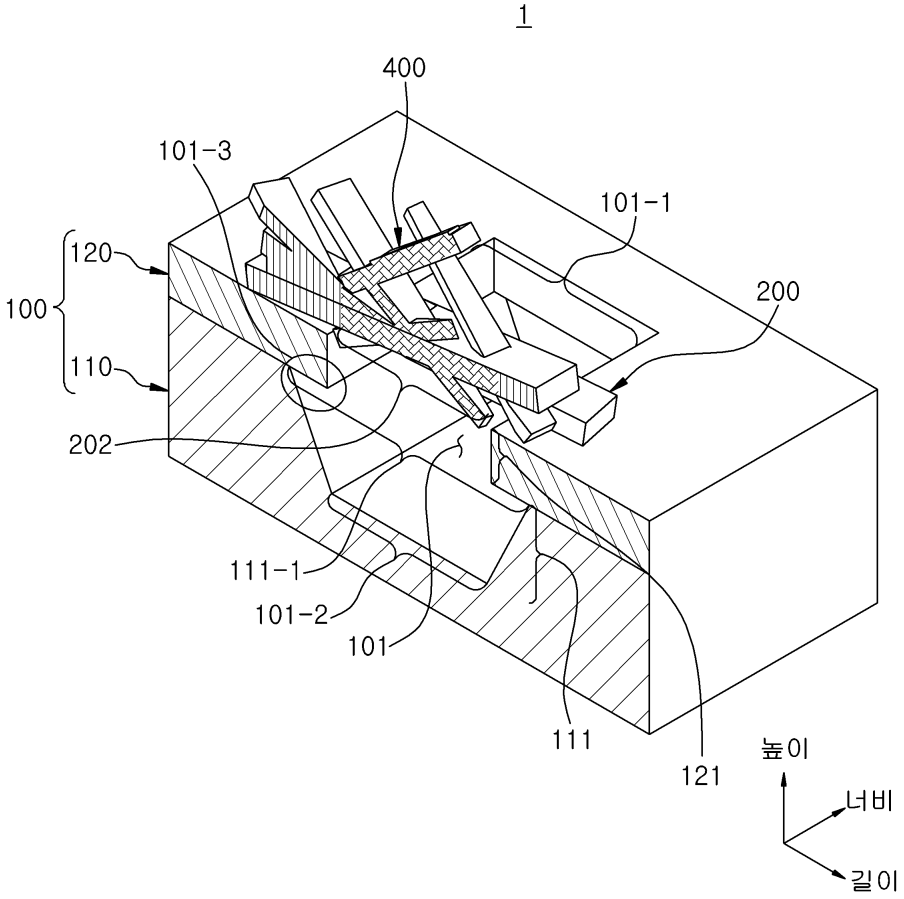
도면4



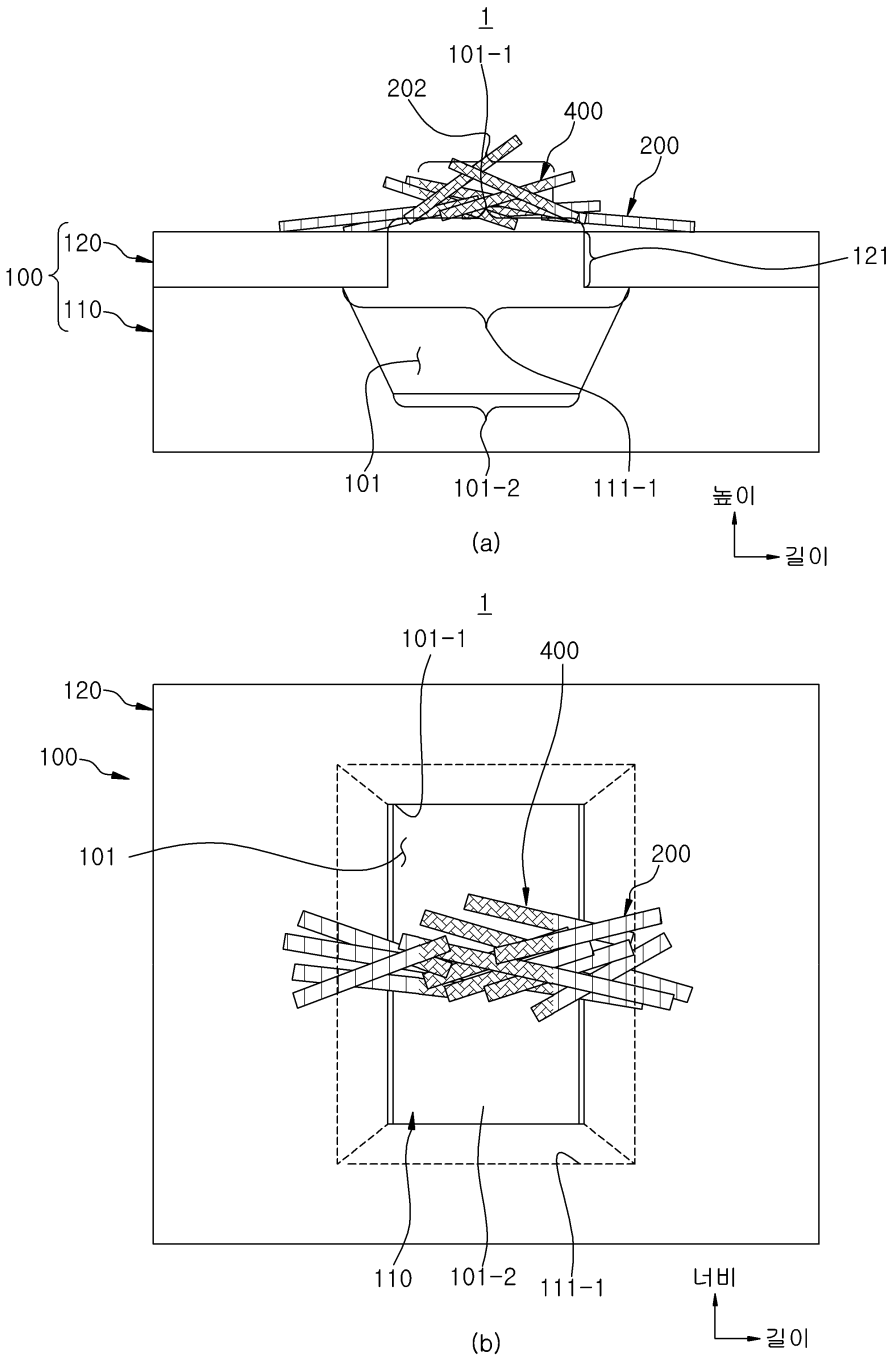
도면5



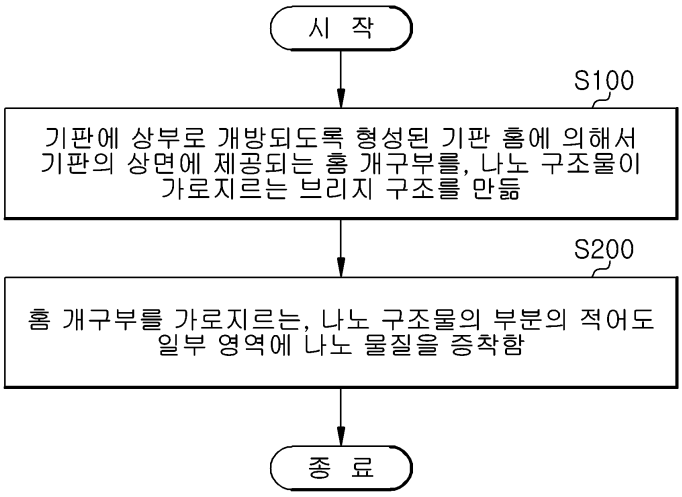
도면6


1
400
101-3
101-1
120
100
200
110
202
111-1
101-2
101
111
121
높이
너비
길이

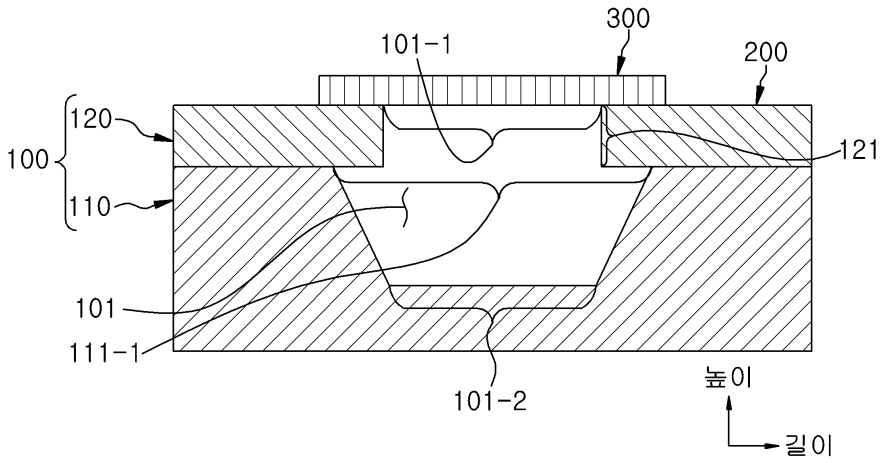
도면7


1
101-1
202
400
200
120
100
110
121
101
101-2
111-1
높이
길이
(a)
1
101-1
400
120
100
101
200
110
101-2
111-1
너비
길이
(b)

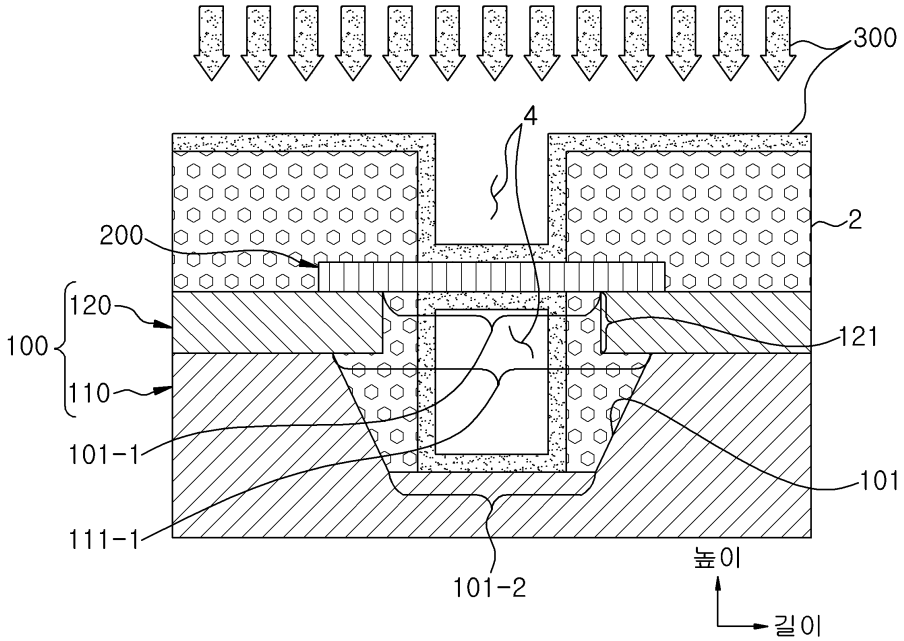
도면8


시 작
S100
기판에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈에 의해서 기판의 상면에 제공되는 홈 개구부를, 나노 구조물이 가로지르는 브리지 구조를 만듦
S200
홈 개구부를 가로지르는, 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역에 나노 물질을 증착함
종 료

도면9

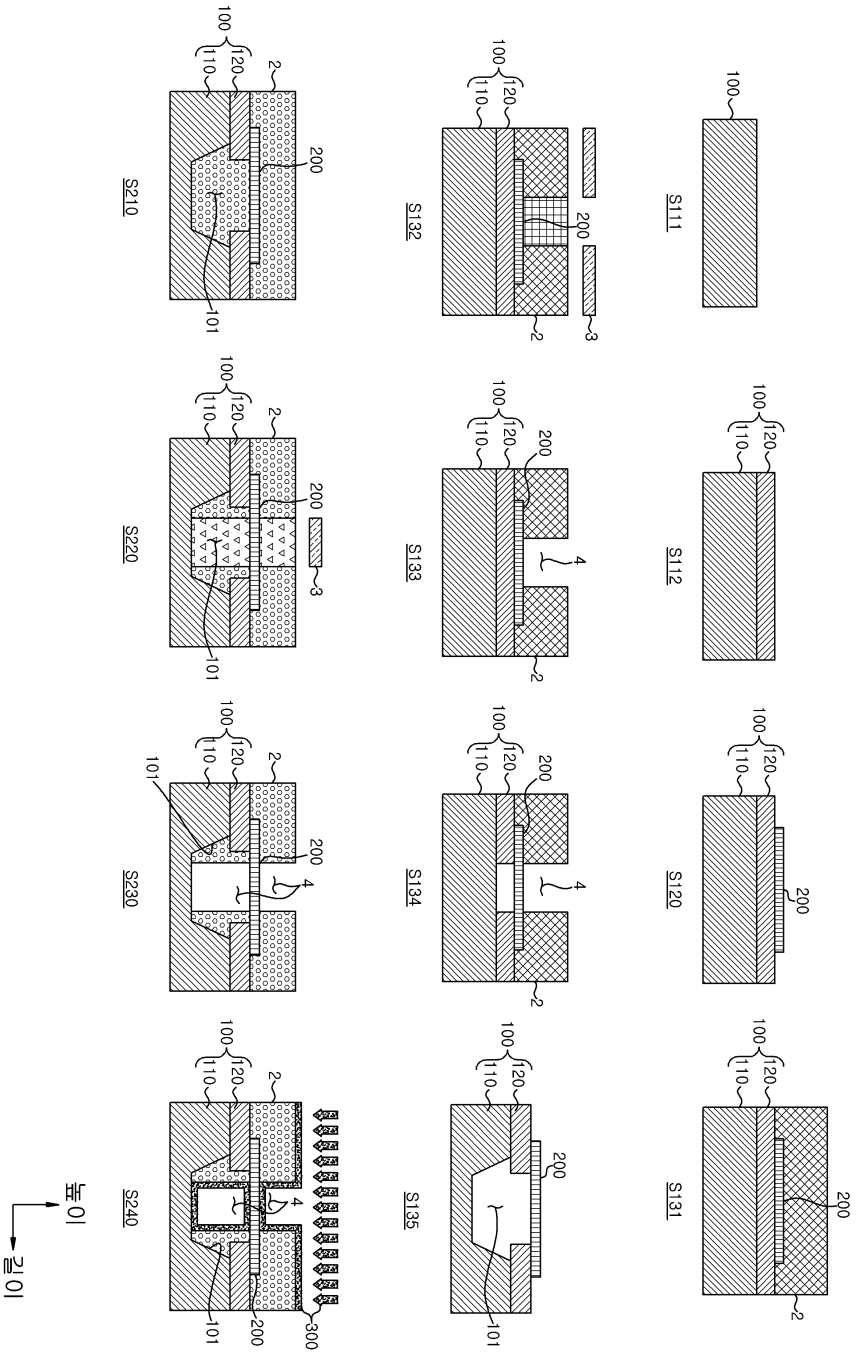


S100

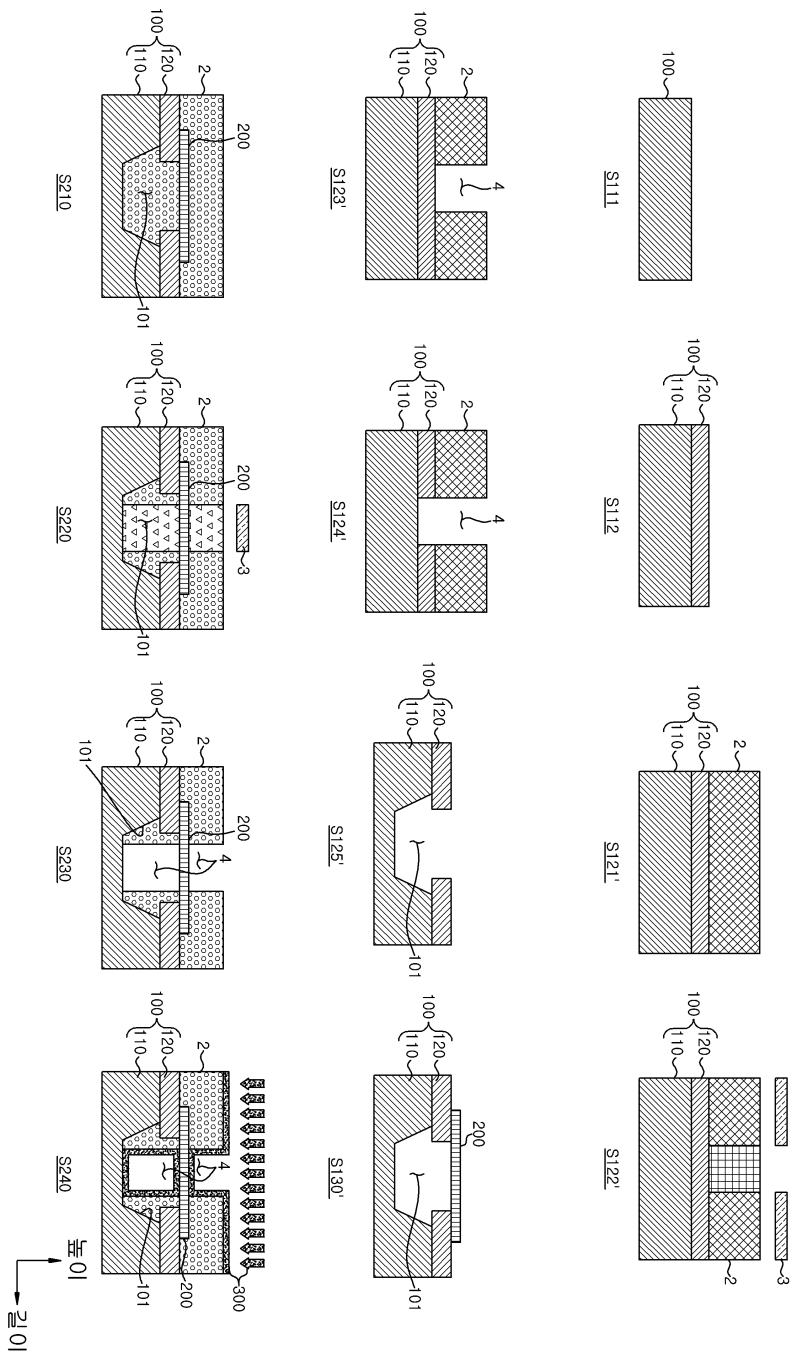


S200

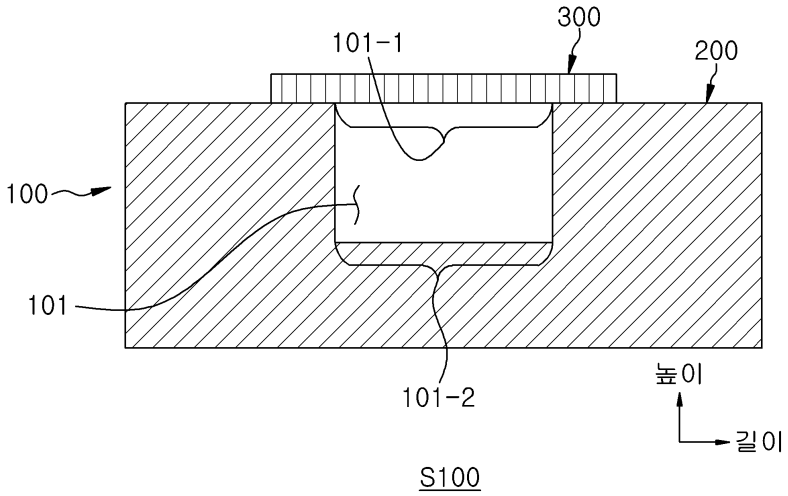
도면10


S111
S112
S120
S131
S132
S133
S134
S135
S210
S220
S230
S240
100
110
120
200
2
3
4
101
300
높이
길이

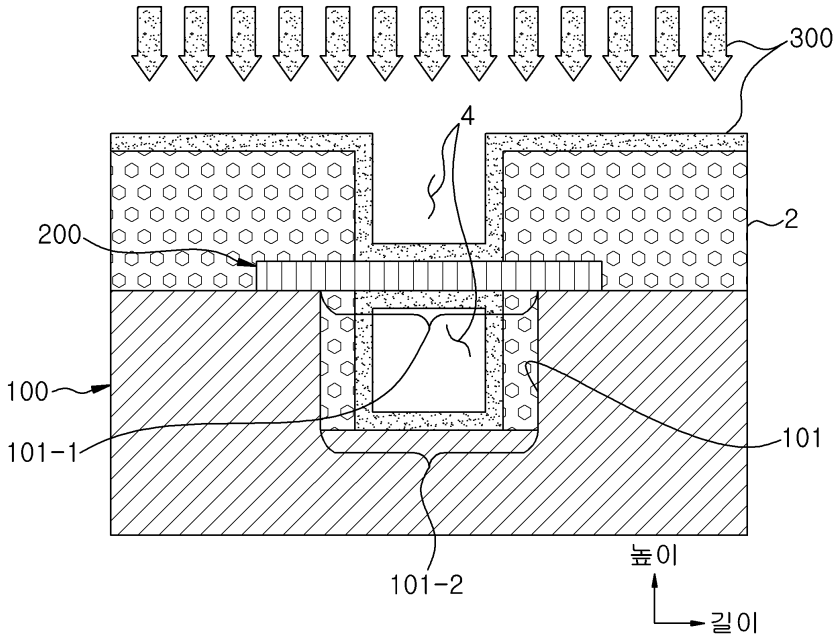
도면11


S111
S112
S121'
S122'
S123'
S124'
S125'
S130'
S210
S220
S230
S240
100
110
120
101
200
300
2
3
4
높이
길이

도면12

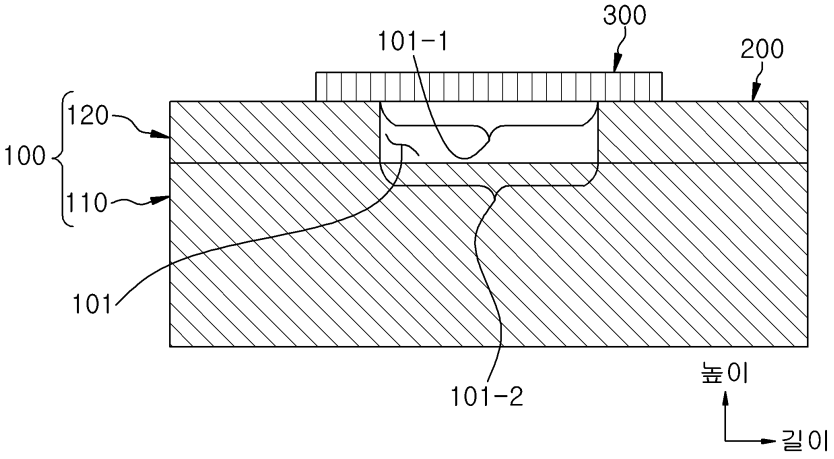


S100

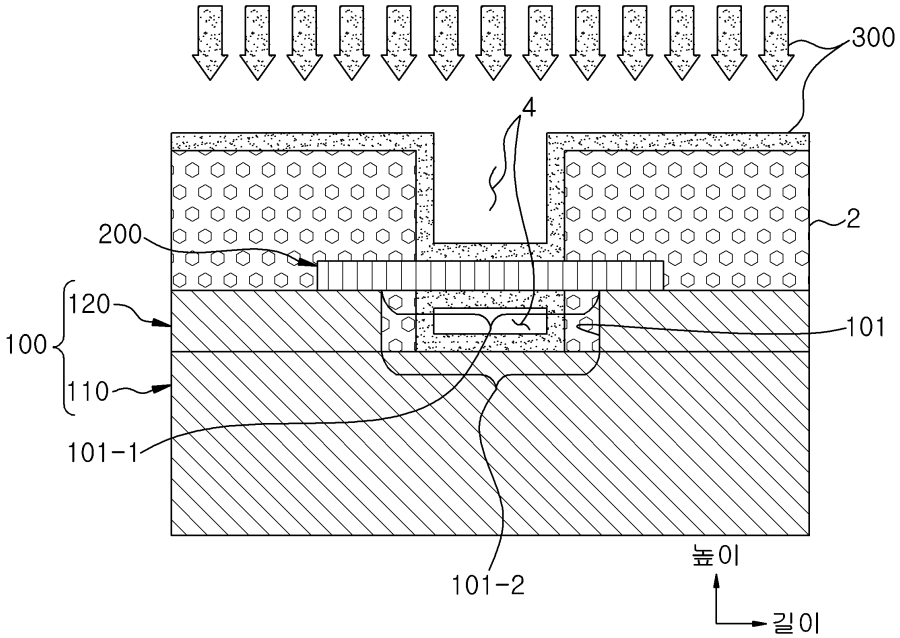


S200

도면13

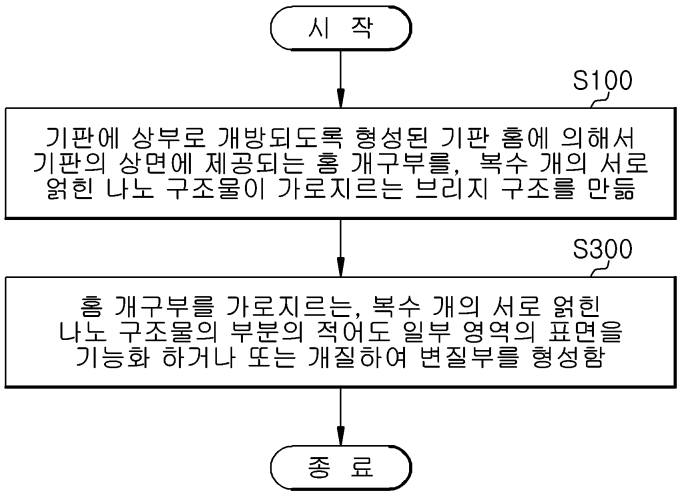


S100

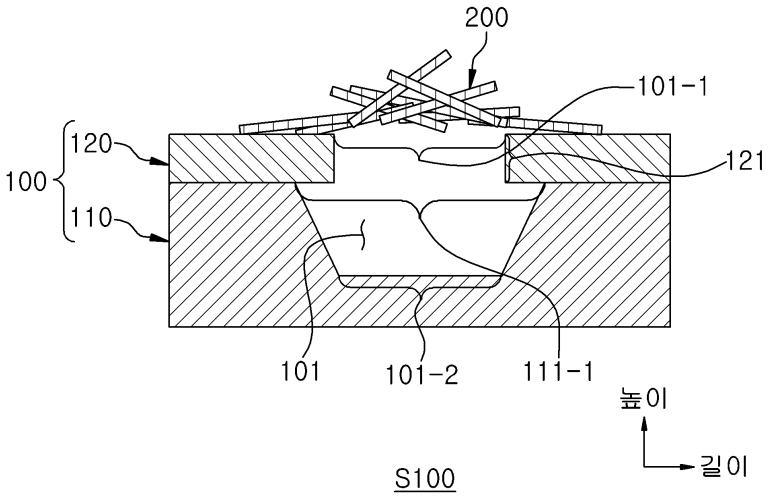


S200

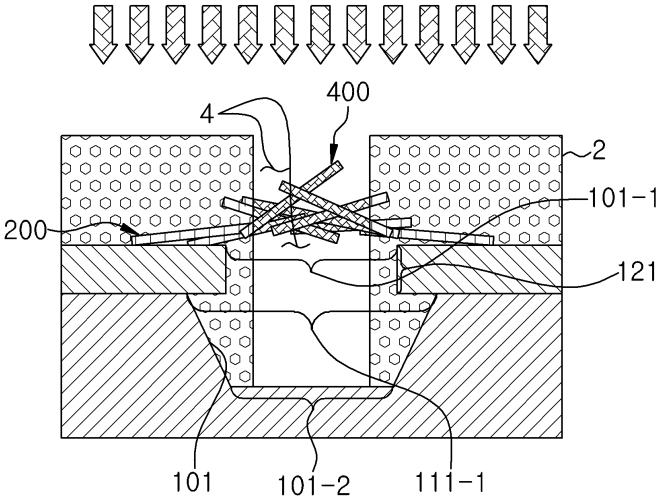
도면14


시 작
S100
기판에 상부로 개방되도록 형성된 기판 홈에 의해서 기판의 상면에 제공되는 홈 개구부를, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물이 가로지르는 브리지 구조를 만듦
S300
홈 개구부를 가로지르는, 복수 개의 서로 얽힌 나노 구조물의 부분의 적어도 일부 영역의 표면을 기능화 하거나 또는 개질하여 변질부를 형성함
종 료

도면15

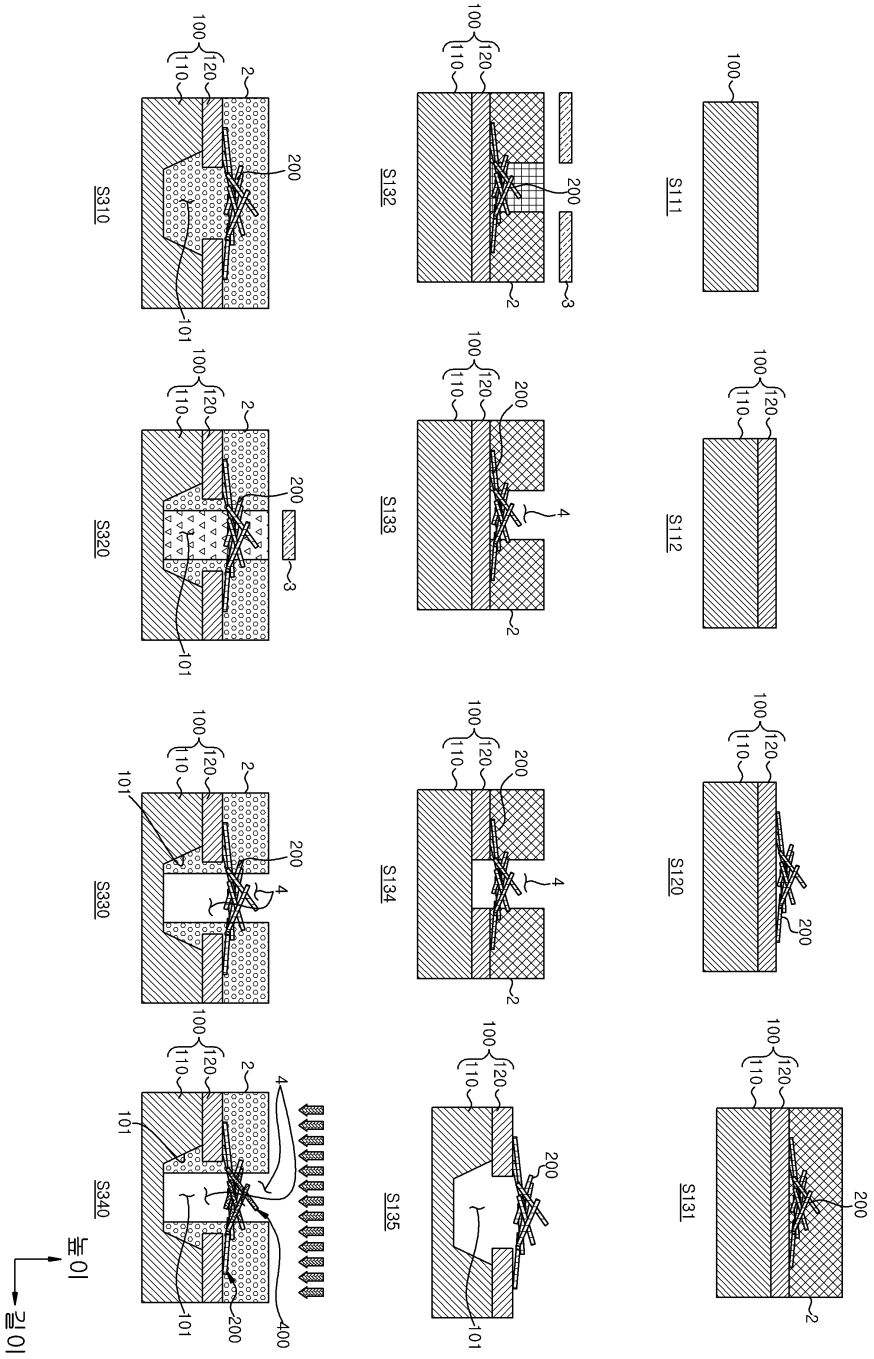


S100

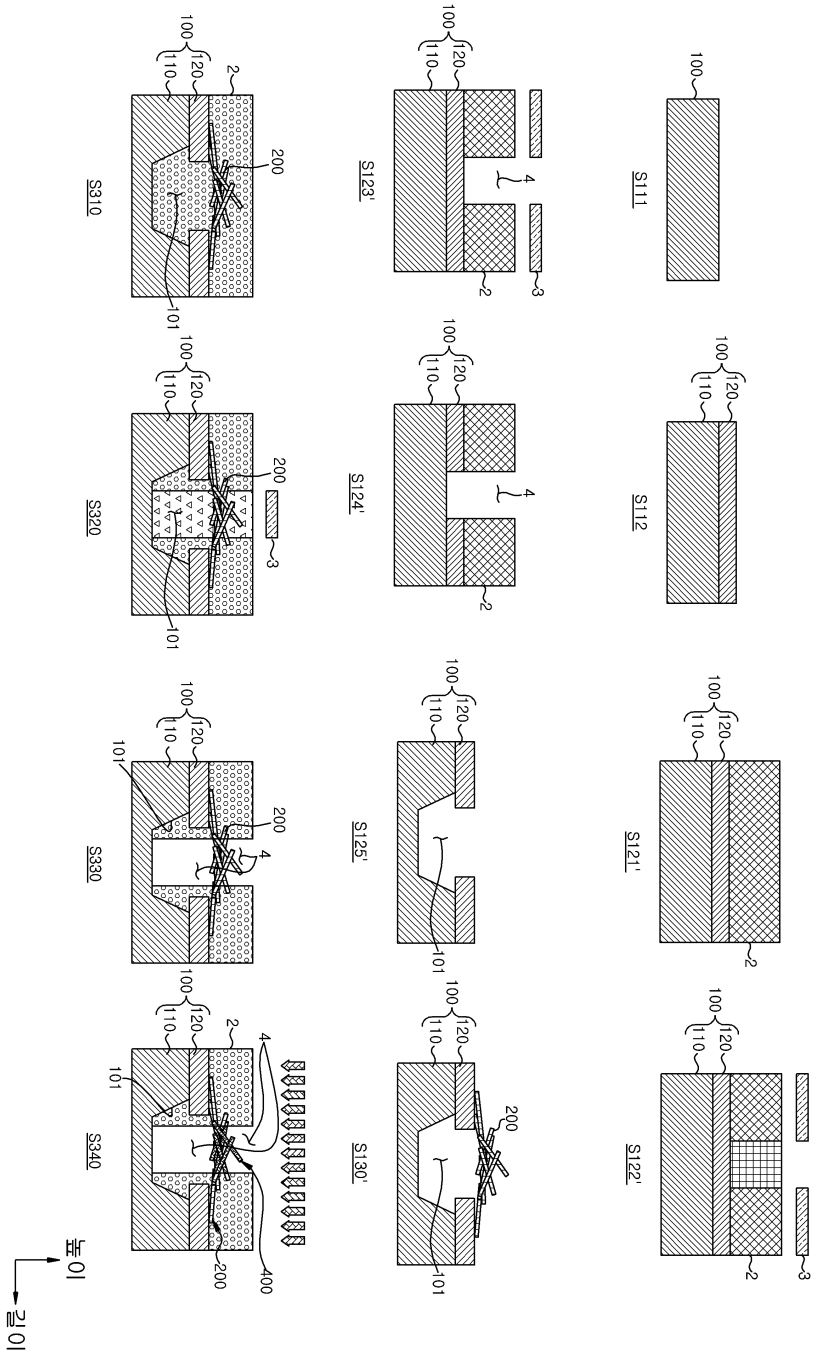


S300

도면16


S111
S112
S120
S131
S132
S133
S134
S135
S310
S320
S330
S340
100
110
120
200
2
3
4
101
400
높이
길이

도면17


S111
S112
S121'
S122'
S123'
S124'
S125'
S130'
S310
S320
S330
S340
100
110
120
101
200
400
2
3
4
높이
길이